

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

6

17. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1965. JÚNIUS

2

## SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

## TARTALOMJEGYZÉK

<i>Tóth Kálmán</i> : A szálképzés hatása a salakgyapot minőségére I. . . . .	201
<i>Gulevič O.</i> : A porcelángyártás fejlődése Csehszlovákiában . . . . .	208
Egyesületi élet . . . . .	211
<i>Benedek Dénes</i> : A láb töltetének számítása nagylyukú robbantásoknál	212
<i>Nedbál Istvánné</i> : Betonok hőállósága II. . . . .	224
<i>Lőcsei Béla—Kocsis Géza—Somogyi Antal</i> : Edzett biztonsági üveg gyártásának technológiai paraméterei . . . . .	233
Beszámoló az 1965. III. 22—27. között tartott berlini I. nemzetközi műanyagszál és epoxidgyanta konferenciáról . . . . .	238
Az Építésügyi Dokumentációs Iroda külföldi lapszemléje . . . . .	239

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Тот Кальман</i> : Влияние метода получения волокон на качество шлаковой ваты I . . . . .	201
<i>Гулевич, О.</i> : Развитие производства бытового фарфора в Чехословакии . . . . .	208
<i>Бенедек Денеш</i> : Расчет заряда основания уступа при взрывах большими скважинами . . . . .	212
<i>Недбал Иштванне, Дорис</i> : Термостойкость бетонов. II. . . . .	224
<i>Б. Лечеи, Г. Кочиш и А. Шомоди</i> : Технологические параметры производства закаленного предохранительного стекла . . . . .	233
Отчет о международной конференции по вопросам пластмассовых волокнистых материалов и эпоксидных смоль, состоявшейся в Берлине с 22—23 марта 1965 г. . . . .	238

## I N H A L T

<i>Tóth, Kálmán</i> : Wirkung der Faserbildung auf die Qualität der Schlackenwolle I. . . . .	201
<i>Gulevič, O.</i> : Die Entwicklung der Erzeugung von Gebrauchsporzelan in der CSSR . . . . .	208
<i>Benedek, Dénes</i> : Berechnen der Sohlenladung beim Grossbohrloch-Sprengverfahren . . . . .	212
<i>Frau Nedbál, Doris</i> : Wärmebeständigkeit von Betonen II. . . . .	224
<i>B. Lőcsei, G. Kocsis und A. Somogyi</i> : Über die technologischen parameter der, Herstellung von geätzttem Sicherheitsglas . . . . .	233
Bericht von der Internationalen Kunstfaser und Epoxyharz Konferenz zu Berlin, im Zeitraum 22—27. März 1965 . . . . .	238

## C O N T E N T S

<i>Tóth, Kálmán</i> : The Effect of Fibre Formation upon the Quality of Slag Wool I. . . . .	201
<i>Gulevič, Oleg</i> : The Development of Household China Production in Czechoslovakia . . . . .	208
<i>Dénes, Benedek</i> : Calculation of bottom charges by large-hole blasting method . . . . .	212
<i>(Mrs.) Nedbál, Doris</i> : The Refractoriness of Concrete, Part 2. . . . .	224
<i>B. Lőcsei, G. Kocsis and A. Somogyi</i> : The technological parameters of tempered safety glass manufacture . . . . .	233
International Conference on Plastic Fibres and Epoxy Resins, Berlin 22—27 March, 1965 . . . . .	238

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

\*

Főszerkesztő :

Dr. Korach Mór

\*

Szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztőbizottság :

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Kemény István

Dr. Knapp Oszkár

Lohner Ernő

Dr. Soltész Gáspár

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

\*

Szerkesztőség :

Budapest, V., Szabadság  
tér 17

Telefon : 124-438

\*

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

\*

Felelős kiadó :

Solt Sándor

Megjelenik havonként

# ÉPÍTŐANYAG

17. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

## A szálképzés hatása a salakgyapot minőségére I.

TÓTH KÁLMÁN

Építőanyagipari Központi Kutató Intézet

### 1. Bevezetés

A salakgyapot, ill. ásványi gyapot nemcsak hazai, hanem világviszonylatban is az egyik legfontosabb hőszigetelő és akusztikai anyag. Jelentőségét a jövőben tovább fokozza, hogy a széleskörű építőipari felhasználásra is alkalmas termékek: nemez, lemezek stb. korszerű és gazdaságos technológiai gyorsan terjednek.

A salakgyapot és termékei fontos helyet foglalnak el a KGST Építőanyagipari Szekciójának tevékenységében is. A hőszigetelőanyagok közül elsőnek dolgozták ki az ásványi gyapot vizsgálati módszereit és műszaki követelményeit rögzítő egységes KGST szabvány ajánlásokat. (Témafelelős: a Magyar delegáció). Ezzel párhuzamosan — a hőszigetelőanyagok közül ugyancsak elsőnek — hozzákezdtek, világviszonylatban is korszerű közös KGST technológiák és típusgyárak terveinek kidolgozásához. (Témafelelős: a Szovjet és Csehszlovák delegáció).

Fejlesztési terveink megalapozásában máris nagy segítséget nyújt a típusterv koncepció, a jövőben pedig a komplett típusgyár importjával biztosítható, hogy felzárkozunk a világszínvonal mellé.

Az átmeneti időszakban is szükséges azonban, hogy a hazai technológia egyes lépcsőinek saját erőből való korszerűsítésével biztosítsuk jobb minőségű termékek gazdaságosabb gyártását. Ezen célok érdekében az ÉaKKI Durvakerámiai és Szigetelőanyag Osztálya kutatásokat végzett a jelenleg használatos *horizontális gőzfúvó szálképzés* optimalizálására, valamint egy igen hatásos szálképző eljárás, a *centrifugális fúvóeljárás* ipari bevezetése céljából.

A kutatási cél megfogalmazásában, a kísérleti módszerek kialakításában, az eredmények értékelésében nagy segítséget nyújtott az a rendszerező, összehasonlító munka, amelyet az ásványi gyapot vizsgálati módszereit és műszaki követelményeit tartalmazó KGST ajánlások kidolgozása során végeztünk. A szabványegységesítési munkák kapcsán számos összehasonlító vizsgálatot végeztünk a legjobb, legpontosabb vizsgálati módszerek megállapítására. A műszaki követelmények kidolgozása során elvégeztük valamennyi KGST tagország salak-, ill. ásványi gyapotjának vizsgálatát az egyeztetett módszerrel. A részletes szakirodalmi és

szabványelemzés, valamint nagyszámú vizsgálat lehetővé teszi, hogy több hibás és ellentmondó szakirodalmi, valamint szabvány adatra felhívjuk a figyelmet. Ugyancsak lehetőség van arra, hogy az eddigiéknél mélyebb, alaposabb összefüggéseket állapítsunk meg a szabványos műszaki jellemzők és a használati tulajdonságok között.

A jelen közlemény célja tehát kettős: egyrészt rögzíteni kívánjuk a szabványos műszaki jellemzők és a felhasználás szempontjából fontos tulajdonságok közötti összefüggéseket, másrészt olyan szálképzési technológiai jellegű kutatási munkák eredményéről kívánunk beszámolni, amelyeket minőségjavítási céllal folytattunk le.

Úgy véljük, hogy a tanulmányban feltárt összefüggések segítik a tervezőket pontosabb, gazdaságosabb kiviteli tervek készítésében, a technológiai eredmények ipari bevezetése pedig a kivitelező ipar számára teszi lehetővé nagyobb hatásfokú, nagyobb élettartamú szigetelőszerkezetek készítését.

### 2. A minőségi mutatók értelmezése. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.)

A salakgyapot előállítására 1350—1400 C°-on megolvasztott kohósalak tüzes folyós olvadékanak szállá alakításával történik. A szállá alakítás még a legtökéletesebb szálképzési eljárásokkal sem valószínűsíthető meg az olvadék teljes mennyiségével.

Az átlagosan 3,5—8  $\mu$  átmérőjű, szabálytalan hosszúságú szálak mellett mindig található többkevesebb nem szálal anyag, vagy másnéven olvadékgyöngy tartalom. Az olvadékgyöngy tartalom %-os mennyisége egyfelől a szálképzési technológia hatásosságára utal (minél kisebb mennyiségben fordul elő, annál kedvezőbb hatásfokú a szálképzés), másrészt szoros összefüggésben van a szálhalmaz minőségével, különösen a hővezetési tényező és a szálhalmaz élettartama szempontjából.

A fejlett ipari országok salak, ill. ásványi gyapot szabványai főként az alábbi minőségi jellemzők számértékeire és vizsgálati módszereire tartalmaznak előírásokat:

térfogatsúly,  
olvadékgyöngy tartalom,  
hővezetési tényező,

átlagos szálátmérő és szálátmérő eloszlás,  
nedvességtartalom,  
kénttartalom,  
savassági modulusz,  
szerves adalékanyag tartalom,  
összesülési hőfok, vagy alkalmazási hőfokhatár.

**Térfogatsúly:** Általában  $0,02 \text{ kp/cm}^2$ , a MSz 4681—58 szerint kivételesen  $0,1 \text{ kp/cm}^2$  fajlagos terhelés mellett  $1 \text{ m}^3$  térfogatot kitöltő ásványi gyapot súlya kg-ban. Jelölése:  $\gamma$ , mértékegysége:  $\text{kg/m}^3$ . A térfogatsúlyt ma még számos szabvány alapvető minőségi mutatónak tartja és annak alapján írja elő a minőségi osztályba sorolást is.

A GOSZT 4640—61 például  $\gamma = 100, 150, 200 \text{ kg/m}^3$  határértékeket enged meg csökkenő minőségi sorrendben. A térfogatsúly mint fő minőségi jellemző azonban csak akkor lenne elfogadható, ha a hővezetési tényező monoton csökkenő és egyértelmű függvénye lenne. Ezzel szemben a hővezetési tényező a térfogatsúly függvényében minimumgörbe szerint változik.

Ismeretes, hogy a szálalás hőszigetelőanyagok hővezetési tényezőjét a szabálytalan elrendeződésű szálak által bezárt légpórusok mennyisége és mérete szabja meg, ez viszont szorosan összefügg a szálalásanyag tartalommal, vagy más szóval a szennyezettség (gyöngytartalom) mértékével, az átlagos szálátmérővel és szálátmérő eloszlással.

A szabványos térfogatsúly értékét elsősorban olyan nem szabványosított minőségi jellemzők

befolyásolják mint a szálhosszúság, szálhosszúság eloszlás, a sprőd, durva szálak mennyisége stb. Éppen ezen burkolt és a szigetelés minősége szempontjából is hátrányos tényezők hatása miatt sem a  $0,02 \text{ kp/cm}^2$ , sem  $0,1 \text{ kp/cm}^2$  fajlagos terheléssel mért térfogatsúly adatok nincsenek egyértelmű összefüggésben a halmaz szálalásanyag tartalmával — tehát a szigetelési tulajdonságot hordozó anyaghányad mennyiségével. A fenti következtetések az alábbiakban ismertetett kísérletek értékelésén alapulnak.

A KÖSZIG V. 2. gépsoránál óránként szabványos mintát vettünk és meghatároztuk a térfogatsúly és az összes gyöngytartalom értékét. A  $(100 - \text{összes gyöngytartalom } \%) = \text{szálalásanyag tartalom összefüggéséből}$  számított adatokat ábrázoltuk a térfogatsúly függvényében.

Jól látható, hogy az egyes mérési pontok a tendenciát mutató kihúzott vonalak mentén igen nagy szórással helyezkednek el.

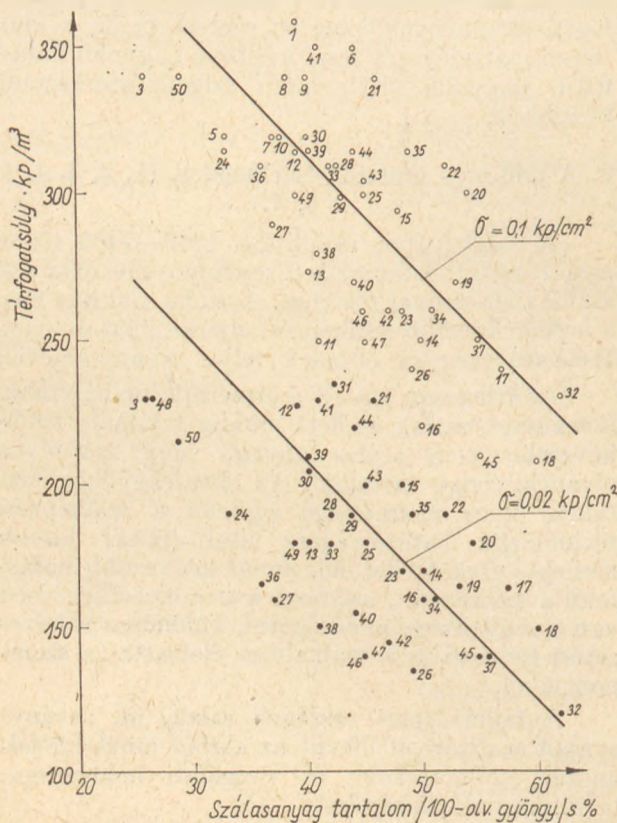
Technológiai szempontból ismeretes, hogy a minél kisebb szabványos térfogatsúly érdekében nagyobb viszkozitású olvadékból durvább szálak gyárthatók. Ezzel együtt jár a gyöngytartalom megnövekedése és a hőtechnikai jellemzők leromlása is.

A fenti tényekkel magyarázható, hogy a legkorszerűbb szabványok pl. DDR Standard TGL 6919 elveti a térfogatsúly minőségi osztályt meghatározó szerepét és a gyöngytartalom, vagy amely ezzel egyértelmű, a szálalásanyag tartalom mennyisége alapján írja elő a minőségi osztályba sorolást.

Más szabványok pl. ÖNORM B 3316 kompromisszumot köt: a térfogatsúly és a gyöngytartalom határértékeivel jellemzi az egyes minőségi osztályokat.

A minőségi jellemzőként szolgáló, adott fajlagos terheléshez tartozó térfogatsúly értékétől élesen külön kell választani a tervezés által előírt „tömési térfogatsúly”, vagy „tömési sűrűség” fogalmait, amelyek szintén  $\text{kg/m}^3$  dimenziójúak. A két fogalom csak hozzávetőleges kapcsolatban van egymással. Az utóbbi értékét elsősorban a szerelési feltételek, pl. a felületi hőmérséklet alapján a hőveszteség minimum biztosítása céljából számításal állapítják meg. Értékét bizonyos mértékig a bedolgozás körülményei is befolyásolják, gépi bedolgozásnál az optimális értékek könnyebben biztosíthatók, mint kézi csömöszölésnél.

**Olvadékgyöngy tartalom:** Az ásványi, — vagy salakgyapotban levő csepp- és golyóalakú részecskék mutatója, amelyek a szálképzés folyamán nem alakultak szállá. E mutatót súly %-ban adják meg és a  $d > 0,2 \text{ mm}$  méretű részecskékre értendő. A  $0,2 \text{ mm}$ , vagy  $200 \mu$  alatti részecskék szálalásanyagoknak számítják. Bizonyos elavult szabványok csak a  $d > 0,5 \text{ mm}$  méretű részecskéket tekintik mérvadónak annak ellenére, hogy a  $d = 0,2 - 0,5 \text{ mm}$  közé eső részecskék mennyisége legalább közel azonos, de sok esetben nagyobb, mint a  $d > 0,5 \text{ mm}$  méretű részecskék mennyisége. A számszerű összefüggéseket a horizontális fúvó szálképzésre vonatkozóan jól szemlélteti a KÖSZIG V. 1964. évi adataiból készített 1. táblázat.



1. ábra. A KÖSZIG V. által 1964-ben gyártott salakgyapot térfogatsúly adatai ( $0,1 \text{ kp/cm}^2$ , ill.  $0,02 \text{ kp/cm}^2$  fajlagos terhelésnél) a szálalásanyag tartalom függvényében

Az 1. táblázat adatai is alátámasztják a TGL 6919 és az azonos elvi alapokon nyugvó KGST ajánlás helyességét a jelenleg érvényes szabványokkal szemben. Az NDK szabvány és általában az egész német szakirodalom az olvadékgyöngy-tartalom mennyiségét tekinti a legfontosabb minőségi jellemzőnek a térfogatsúllyal szemben. E szemlélet újszerűsége különösen szembetűnő, ha a gyöngytartalom mennyiségi határait összehasonlítjuk egy hagyományos felépítésű szabvány pl. GOSZT 4640—61 megfelelő adataival. Az adatokat a 2. táblázat szemlélteti.

A GOSZT 4640—61 és a hasonló felépítésű szabványok adatai a gyöngytartalom tekintetében

1. táblázat

A minta jele	Térfogatsúly, kg/m <sup>3</sup>		Göngytartalom, súly%			Szál-tartalom %
	$\gamma_{0,1}$ kp/cm <sup>2</sup> fujl. terh.	$\gamma_{0,02}$ kp/cm <sup>2</sup> fujl. terh.	d < 0,5 mm	d = 0,2—0,5 mm	Össz. gyöngy-tartalom	
1	360	—	35,1	—	61,0	39,0
2	370	—	37,8	—	64,8	35,2
3	340	—	34,0	30,0	74,0	26,0
4	370	—	30,2	33,0	70,0	30,0
5	320	—	30,0	29,0	67,0	33,0
6	350	—	26,8	23,8	55,6	44,6
7	320	—	38,2	20,2	63,6	36,4
8	340	—	30,0	23,0	61,6	38,4
9	340	—	16,0	34,0	60,0	40,0
10	320	—	30,0	25,6	62,4	37,6
11	250	—	24,4	31,6	58,2	41,8
12	315	228	39,4	22,0	61,0	39,0
13	273	178	21,0	30,0	60,0	40,0
14	250	169	19,0	30,0	50,0	50,0
15	294	200	28,0	20,0	52,0	48,0
16	220	160	12,6	29,0	50,0	50,0
17	240	164	12,0	24,0	42,4	57,6
18	208	150	12,0	20,2	39,6	60,4
19	270	165	9,2	27,2	47,0	53,0
20	300	180	11,0	24,8	45,7	54,3
21	340	230	16,0	32,0	54,0	46,0
22	310	190	15,0	25,0	48,0	52,0
23	260	170	23,0	11,0	52,2	48,0
24	315	190	26,0	33,0	67,0	33,0
25	300	180	18,4	27,8	55,0	45,0
26	240	135	20,0	21,0	51,0	49,0
27	290	160	33,6	23,0	63,0	37,0
28	310	190	20,2	28,2	57,4	42,6
29	300	190	14,8	33,6	56,4	43,6
30	320	205	20,5	33,6	60,0	40,0
31	390	235	16,2	32,4	57,4	42,6
32	230	120	13,0	19,4	38,0	62,0
33	310	180	31,0	21,0	58,0	42,0
34	260	160	14,0	28,2	49,0	51,0
35	315	190	26,6	22,2	50,8	49,2
36	310	165	28,0	29,4	64,0	36,0
37	250	140	17,4	24,4	44,4	55,6
38	280	150	27,0	23,6	59,0	41,0
39	315	210	26,6	26,4	60,0	40,0
40	270	155	12,8	29,6	56,0	44,0
41	350	230	21,0	32,0	59,0	41,0
42	260	145	20,0	25,0	53,0	47,0
43	305	200	26,0	22,0	55,0	45,0
44	315	220	24,5	23,0	56,0	44,0
45	210	140	23,2	18,0	45,2	54,8
46	260	140	26,0	24,0	55,2	44,8
47	250	140	28,0	20,0	54,8	45,2
48	380	230	44,4	24,4	74,0	26,0
49	300	180	30,8	24,4	60,8	39,2
50	340	215	56,5	26,0	70,4	6,29

2. táblázat

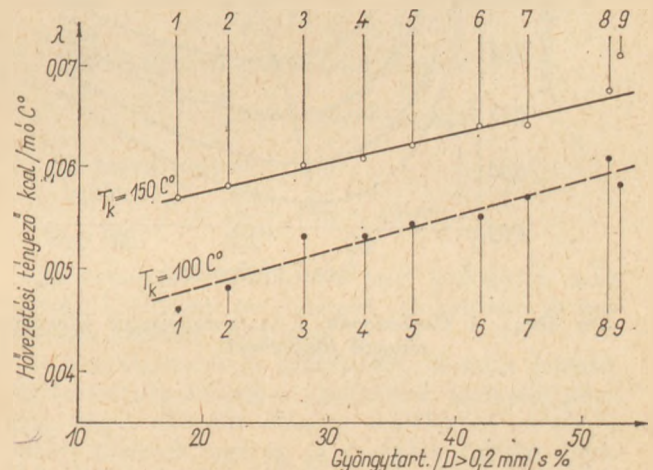
Min. osztály	TGL 6919 Olv. gyöngytart. % d > 0,25 mm	GOSZT 4640—61 Olv. gyöngytart. % d > 0,5 mm
1	0—5	0—7
2	5—15	7—10
3	15—25	10—20
4	25—35	—

tehát teljesen félrevezető. A valóságos gyöngytartalom 2—4 szerese a szabványban rögzített értékeknek.

A gyöngytartalom káros és minőségrontó szerepe az alábbiakban foglalható össze:

a) *Hővezetési tényező növelés.* Ennek mértéke a szigetelendő felület hőmérsékletétől is függ, nagyobb hőmérsékleten egyre jelentősebb. A számszerű összefüggések szemléltetése céljából a 2. ábrán közöljük a KGST tagországok mintáinak hővezetési tényező értékeit a gyöngytartalom függvényében.

b) *Térfogatsúly, ill. súlynövelés.* A hőszigetelés szempontjából egyenértékű rétegek súlya növekvő



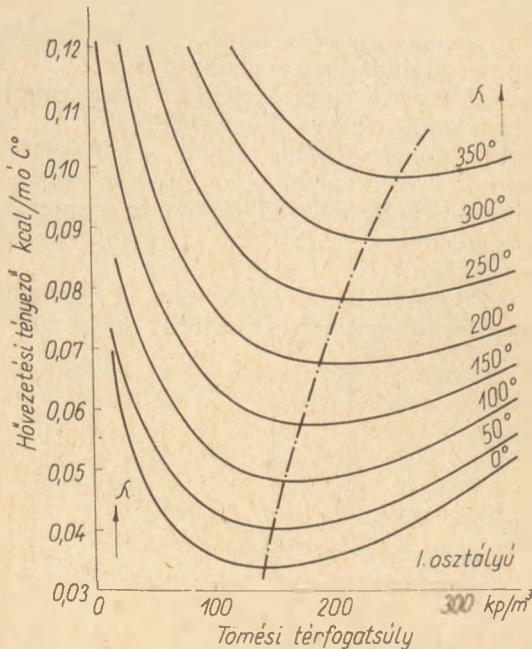
2. ábra. A KGST tagországok ásványgyapot mintáinak hővezetési tényezője az olvadékgyöngy tartalom függvényében (1, 2, 3 NDK; 4, 5 román; 6. szovjet; 7. magyar; 8. csehszlovák; 9. bolgár)

gyöngytartalommal növekszik. Ez a súlytöbblet sok esetben lényegesen megnöveli a beépítési, szerelési munkák járulékos költségeit. Csőszigetelés esetén például sűrűbben kell tartókat elhelyezni, az átmérő növekedés miatt több drótháló, fémlemez, festék stb. fogy. A szélhatás és a nagyobb felület miatt az üzemelő csővezeték hővesztése is nagyobb.

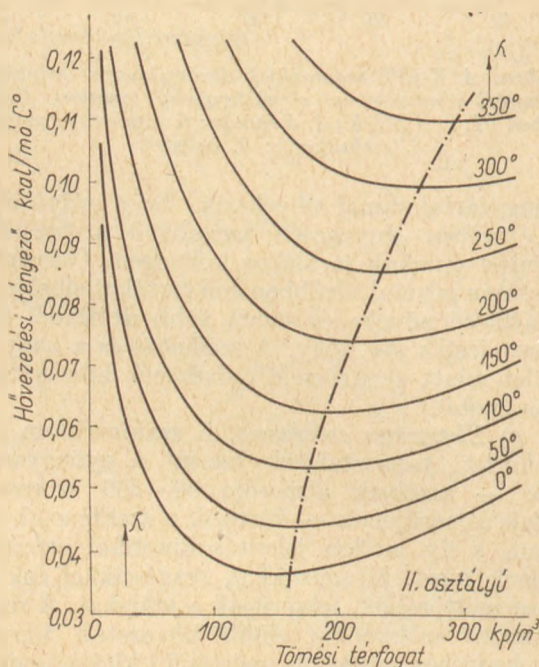
c) *Élettartam csökkenés.* A szakirodalom és a gyakorlati tapasztalatok szerint a gyöngyszemcsék — amelyek átmérője 50—200 szorosa a szálak átmérőjének — átveszik a szerkezetek rezgéseit, s ily módon jelentős kinetikai energiára tesznek szert. Mozgásukkal, rezgéseikkel fokozatosan széttördelik, felaprítják a szálakat. A szálak szerkezet csökkenése előbb hővezetési tényező növekedéshez, majd oly mértékű „kitáskásodás”-hoz vezethet, hogy a szigetelést teljesen fel kell újítani.

**Hővezetési tényező.** Az anyag hőszigetelőképességének mutatószáma. Értéke a szigetelőanyagoknál elsősorban a hőmérséklettől és a térfogatsúlytól függ. Jelölése:  $\lambda_T$ , dimenziója: kcal/m.ó.C°. Szálas hőszigetelőanyagoknál általában nem a szabványos térfogatsúlyhoz, hanem  $\lambda$  minimumot eredményező tömési térfogatsúlyhoz tartozó hővezetési tényező értékek jellemzőbék.

A csehszlovák 1. és 2. osztályú termékek hővezetési tényező függvényeit a 3/a—b ábrák szem-



3/a ábra. A Csehszlovák 1. o. salakgyapot hővezetési tényező függvényei



3/b ábra. A Csehszlovák 2. o. salakgyapot hővezetési tényező függvényei

léltetik. Ezen összefüggések megbízható alapot szolgáltatnak a tervezéshez. Szűkebb határok között ugyancsak felhasználhatók tervezési adatként a CSN 72 73 11 által előírt 1. osztályú anyagnál  $\gamma = 160 \text{ kg/m}^3$ , a 2. osztályú anyagnál  $\gamma = 200 \text{ kg/m}^3$  tömési térfogatsúlynál mért hővezetési tényező adatok is.

Más szabványok pl.: a szovjet és magyar szabvány az előírt fajlagos terhelés mellett mért térfogatsúllyal azonos tömési térfogatsúlyhoz tartozó hővezetési tényező értékek meghatározását írják elő. Az e módszerrel mért  $\lambda$  értékek azonban az 1. ábrán látható szórásokat mutatják, tehát tervezési célra nem használhatók fel.

A hővezetési tényező függvények alakját és a különböző középhőmérsékletekhez tartozó minimumok helyét és értékét törvényszerűen befolyásolja a gyöngytartalom értéke (közel azonos szálátmérő és szálátmérő elosztás mellett). A csehszlovák 2. osztályú anyag  $\lambda$  opt. értéke  $300 \text{ C}^\circ$  középhőmérsékleten  $0,099 \text{ kcal/m.ó.C}^\circ$   $\gamma = 270 \text{ kg/m}^3$  tömési térfogatsúlynál. A kisebb gyöngytartalmú 1. osztályú anyagnál  $\lambda$  opt. ugyanezen középhőmérsékleten  $0,088 \text{ kcal/m.ó.C}^\circ$   $\gamma = 240 \text{ kg/m}^3$  tömési térfogatsúlynál.

Jogos elméleti feltételezés, amelyet gyakorlati mérések is jó közelítéssel igazolnak, hogy a különböző gyöngytartalmú salakgyapotok  $\lambda$  opt. értékeihez azonos abszolút mennyiségű szálanyag-tartalom tartozik.

Ezen az elvi alapon számítással feldolgoztuk az ÉTI 1958-tól napjainkig, Nusselt módszerrel mért adatait. A számítási eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

A 3. táblázat adatai — különösen a gyöngytartalom adataihoz kapcsolódva — számszerű magyarázatát adják, hogy milyen hátrányokkal jár a növekvő gyöngytartalom.

**Átlagos szálátmérő és szálátmérőelosztás (8).** Az átlagos szálátmérő 100, esetleg 200 elemi szál mérése útján meghatározott középérték. Jelölése  $\bar{d}$ , mértékegysége:  $\mu$ . Az adott minőségi osztályra jellemző határértékét csaknem valamennyi szabvány rögzíti. Ismeretes, hogy az üvegszálak mechanikai tulajdonságai: szakítószilárdság, hajlítószilárdság, nyúlás, rugalmassági modulusz stb. csökkenő szálátmérővel (30—40  $\mu$  alatt) rohamosan javulnak (9). Ezért is kívánatos legyen. Bizonyos szabványok az átlagos szálátmérő meghatározásán túl előírják egyszerű elosztási kép: úgymint a  $d < 7 \mu$ ,  $d = 7-12 \mu$  közé eső és  $d > 12 \mu$  méretű szálak százalékának kiszámítását is.

Tekintettel azonban arra, hogy az összes ismert szálképző eljárás rendkívül egyenlőtlen átmérőjű szálakból álló halmazt eredményez, mind az átlagos szálátmérő, mind a fenti egyszerű elosztás csak kvalitatíve jellemző.

Pontosabb, mennyiségi jellemzés átmérőelosztás szempontjából a textiliparban használatos módszer szerint pl.: a TGL 0—53804 előírásai alapján készíthető.

3. táblázat

Középhőm. °C $T_k = \frac{t_1 + t_2}{2}$	$\gamma$ opt. kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ opt. kcal/m°C	Száltart. kg/m <sup>3</sup>	Gyöngytart.		Össz. porozitás %
				kg/m <sup>3</sup>	tef. %	
Gyöngytartalom: 30 %						
0	114	0,032	80	34	1,36	95,0
100	128	0,045	90	38	1,52	94,5
200	153	0,063	107	46	1,84	94,0
300	194	0,080	136	58	2,31	92,5
Gyöngytartalom: 45 %						
0	145	0,036	80	65	2,60	94,4
100	163	0,048	90	73	2,92	93,5
200	195	0,068	107	88	3,52	92,5
300	248	0,088	136	112	4,48	90,0
Gyöngytartalom: 50 %						
0	158	0,040	80	78	3,12	93,8
100	178	0,053	90	88	3,52	93,0
200	210	0,072	105	105	4,23	91,7
300	265	0,098	136	129	5,15	89,5
Gyöngytartalom: 60 %						
0	200	0,046	80	120	4,80	92,0
100	225	0,057	90	135	5,40	90,8
200	267	0,078	107	160	6,40	89,3
300	338	0,108	136	202	8,10	86,6

E szabvány szerint a halmazt az *átlagos szál-átmérő, a szórás, a variációs tényező és az átmérő gyakoriságeloszlási függvénye* jellemzi.

A KÖSZIG V. által termelt salakgyapot mintából 200 elemi szál mérést végeztünk és a mérési adatokat a fenti szabvány által előírt táblázatban csoportosítottuk (4. táblázat).

A 4. táblázat adataiból kiszámítható az *átlagos szálátmérő*;

$$\bar{d} = \bar{d}_a + \frac{c}{n} \cdot \sum m \cdot f_m \text{ összefüggés alapján}$$

ahol  $\bar{d}$  = az átlagérték,  $\mu$ -ban,

$\bar{d}_a$  = az  $m = 0$  osztályhoz tartozó csoport-átlag,  $\mu$ -ban,

$c$  = a kategória szélesség ( $2 \mu$ ),

$n$  = az összes egyedi mérés száma,

$f_m$  = az abszolút csoport gyakoriság,

$m$  = az osztályszám.

Behelyettesítve:

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \bar{d}_a + \frac{2}{200} (-111) = 13,5 - \frac{222}{200} = \\ &= 13,5 - 1,1 = 12,4 \mu \end{aligned}$$

Kiszámítható a *szórásnégyzet, illetve szórás* az:

$$s^2 = \frac{c^2}{n-1} \left[ \sum m^2 \cdot f_m - \frac{1}{n} \left( \sum m \cdot f_m \right)^2 \right]$$

alapján. Behelyettesítve:

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{2^2}{199} \left[ 1601 - \frac{1}{200} \cdot (-111)^2 \right] = \\ &= \frac{4}{199} \left( 1601 - \frac{12321}{200} \right) = \\ s^2 &= \frac{4}{199} (1601 - 61,8) = \frac{4 \cdot 1539,2}{199} = 30,8 \end{aligned}$$

$$s = \sqrt{30,8} = \pm 5,55$$

Kiszámítható a *variációs tényező* a:

$$V = \frac{s}{\bar{d}} \cdot 100 \text{ összefüggésből.}$$

Behelyettesítve:

$$V = \frac{5,55}{12,4} \cdot 100 = 44,8\%$$

Az ismertetett számítási mód különösen szálképzési kísérletek megbízható értékelésére és összehasonlítására alkalmas.

A szálátmérő és szálátmérő eloszlás jelentősége a termék hőfizikai viselkedése szempontjából igen nagy. Kisebb átlagos szálátmérő esetén a bezárt pórusok mérete és a szálak üveges anyagában vezetéssel terjedő hő mennyisége is kisebb.

Ennek szemléltetésére az alábbi számítások szolgálnak, három alapvető ásványi gyapot, ill.

4. táblázat

Kategória határok $\mu$	A mért értékek besorolása gyakoriság eloszlás szerint	Abszolút gyakoriság $f_m$	Oszt. szám $m$	$m \cdot f_m$	$m^2 \cdot f_m$	Relatív gyakoriság $h_m$ %
2,45 - 4,45	III	3	-5	-15	75	1,5
4,45 - 6,45	██████████████████	28	-4	-112	448	14,0
6,45 - 8,45	██████████████████	27	-3	-81	243	13,5
8,45 - 10,45	██████████████████	25	-2	-50	100	12,5
10,45 - 12,45	██████████████████	25	-1	-25	25	12,5
12,45 - 14,45	██████████████████	31	0	0	0	15,5
14,45 - 16,45	██████████████	20	+1	20	20	10,0
16,45 - 18,45	██████	12	+2	24	48	6,0
18,45 - 20,45	██████	13	+3	39	117	6,5
20,45 - 22,45	███	5	+4	20	80	2,5
22,45 - 24,45	███	3	+5	15	75	1,5
24,45 - 26,45	███	4	+6	24	144	2,0
26,45 - 28,45	██	2	+7	14	98	1,0
28,45 - 30,45	█	2	+8	16	128	1,0
		$f_m = n = 200$		$\sum m \cdot f_m = -111$	$\sum m^2 \cdot f_m = 1601$	100

szálképzési típusra vonatkozóan:

- a) Centrifugális eljárású bazalt, ill. üvegszál .....  $d = 20 \mu$   
 b) Vertikális fűvás, márgagyapot .....  $d = 10 \mu$   
 c) Horizontális fűvás, salakgyapot .....  $d = 5 \mu$

Ha feltételezzük, hogy a szálhalmazban a szálátmérő egyenlőtlensége = 0, a gyöngytartalom = 0 és a szálak három egymásra merőleges irányban teljesen szabályos elrendeződésben foglalnak helyet (hasonlóan mint a szabályos kristályrácsban a kötőerők), ekkor az elméleti pórusméretek az elemi kockák élhosszúságával ( $k$ ), vagy köbtartalmával ( $k^3$ ) jellemezhetők.

Ezen számított adatokat különböző tömési térfogatsúly mellett az 5. táblázat tartalmazza:

A valóságban Nyugat-Európában egyes cégek még  $5 \mu$ -nál is kisebb átlagos átmérőjű, csaknem gyöngymentes salakgyapotot gyártanak pl. (10):

Union Danco I. o. átl. szálátmérő .....	3,64 $\mu$
Union Danco II. o. átl. szálátmérő .....	4,93 $\mu$
Unterwellenborn I. o. átl. szálátmérő ...	3,57 $\mu$

5. táblázat

Tömési térf. súly $\gamma$ kg/m <sup>3</sup>	$d = 20 \mu$		$d = 10 \mu$		$d = 5 \mu$	
	$k, \mu$	$k^3, \mu^3 \cdot 10^6$	$k, \mu$	$k^3, \mu^3 \cdot 10^6$	$k, \mu$	$k^3, \mu^3 \cdot 10^6$
150	125	1,95	62,5	0,24	31,2	0,031
200	108	1,26	54,2	0,16	27,1	0,020
250	100	1,00	48,5	0,11	24,2	0,014

Az említett igen finomszálú, gyöngyszegény anyagok hővezetési tényezője  $300 \text{ C}^\circ$  középhőmérsékleten:  $\lambda_{300} = 0,065\text{—}0,070 \text{ kcal/m.}^\circ\text{C}^\circ$ .

**Nedvességtartalom.** A szálak felületén adszorptíve kötött víz-tartalom. Jelölése és dimenziója:  $\omega$ , súly%. Megengedhető értékét a legtöbb szabvány 2—3%-ban rögzíti. Ennél nagyobb mennyiségben káros, mert elősegíti a szálak üveganyagában levő kénvegyületek hidrolízisét, s ezzel gyorsítja a szálak szerkezet lebomlását. A nedvesség egy része már gyártás folyamán a szálképző gőz kondenzációjából, más része a légköri nedvességből kötődik meg. Ezen túlmenően átnedvesedést csak szabadon, vagy nedves helyiségben való tárolás okozhat. Tekintettel a nedvesség számottevő károsító hatására a 2—3%-on túli átnedvesedést meg kell gátolni.

**Kéntartalom.** A salakgyapot összes, különböző kénvegyületek alakjában lekötött kéntartalma súly %-ban, elemi kénre számítva. A különböző szabványok 1—1,5%-ban rögzítik a megengedhető értéket. A kénvegyületek nedvesség tartós jelenlétében elhidrolizálnak. A hidrolízis-

termék a levegő oxigénjével reagálva kénessavat, esetleg kénsavat eredményez, amely a szigetelt berendezés fém részeit korrodálhatja. Az ÉaKKI által ez ideig végzett kb. 100 kéntartalom meghatározás, ill. korróziós próba szerint a hazai salakgyapot kéntartalma csupán 0,2—0,5% közötti volt és a korróziós próba minden esetben negatív eredménnyel járt.

**Savassági modulusz.** A szálanyag vegyi összetételére jellemző mutatószám, amely az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$\frac{\text{SiO}_2\% + \text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{CaO}\% + \text{MgO}\%} = M_k$$

Jelölése:  $M_k$ , dimenzió nélküli szám. A kémiai analízis adataiból számítandó.

Bizonyos szabványok  $M_k \geq 1$ , más szabványok pl. a GOSZT 4640—41  $M_k \geq 1,2$  értéket írnak elő.

Számos szakirodalmi adat szerint növekvő savassági számmal a kémiai stabilitás és a mechanikai tulajdonságok javulnak. A kohosalakbázison gyártott salakgyapotokra:  $M_k = 1\text{—}1,5$ , a közetzsálakra  $M_k = 1,6\text{—}2,8$ , míg a tiszta bazalt szálakra  $M_k = 2,8\text{—}3,5$  értékű savassági modulusz jellemző.

**Szerves adalékanyag-tartalom.** A felületkezelési célra adagolt összes szervesanyag mennyisége súly %-ban. Értékét a szabványok általában max. 1%-ban rögzítik. A szerves appetáló anyagok általában víztaszító jellegűek, ezért a szálhalmaz átnedvesedését gátolva a kémiai stabilitást növelik. Sok esetben a porlódás lényeges csökkenését és a feldolgozás szempontjából kedvezőbb konzisztenciát biztosítanak.

**Összesülési hőfok, vagy alkalmazási hőfokhatár.** A magyar szabvány összesülési hőfokot rögzít, amely közel azonos a német szabványban: „Sinterintervall”-ként definiált minőségi jellemzővel. E jellemzőre a magyar szabvány alsó határként  $700 \text{ C}^\circ$ -ot, a német szabvány  $750\text{—}900 \text{ C}^\circ$ -ot ír elő.

Más szabványok, pl. a szovjet: alkalmazási hőfokhatárt ad meg max.  $600 \text{ C}^\circ$  értékben.

A hazai gyakorlat az összesülési hőfokot az alkalmazási hőfokhatárral azonosítva  $700 \text{ C}^\circ$ -ig tartja a salakgyapotot felhasználhatónak. Több minőségi reklamáció kapcsán vizsgálatokat végeztünk a kérdés eldöntésére.

Megállapítottuk, hogy ha a salakgyapotot tartósan az összesülési hőfokon tartjuk az eredetileg teljesen üveges anyagszerkezet fokozatosan átkristályosodik és a szálak porlékonyvá válva elbomlanak. Ebből levonható a következtetés, *helyesebb ha a szabvány alkalmazási hőfokhatárt rögzít, amely  $50\text{—}100 \text{ C}^\circ$ -kal kisebb, mint az összesülési hőfok.* Vizsgálataink szerint az  $M_k = 1,1\text{—}1,2$  savassági számú hazai salakgyapotban tartós  $600 \text{ C}^\circ$ -os hőkezelés után sem tapasztalható átkristályosodás, vagy másfajta fizikai változás.



6. táblázat

A szigetelés hőmérséklet adatai C°			A méretezés alapja		Az egyenértékű réteg		Áradat
Középhőm. $T_k = \frac{t_1 + t_2}{2}$	Meleg fel. hőm. $t_1$	Hideg fel. hőm. $t_2$	$\gamma$ opt. kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ opt. kcal/móC°	Vastagsága $\delta$ , cm	Súlya kp/m <sup>2</sup>	Régi ár Ft/m <sup>2</sup>
Gyöngytartalom: 30%							
100	160	40	128	0,045	3,60	4,61	10,33
200	360	40	153	0,063	13,44	20,56	46,05
300	560	40	194	0,080	27,74	53,82	120,56
Gyöngytartalom: 45%							
100	160	40	163	0,048	3,84	6,24	14,02
200	360	40	195	0,068	14,48	28,24	63,26
300	560	40	248	0,088	30,54	75,74	169,66
Gyöngytartalom: 50%							
100	160	40	178	0,053	4,24	7,55	16,91
200	360	40	210	0,072	15,34	32,21	72,15
300	560	40	265	0,098	34,01	90,13	201,89
Gyöngytartalom: 60%							
100	160	40	225	0,057	4,56	10,26	22,98
200	360	40	267	0,078	16,61	44,35	99,34
300	560	40	338	0,108	37,48	126,68	283,76

### 3. A minőség jelentősége a felhasználás szempontjából

A felhasználók részéről a hőszigetelőanyagokkal szemben támasztott legfontosabb követelmények a következők:

a) Az adott szigetelőanyag minél kisebb súlya, ár és járulékos szerelési költség mellett biztosítsa a kitűzött műszaki cél elérését.

b) A kész szigetelés hővesztesége tartósan ne lépje túl a tervezett mértéket, hosszú élet-tartam.

Míg az a) pontban rögzített követelmények az „egyenértékű rétegek” jellemzőivel számszerűen is kifejezhetők, addig a b) pont követelményeit csak tapasztalati adatokra támaszkodva tudjuk megbecsülni.

A 4. táblázatban jellemzett 30, 45, 50, 60% gyöngytartalmú salakgyapotra vonatkozóan a Hőenergiagazdálkodási Intézet elvégezte az „egyenértékű rétegek” adatainak kiszámítását. A számításoknál a:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$$

összefüggést használták, amelyben:

$Q$  = a vezetéssel, átvitt hőmennyiség, vagy hőveszteség, kcal,

$\lambda$  = a szigetelőanyag hővezetési tényezője, kcal/m.ó.C°,

$\delta$  = a szigetelőanyag rétegvastagsága, m,

$t_1$  = a szigetelés meleg felületének hőmérséklete, C°,

$t_2$  = a szigetelés hideg felületének hőmérséklete, C°.

A hőveszteség értékét azonosan 150 kcal/m<sup>2</sup>·h értékűnek felvéve a számított  $\delta$  rétegvastagságok egyenértékűek. A számítások eredményeit az egyenértékű réteg súlya és ár adataival is kiegészítve a 6. táblázat tartalmazza.

A 6. táblázat ár adatai csak tájékoztató jellegűek. Tényleges ár adatok csak a különböző

minőségi osztályoknak megfelelő árak megállapítása után számíthatók.

A kész szigetelés élettartamára az egyenértékű rétegben helyetfoglaló gyöngytartalom mennyiségéből lehet kvalitatív megállapítást tenni. Ezek számított értékei csupán  $T_k = 300$  C°-nál kiszámítva az alábbiak:

Gyöngytartalom s% . . . . .	30	45	50	60
Gyöngytartalom $\delta$ rétegben, kg . . . . .	18,0	34,2	44,0	75,5

### 4. Következtetések a szálképzési technológia szempontjából

Kiindulva abból, hogy a salakgyapot a felhasználás szempontjából annál értékesebb, minél jobban kielégíti a 3. fejezet a), b) pontjában rögzített követelményeket a szálképzési technológia szempontjából az alábbi következtetések vonhatók le:

a) a szálképzést úgy kell végrehajtani, hogy a termékben minél kevesebb legyen az olvadékgyöngy tartalom.

b) Ha ez nem valósítható meg egy lépésben, a másodlagos gyöngyeltávolítás is indokolt.

c) A szálátmérő-csökkenés 3,5 $\mu$  határig kedvező a termék hőtechnikai jellemzői szempontjából, mivel a pórusméreteket a szálátmérő sokkal inkább befolyásolja, mint a halmaz térfogatsúlya. (Folytatás következik)

Тот Кальман : ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКОН НА КАЧЕСТВО ШЛАКОВОЙ ВАТЫ.

Tóth, Kálmán : Wirkung der Faserbildung auf die Qualität der Schlackenwolle

Tóth, Kálmán : The Effect of Fibre Formation upon the Quality of Slag Wool.

## A porcelángyártás fejlődése Csehszlovákiában

GULEVIČ, O.

Senki sem gondolta volna, amikor a 18. század végén — a fiatal türingiai porcelángyártás gazdasági sikerein felbátorodva — a Karlovy Vary térségében levő kaolinelőfordulásra támaszkodó első porcelángyártási kísérletekre sor került, hogy világszerte elismert gyár keletkezéséről van szó.

Az 1798-évi rabensgrüni (Slavkov mellett) első, kézműiparszerű kísérlet után, gyors egymásutánban alapítottak porcelángyárakat: 1792-ben Slavkovban, 1793-ban Klasterecen, 1801-ben Kysiblben, 1803-ban Březovában, 1804-ben Dalovicében, 1811-ben Loketben, 1811-ben Dolni Chodovban, (rendszeres gyártás csak 1835 után kezdődött) 1814-ben Stará Roleben, (porcelángyártás csak 1838-tól kezdve) 1822-ben Bochovban stb.

Egy kivétellel magánszemélyek által alapított gyárakról van szó. Ezt a fejlődést a bécsi kormány nem támogatta, sőt igyekezett az ilyen gyárak alapítását megakadályozni, nehogy a bécsi porcelániparnak vetélytársai legyenek. Ezért az újonnan alakult gyárak először csak kőedénygyártásra kaptak engedélyt, a porcelángyártást hivatalosan csak későbbi időpontban engedélyezték. Az állami támogatás hiánya, a gyárak üzembehelyezésénél fellépő veszteségek és a korlátozott anyagi lehetőségeik a helybeli vállalkozókat arra kényszerítették, hogy a türingiai porcelángyáraknál keressenek gazdasági és műszaki segítséget. A segítséget a gyárak meg is kapták, ennek azonban az volt a következménye, hogy az első időben a gyártási programot és a gyártás fejlődését, formában és díszítésben, a türingiai ízlés befolyásolta.

Az említett egy kivételt a loketi porcelángyár képezte. A schönbrunni béke megfosztotta a bécsi kézműipart a Passau környéki kaolinbányáitól, ami a gyártást erősen korlátozta. Elhatározta ezért Niedermeyer, a gyár akkori igazgatója, hogy Karlovy Vary (Karlsbad) térségében gyárat létesít, mert itt a nyersanyag biztosított volt. Ennek a gyárnak elsősorban fehérárut kellett gyártania, amit azután Bécsben festettek. A loketi gyárat a bécsi gyár megbízásából Haidinger Rudolf és Jenő alapították. Irányításuk alatt a loketi gyárat igen célszerűen építették és az években keresztül, ennek a környéknek messze a legkorszerűbb gyára volt.

A porcelángyárakat az összpontosulás Karlovy Vary környékén arra kényszerítette, hogy elsősorban külföldön keressenek felhasználási területet. Ennek viszont az lett a következménye, hogy a gyártási programot a keresletnek megfelelően alakították ki. A gyártmányok könnyű súlyúak voltak, alakjuk és díszítésük sok kézimunkát igényelt.

Az új porcelánipar gyorsan fejlődött tovább, új gyárakat alapítottak és a porcelán minősége elsőosztályúvá vált. Leküzdötték a kezdeti gazdasági nehézségeket és minden figyelmüket a minőségre és a világpiacon elfoglalt helyzetük megerősítésére fordíthatták. Neves művészeket foglalkoz-

tattak, akik új figurális, háztartási és díszporcelán modelleket alkottak. Más művészek a festéssel foglalkoztak, ami magas színvonalra emelkedett és a Karlovy Vary-i porcelánnak világhírnevet szerzett. Nagy konjunktúra következett be, a meglevő gyárakat kibővítették és új gyárakat alapítottak. A gyárak és üzemek száma hatvan fölé emelkedett.

Az első világháború következtében a gyártás nagymértékben visszaesett és a gyárak csak nehezen kaptak újra erőre. Az ezután következő rövid konjunktúrákat a gazdasági válságok szakították meg. A porcelánipar arra kényszerült, hogy rendkívül olcsón minőségi árut gyártson és ezáltal a külföldi piacon versenyképes maradjon. A gyártás súlypontja továbbra is a kézi munka volt, a nagyobb arányú korszerűsítésnek és gépesítésnek nem voltak meg az anyagi lehetőségei.

A második világháború újabb gyártásvisszaesést jelentett és elejét vette minden további fejlődésnek. A háború befejezése után az államosított porcelánipar nagy nehézségekkel találta magát szemben. A gyárak elavultak voltak és a további munkához nagy beruházásokra volt szükség, nagy volt a szakmunkás hiány és a gyártást a piac igényeinek megfelelően kellett kialakítani.

Ezt a feladatot csak lépésről lépésre lehetett megoldani. A gyártás stabilizálásának előrehaladásával az egyes gyárak irányításának a módja megváltozott, míg végül lehetségessé vált az összes gyárat központi irányítás mellett összefogni. Az új központ céltudatos vezetéssel kezben tartotta a legjelentékenyebb üzemeket és ezek kibővítésével és korszerűsítésével megteremtette további tevékenységének az előfeltételeit. Ezeknek a gyáraknak a korszerűsítésénél elsősorban a szállítási kérdéseket oldották meg. Ezután következett a fehéráru gyártás, a festés, az égetőüzem, az előkészítő részleg stb. gépesítése. Egyidejűleg kidolgozták az új és pontos gyártástechnológiai előírásokat. A kicsi, elavult és roskadozó gyárakat leállították, ugyanakkor megkezdték az új, korszerű követelményeknek megfelelő gyárak építését. Ennek köszönhető, hogy a legutóbbi években a gyártás minőségi és mennyiségi szempontból állandóan javul.

Az üzemek műszaki újjászervezésével összefüggésben a gyártásprogram újjáformálására is sor került. A háztartási porcelán gyártását elkülönítették a díszporcelán gyártásától. Díszporcelánt csak a duchovi üzemben és kis mennyiségben Březovában gyártanak.

Számos új modellt és díszítést a lesovi kísérleti üzemben készítenek elő, dolgoznak ki és aztán átadják a gyártásra kijelölt gyáraknak. Ezeket az újonnan kifejlesztett gyártmányokat a művészeti érték és a gyártásra való alkalmasság szempontjából bizottság vizsgálja felül, mielőtt a gyártásra átadják.

Lényegesen nagyobbak a követelmények a gyárak korszerűsítésénél és felújításánál, mint a

gyártási program újjáalakításánál. Az egész porcelánipar fejlődése az utóbbi években a gyártástechnológia, az új segédanyagok kiválasztása, a gépesítés, az automatizálás és a szervezés területén végzett intenzív kutatás jegyében áll.

Ebből a célból hívták életre a kutatóintézeteket, amelyeket kutatási feladatokkal és a kutatási eredmények kivitelezésével bíztak meg. A kutatásban a tisztán gyártási problémák mellett a nyersanyagkérdés is lényeges szerepet játszott.

Néhány, az utóbbi időben megoldott fontos problémák közül a következő volt.

A nyersanyagkutatás terén elsősorban meg kellett állapítani, hogy a nyersanyagok különböző szennyeződéseinek a hatása milyen módon és milyen formában érvényesül a porcelán cserepének és mázának a színére és milyen tulajdonságokat kölcsönöz a nyers és égetett masszának.

Ismeretes ugyanis, hogy a nyersanyag-kitermelés gépesítése megváltoztatta a különböző nyersanyagok összetételét és tisztaságát és nem mindig vezetett jó eredményre.

Szükséges volt továbbá a darabos kvarc pótlása kvarchomokkal. A kvarchomok ugyanis pótolhatja a darabos kvarcot és így a kalcinálást és az őrlést meg lehet takarítani. Találtak megfelelő kvarchomokokat, amelyek beváltak anélkül, hogy a gyártásban a hólyagok képződésének a veszélye megnövekedett volna.

A gépesítés következtében a gyártáshoz és a formáláshoz olyan masszákra van szükség, amelyeknek nyers állapotban nagyobb a képlékenyséjük, nagyobb a szilárdságuk, de emellett a kész porcelán tulajdonságait nem változtatják meg. Az elvégzett kísérletek azt mutatják, hogy a nyersanyagok megfelelő megválasztásával — fehérre-égő agyagok, halloizit, bentonit — vagy, ha ilyen nyersanyagok nem állnak rendelkezésre, a megfelelő organikus kötőanyagok alkalmazásával, mint a szulfitszennylúg, karboxilmetilcellulóz, melasz stb. jó eredményeket lehet elérni.

A kaolin színe az égetés után döntő fontosságú, ezért vizsgálták a kaolinok elszíneződésének az okait. Azt találták, hogy az égetési szint néhány tényező határozza meg, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

a színező oxidok és az alkália tartalom — elsősorban a csillám és azok a vegyületek, amelyekben túlnyomórészt vas van,

az égetés alatt keletkező üveges fázis mennyisége,

az égetési hőmérséklet,

az égetés időtartama,

a kaolin finomsága,

a próbatest vastagsága és előkészítési módja.

Más munkák a mázfelület tanulmányozására terjedtek ki és különösen a tojánhéjas felülettel és az ún. tűszúrásokkal foglalkoztak.

A máz tojánhéjasságának és tűszúrásainak a morfológiáját optikai módszerekkel és profilometriai mérésekkel tisztázták. Azt tapasztal-

ták, hogy a máz tojánhéjassága felületi jelenség. A sima mázfelületen kis mélyedések vannak, amelyek a mázban levő kis hólyagokkal genetikailag függenek össze. Ezeknek a mázfelületen levő kis mélyedéseknek a nagysága 50 és 150  $\mu$  között mozog, mélységük rendszerint 1—2  $\mu$ . Azok a kis hólyagok, amelyek a sima mázfelületet már zavarják, 2—2,5-szer kisebbek, mint a tojánhéjas máz normális, jellegzetes hólyagocskái.

A tűszúrásos mázban is mázhólyagokat állapítottak meg, amelyeknek a felülete felszakadt. A mázban levő 80—150  $\mu$  nagyságú hólyagok a felületen 150—300  $\mu$  átmérőjű lyukakat okoznak, melyeknek mélysége 10  $\mu$ . Ezek a mélyedések a sima felületen tűszúrástól származó krátereknek tűnnek. A mázhibák mérésére a következő módszereket dolgozták ki.

A tűszúrás mérése céljából a vizsgált felületet vékony aranyfesték-réteggel vonják be és égetik. Ezután mikroszkópon mérik a tűszúrások számát és nagyságát. A tűszúrások felülete a mázfelület százalékában kifejezve szolgál a máz tűszúrásosságának a mértékéül.

A tojánhéjasságot pontosan lehet mérni a mázfelület profilométeres letapogatásával. A profilométerrel felrajzolt mázfelület hűen szemléltet minden egyenlőtlenséget. A máz tojánhéjasságának a mértéke a máz mért és felrajzolt felületének az eltérése a szerkesztett ideális felületi vonaltól.

A leírt módszerek segítségével lehetségessé vált a mázfelületek pontos mérése és összehasonlítása.

Még nem zárultak le a fenti hibák okainak felderítésére végzett vizsgálatok, de annyi már ma megállapítható, hogy ezek a hibák szoros összefüggésben vannak a mázban képződő gázokkal.

A legtöbb esetben a szén, vagy a szerves vegyületek utólagos kiegészése, vagy a szulfidok, szulfitek, vagy szulfátok utólagos bomlása fordulhat elő. A hibás égetésvezetésnek és a nem megfelelő tüzelőanyagoknak van a legnagyobb szerepük ennek a hibának a kialakulásában. A hiba további oka lehet a massa és a máz szennyeződése szilíciumkarbiddal, gipsszel, vagy olajjal. A többi tényező, mint a nyersanyagok, a massaösszetétel, az őrlés befolyása jelenleg nem számottevő. Érdekes még az a megállapítás, hogy a mázak említett hibáját a földpátok okozzák, amelyek megolvadva habzanak.

Kísérletek folynak a formálás területén is, ezeknek a célja a lapos termékek formálása félautomaták segítségével. Tanulmányozzák a gyorszáritást és ennek alapján automatikus gyártósort állítanak össze a lapos áru részére.

Ugyanilyen célt szolgálnak az öntéssel foglalkozó munkák, ahol az előtérben a cserépképződés sebességének növelését célzó törekvések állnak. Melegített öntőmassza, vagy vákuum alkalmazásával lehetségessé vált a cserépképződés gyorsítása és a gyártmányok minőségének a javítása.

Az öntésre és a száritásra vonatkozó eddigi munkák megmutatták, hogy lehetséges és gazda-

ságos az öntést messzemenően gépesített gyártósoron végezni.

Kedvező eredményt értek el a gipszformák helyettesítésénél műanyag formákkal. Kedvező tulajdonságú munka- és anyagformák készíthetők a korongoláshoz.

A felismerések részleges megvalósítása máris jelentékeny növekedésre vezetett az 1 m<sup>2</sup> munkafelületre vonatkoztatott termelésben.

Szükséges volt a porcelán égetésének a területén a kemenceszerkezetek és a gyorségetés kérdésének a tanulmányozása. Megállapították, hogy az égetőkemencék (alagútkemencék) akkor fognak gazdaságosabbá válni, ha minden kemencét meghatározott áru égetésére használnak, például külön kemencét az öblösáru és külön kemencét a lapos áru részére. A felhasznált tüzelőanyag gazdaságosságát elsősorban a gyár települési helye határozza meg, de úgy látszik, hogy a cseppfolyós gáznak és az elektromosságnak nagy szerepe lesz.

A gyorségetésre vonatkozó kutatások azt mutatták, hogy lehetséges és gazdaságos alagútkemencében égetni, ahol például tányéroknaál a zsenyelés 2 óra, a mázas égetés pedig 16 óra alatt elvégezhető.

Ha az égetéstechnika korszerűsítéséről és ésszerűsítéséről kell döntenie, akkor az égetés segéd-eszközeivel is foglalkozni kell, elsősorban a tokokkal. Ezért fordított erre a területre a Kutatóintézet különleges gondot. Tanulmányozták a szilíciumkarbidot, hogy ennek a minőségét meg tudják határozni, mert megállapítást nyert, hogy az egyes gyárak egymástól eltérő minőségű szilíciumkarbidot gyártanak. Készítettek továbbá szilíciumkarbid, vagy szilíciumkarbid-korund alapú tokokat, amelyeknek az élettartama elérte a világszínvonalnak megfelelő értéket. Még nem zárultak le a kordierit tokokra vonatkozó kísérletek, de máris megállapítható, hogy ezeknek a tokoknak a tulajdonságai a keményporcelán égetésénél alacsonyabb hőmérsékleten a legkedvezőbbek.

A festőrésszelg munkájának ésszerűsítésénél sor került egy színesnyomat-futószalag szerkesztésére. A színesnyomatot kézzel ragasztják a cserépre. A szárítás, a mosás és az újabb szárítás már automatikusan megy végbe. Sikerrel alkalmazták a szélezésre és a bélyegzésre félautomatákat. A mázalatti festést a dísporcelánnál továbbfejlesztették és nagymértékben alkalmazzák. Ennél az eljárásnál sikerült a zsenyelést kiküszöbölni.

A fent felsorolt kutatómunkák keretében elsősorban az ipar szükségleteinek megfelelő közvetlen feladatokról volt szó. Ehhez járulnak még a szilikátok alap kutatásai, amelyeket a megfelelő kutatóintézetben végeznek el. A jövőben az alap kutatásokkal fokozottabb mértékben fognak foglalkozni.

Ez a fontos kutatómunka és fejlődési program csak akkor valósítható meg eredményesen, ha a munkaerőszükségletet képzett munkaerővel lehet fedezni. Ez a feladat a főiskolákra és a technikumokra hárul, amelyeknek az utánpótlásról gondoskodni kell. A prágai és bratislavai főisko-

láknak van kerámiai tagozata. Kerámiai technikum van Karlovy Varyban, Plzeňben, Bechyneben és Hodoninban. Közös alaptanterv mellett a egyes technikumokat szakosították. A Karlovy Varyban levő technikum gondoskodik utánpótlásról az egész porcelánipar és műszaki kerámia számára. Ez a jól felszerelt, korszerű szakiskola feladatait a megfelelő iparral együttműködésben hajtja végre.

Az újonnan felállításra kerülő porcelángyár nagyon kevés hasonlatosságot fog mutatni a mai gyárakkal. A gyártási programnak megfelelően a korszerű gyár évi teljesítménye 4000—5000 tonna lesz. Központosítani fogják a masszák, mázak és égetési segéd-eszközök készítését és így a gyárak már kész masszát, mázat és égetési segéd-eszközöket kapnak. A leszállított masszákat a gyárakban csak a megfelelő formázási célra kell előkészíteni.

A gyár fehéráru gyártása számos gyártási sorból fog állani, amelyeken a formálást, szárítást, tisztítást, zsenyelést, mázolás és mázas égetést messzemenő automatizálás mellett végzik. A gyártási sorok számát azok teljesítménye és a gyártási program határozza meg. Önálló gyártási sorokként az alábbiakat kell megemlíteni.

Mély és lapos tányér, desszert tányér, csészealj, csésze és más korongolt áru, öntött öblös áru, öntött lapos áru.

A gyártási soroknak ez a választéka biztosítja, hogy a gyártás specializálódása ellenére a gyár alkalmazkodni tud a piac igényeihez.

A válogatón és a csiszológyműhelyen keresztül az áru a fehérraktárba kerül, ahol azt a festésre előkészítik és kiadják. A festést futószalagszerűen végzik, a különböző díszítőtechnika és forma szerint felosztva, megfelelő gépek és különleges égetőkemencék alkalmazásával.

A gyártás végső állomását a megrendelések összeállítása és a csomagolás képezi, itt szintén szalagok és gépek alkalmazására kell számítani.

Ezeket a tervezett változtatásokat természetesen úgy kell végrehajtani, hogy a gyártmány minősége és stílusa ne változzék. Ma azonban szükséges, hogy a nagybani gyártásnál a kézimunkát megfelelő gépekkel pótolják, ez a tapasztalat szerint szakszerű kezelés mellett olyan árut szolgáltat, mely a kézi munkánál semmilyen tekintetben sem rosszabb, sőt néha még jobb.

Ami a dísporcelángyártást illeti, ez a használati porcelánhoz viszonyítva mennyiségileg és értékben olyan kevés, hogy helyes volna ilyen különleges gyártmányoknál a formálásnál és a díszítésnél a kézi munkát meghagyni. Korszerű szállítási módok, szárító és égető berendezések alkalmazásával viszont a gyártási költségeket csökkenteni lehet, a minőség egyidejű javulása mellett.

A technika mai gyors fejlődése és a porcelángyártásra vonatkozó ismereteink állandó bővülése következtében, az ipar kénytelen a teljes figyelmét a kutatásokra és a kutatási eredmények gyors megvalósítására fordítani. A feladatkör azonban annyira megnövekedett, hogy az egyéni, elzárt

fejlődés már többé nem lehetséges. Ha a mi országunk porcelánipara az idők által adott lehetőségeket ki akarja használni, akkor ez csak a kölcsönös tapasztalatcsere és a megfelelő munkamegosztás mellett együttműködés alapján lehetséges.

Remélem, hogy ismertetésem néhány olyan problémát érintett, melyek hozzá fognak járulni ahhoz, hogy a már meglevő államok közötti munkát mindegyikünk javára megerősítsék, illetve újra életre hívják.

Gulevič O.: A porcelángyártás fejlődése Csehszlovákiában

Гулевич, О.: РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОГО ФАРФОРА В ЧЕХОСЛОВАКИИ.

Gulevič, O.: Die Entwicklung der Erzeugung von Gebrauchsporzellan in der ČSSR

Gulevič, Oleg: The Development of Household China Production in Czechoslovakia

## Egyesületi élet

### Egyesületi élet

Az Üvegszakosztály a Parádi Üvegyár 150 éves fennállásának alkalmából Baritz Árpád szakosztályvezető elnökletével, március 26-án ankétot rendezett. Pál Gyula az EM ÜOV vezérigazgatója rövid bevezetője után Varga József a gyár főmérnöke tartotta meg előadásait. Előbb a gyár történetéről, eredményeiről, fejlődéséről és célkitűzéseiről tájékoztatta hallgatóit, majd olaszországi tanulmányútjának tapasztalatairól beszélt.

Elmondotta, hogy a 150 évvel ezelőtti kis mátrai üvegsürből hogyan lett modern és európai színvonalú üvegyár. Külön kiemelte, hogy felszabadult országunk a gyár államosítása után azt modern felszerelésekkel teljesen újjáépítette, folyamatos üzemeltetésű kádkemence beállításával pedig jelentős termelékenység-emelkedést ért el. Készáruraktárak, modern új csiszolódák, szociális létesítmények és irodaház épült, de a munka még tovább folyik a festőrekonstrukciójával, huta-csarnok bővítésével, újabb kádkemencék és különféle műhelyek létesítésével.

Jelezte az ólomkristály-gyártásra irányuló törekvéseket és a kádkemencék gazdaságosságát célzó gyári erőfeszítéseket. A tendencia az, hogy a gyár a márkás üvegcikkek területén azzá váljék, amilyen a porcelániparban Herend lett.

Olaszországi útjának célja — mint mondotta — az olasz üvegyártás és nem utolsósorban az ólomkristály ottani előállításának tanulmányozása volt. Érdekes tapasztalatokról adott számot: négy napot töltött Rómában, ahol az olasz képzőművészet remekeit tanulmányozta. A Vatikán Múzeumban alkalma volt betekinteni a régi egyiptomi és latin üvegek kultúra kincses-tárába is.

Nevezetes állomásként jelölte Muránót, a velencei lagúnák kis szigetén fekvő történelmi hírességű üvegyárával. E gyárban folyamatosan működő kádkemencében állítanak elő 6% ólomoxidot tartalmazó olesó díszárukat, ami tulajdonképpen nem sorolható az ólomkristály üvegek csoportjába. Mindkét gyár — amit látott — 6% PbO tartalmú ólomkristály olvasztásához savanyú

fazekakat alkalmaz, míg a 30% PbO tartalmú ólomkristály üveget bázikus fazekakban olvasztják.

Módja volt felkeresni az Olaszországi Üvegyári Kutató Intézetet is, ahol több üvegyári műszaki problémát vitattak meg. A folyamatos üzemelésű ólomkristály kádkemence építéshez a Monofrax tűzálló anyag alkalmazását ajánlják.

Ebből az intézetből kerülnek ki az olaszországi üvegyárak részére a különböző összetételű üvegek nyersanyag-előírásai, a színes üvegeket is beleértve. Tehát a velencei üvegutakban gyártott tömördek színes üveg keverési előírásait központilag végzik.

Véleménye szerint az itt gyártott árufőlések közel sem elégíthetik ki a mi hazai kulturált igényeinket.

Ezután tartotta meg Tasnádiné Marik Klára művészettörténész „Parád az üveg művészetének tükrében” című hozzászólását. A témát az előadó csupán röviden tárgyalta, de értékelte Muránó tevékenységét. E gyárnak nincs és nem is volt meghatározott és mereven követett programja. A mindenkor uralkodó ízlésnek hódol.

Ami a parádi gyárnak azt az igyekezetét illeti, — amiről Varga főmérnök beszélt —, hogy második Herenddé váljék, nem tartja kívánatosnak. Nem helyesli a művészi üvegek gyártását egy helyre koncentrálni. Herendnek is javára szolgált volna, ha annak idején lettek volna versenytársai.

Végezetül azzal zárta előadását, hogy elismerését fejezi ki Parád eddigi elért eredményei láttán és további sikereket kíván tehetséges fiatal üvegműveinek, üvegtervezőinek, az Egyesületnek pedig köszönetet mond a sikeres ankét rendezéséért.

Meg kell állapítani, az ankét valóban sikeres volt, annak ellenére, hogy kb. csak 40—45 főnyi hallgatóság volt jelen. Ez a hallgatóság azonban őszintén hódol hazai hagyományainknak, érdeklődik az üvegművészet kialakulása, fejlődése iránt és szereti az üveget.

Végül bemutatásra került egy színes film: „Új magyar szabadság” címmel, a Karcagi Üvegyárban hosszú kísérletezés következtében létrejött új magyar fátolyüvegről.

# A láb töltetének számítása nagylyukú robbantásoknál

BENEDEK DÉNES

Egy előző tanulmányban [1] rámutattunk arra, hogy a kőzetellenállás a bányaudvar szintjén lényegesen nagyobb, mint feljebb. Az ismert nagylyukú töltétszámítási eljárások általában erre nincsenek kellőképpen tekintettel, vagy pedig a sziklafal aljának és felső részének töltétszámítását együttesen tárgyalják és ezért nem adnak kielégítő megoldást a töltet olyan elhelyezésére, amit az egyenlőtlen ellenállás megkíván.

A tanulmány azt a következtetést vonja le, hogy helyesebb, ha a sziklafal aljába, a „láb”-ba szükséges robbanóanyagmennyiséget külön számítjuk ki és a felső szakasz számítását a lábtól teljesen függetlenítjük. Ez alkalommal kizárólag a láb töltetének számításáról lesz szó.

## I. Robbantás a sziklahomlok aláfúrása nélkül

A láb-töltet külön számítása még nem megoldott kérdés. A svéd *Langefors* [2] foglalkozik ezzel a kérdéssel, számításai azonban csak arra az esetre érvényesek, ha a lábat nem fúrják külön alá. A nagyobb ellenállás legyőzéséhez szükséges többlettöltetet ő a felülről fúrt lyukak aljába kívánja elhelyezni.

*Langefors* a koncentrált töltet számításából indul ki és a következő képletet használja:

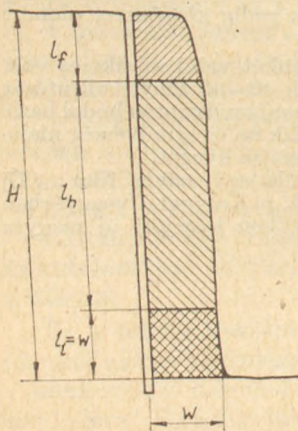
$$L = k_2 w^2 + k_3 w^3$$

Nagy  $w$  előtét esetén tehát a töltetmennyiség meghatározásánál a második tag a döntő. A  $k_2$  és  $k_3$  értékek függnek a padmagasság ( $H$ ) és az előtét ( $w$ ) viszonyától  $\rho$ -tól

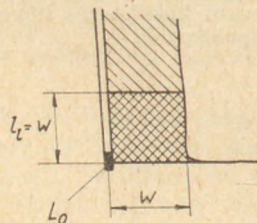
$$\rho = \frac{H}{w}$$

Ha  $\rho$  állandó, akkor adott kőzet esetén  $k_2$  és  $k_3$  értékei is állandók. A végzett kísérleti robbantások szerint  $\frac{k_2}{k_3}$  értéke 0,15—0,30 között van.

*Langefors* a láb szakaszának hosszát ( $l_1$ ) egyenlőnek veszi az előtéttel. A fenék itt be van szorítva, s koncentrált töltet esetén a töltet a lyuk fenekén



$l_f$  = a homlok fojtási szakasza  
 $l_h$  = a homlok töltési szakasza  
 $l_1$  = a láb szakasza



1. ábra

van koncentrálni (1. ábra). Ez esetben a lábra vonatkoztatva

$$\rho = \frac{w}{w} = 1$$

$k_2$  és  $k_3$  értékei tehát állandók és az általános képlet így írható:

$$L_0 = a_2 w^2 + a_3 w^3$$

ahol  $L_0$  a láb töltetének nagysága koncentrált töltet esetén.

Az ingadozások  $a_2$ -nél csekélyek, így el lehet tekinteni attól, hogy kissé változik a kőzet tulajdonságaival, s a közepes értékkel számolhatunk. A kísérleti robbantások szerint  $a_2 = 0,07$ . Az  $a_3$  állandót *Langefors* a kőzet repeszthetőségének nevezi és *S-sel* jelöli. Eszerint a képlet:

$$L_0 = 0,07 w^2 + S w^3$$

A repeszthetőség értékét próbarepezttéssel állapítják meg. A próbarepezttések lefolytatására *Langefors* részletes irányelveket ad.

Ha a fenék nem lenne beszorítva, hanem a 2. ábra szerint szabad lenne, akkor *Langefors* kísérletei szerint 25%-kal kevesebb robbanóanyag szükséges.

Ha a töltet nincs koncentrálni, hanem nyújtva helyezük el, akkor azonos súlyú töltet esetén a repesztő hatás a fenéken csekélyebb mérvű lesz. azaz egy bizonyos súlyú nyújtott töltet kisebb súlyú koncentrált töltetnek felel meg.

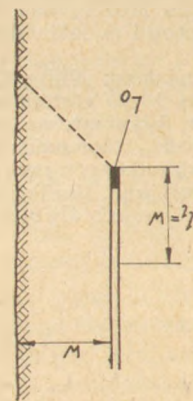
*Langefors* diagramon mutatja be (3. ábra) a  $T$  hosszú nyújtott töltet ( $L_{ny}$ ) és a vele egyenlő hatású koncentrált töltet ( $L_0$ ) súlyát.

Ha  $q_m$  egy folyóméter lyukba betölthető robbanóanyag súlya, akkor

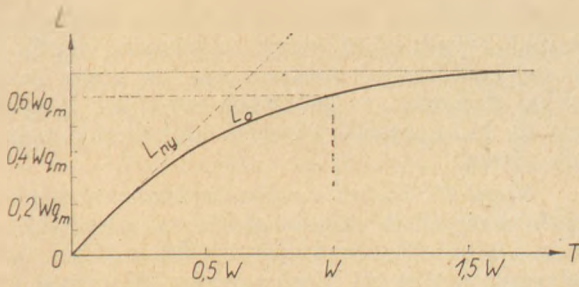
$$L_{ny} = T \cdot q_m$$

A diagram a töltet  $T$  hosszát az előtét  $w$  hosszával méri. Ennek megfelelően az ordinátán is a  $0,2 w q_m$ ,  $0,6 w q_m$  ... töltétsúlyok olvashatók le, melyek  $0,2 w$  ... stb. hosszú töltet súlyának felelnek meg.

Adott lyuknál és robbanóanyagnál  $q_m$  állandó és így  $L_{ny}$  értékei a kezdőpontból kiinduló emelkedő egyenesen helyezkednek el. A  $L_0$  értékei



2. ábra



3. ábra

ugyancsak 0-ból indulnak ki, de egy ellaposodó görbét adnak.

Ha ismerjük a nyújtott töltet súlyát, akkor a hozzá tartozó  $L_{ny}$  ordináta és az  $L_0$  görbe metszéspontja adja a vele egyenlő értékű koncentrált töltet súlyát.

Az ábrából érdekes összefüggéseket olvashatunk le. Így például addig, amíg  $T = 0,3 w$ ,  $L_0$  és  $L_{ny}$  értékei nem térnek el egymástól, tehát a nyújtott töltet gyakorlatilag egyenértékű a koncentrálttal. Ha a töltet hossza növekszik, a vele egyenértékű koncentrált töltet egyre inkább csökken és asszimptotikusan közeledik egy felső határhoz, melynek értéke:  $0,7 w \cdot q_m$ . Észérint a nyújtott töltet hatása a fenéken erősen csökken és a  $T$  hossz növelésével elérhető maximális hatás  $0,7 w \cdot q_m$  súlyú koncentrált töltetnél nem nagyobb. Kb. 1,6  $w$  hosszú nyújtott töltet már eléri ezt az értéket. Ha a töltet hossza  $w$ -vel, azaz a láb magasságával egyenlő, az egyenértékű koncentrált töltet:  $0,6 w \cdot q_m$ .

Nagyobb fenékhatalás elérése céljából szokás a lyukakat a talp alá fúrni. Ez Langefors szerint is jelentősen emeli a hatást. Olyan töltet, mely  $0,3 w$ -nél nem nyúlik mélyebbre a talp alá, gyakorlatilag teljesen ki van használva. Ha tehát nyújtott töltet esetén a maximális lehetőséget ki akarjuk használni, akkor a láb töltetének magassága  $w + 0,3 w$  kell, hogy legyen, mely  $0,3 w$  mélységben nyúlik a bányaudvar szintje alá. Ha  $q'_m$ -mel jelöljük a láb egy méterére eső töltetet (azért, hogy megkülönböztessük a homlok egy folyóméterére eső töltetétől,  $q_m$ -tól), akkor a maximális lehetőséggel egyenértékű koncentrált fenéktöltet a lábban ( $L_{0max}$ ) az említett diagram figyelembevételével:

$$L_{0max} = 0,6wq'_m + 0,3wq'_m = 0,9q'_mw$$

Ezt a koncentrált fenéktöltetre levezetett fenétképlettel egyenlővé téve

$$0,9q'_mw = 0,07w^2 + Sw^3.$$

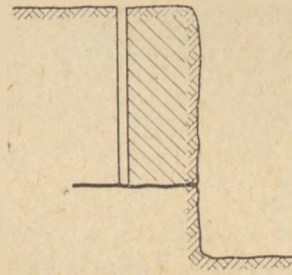
Ebből

$$q'_m = 1,1(0,07w + Sw^2)$$

A fenéktöltet, azaz a láb töltete:

$$L_l = 1,3w \cdot q'_m = 1,4(0,07w^2 + Sw^3)$$

Ha egy nyújtott töltet végén a 4. ábra szerint repedés van jelen, melynek mentén könnyen elválik a kőzet és szabadon mozoghat előre,



4. ábra

vagy ha az alatta levő „láb” megkapja a kivevéshez szükséges töltetet, s így a fölötte levő nyújtott töltettel együtt mozog előre, akkor a fúrólyuk egy méterére eső töltet Langefors szerint

$$q_m = b_2w + b_3w^2$$

Itt  $b_2$  és  $b_3$  ugyancsak állandók.

A  $q_m$  képletében szereplő  $b$  állandók és a koncentrált töltet képletében szereplő  $a$  állandók közt Langefors szerint olyan összefüggés van, mely független a kőzet fajtájától. Kielégítő pontossággal

$$b_2 = 0,4 a_2$$

$$b_3 = 0,4 a_3$$

Ezért

$$q_m = 0,4 (0,07w + Sw^2)$$

tehát

$$q_m < q'_m$$

$$v = \frac{q'_m}{q_m} = \frac{1,1}{0,4} = 2,75$$

A  $v$  tényező megmutatja, hogy a láb egy folyóméterébe ugyanabból a fajta robbanóanyagból hány-szor nagyobb robbanóanyag-töltetet kellene betölteni, mint a homlok egy folyóméterébe. Látjuk, hogy az egy méterre eső töltetnek a lábban kb. 2,75-ször olyan nagynak kell lenni, mint a homlokban, ha tökéletes kiszakítást akarunk elérni a bányaudvar szintjén a fúrólyukra merőleges síkban.

Ha a fenék nincs beszorítva, hanem szabad, mint a 2. ábrán látható, akkor ez az arány 2,00. Ha a fúrólyukat nem függőlegesen, hanem dőléssel fúrjuk, akkor az arány ugyancsak jóval 2,75 alá csökkenhet.

Kérdés ezután, hogyan töltsünk be a fenéken a lyukba folyóméterenként nagyobb töltetet, mikor a lyuk átmérője a lábban ugyanaz, mint a homlokban. Ha nem akarjuk a felsőbb réteget túl tölteni, vagy a homlokban szaggatott töltetet alkalmazni, ami az  $1 \text{ m}^3$  kőzetre eső fúrt lyuk-hosszat növeli, az egyedüli lehetőség a fenék töltéséhez erősebb robbanóanyagot használni. Ha  $E_l$ -vel jelöljük a lábba töltött robbanóanyag és  $E_h$ -val a homlokba töltött robbanóanyag erősségi együttthatóját, és ha

$$\frac{E_l}{E_h} = 2,75$$

akkor lyukfolyóméterenként a lábba ugyanolyan súlyú robbanóanyagot kell betölteni, mint a homlokba.

Egy lyuk robbantása esetén a szükséges összes töltet:

$$L = L_h + L_l$$

ahol  $L_h$  a homlok töltete,  $L_l$  a láb töltete.

Ha több lyukat robbantunk egyszerre, akkor figyelembe kell venni a lyukak közötti távolságot ( $a$ ) és a lyukszámot. Négy vagy több fúrólyuk robbantásánál és ahol  $a = w$ , a töltetet az előző képletekkel számított 80%-ára lehet csökkenteni.

$$L_n = 0,8 L$$

ahol  $L_n$  az egy lyukra eső töltet több lyuk együttes robbantása esetén.

Ha figyelembe vesszük a robbanóanyag erősségét is és a kőzet beszorítását, akkor változó  $\frac{a}{w}$  arány esetén

$$L_n = v' \cdot \frac{1}{E} \cdot \frac{a}{w} \cdot 0,8L$$

ahol  $v'$  a beszorítás módosító tényezője.

A beszorítás módosító tényezője ( $v'$ ) akkor egyenlő eggyel, ha a fenék be van szorítva és a fúrólyukak függőlegesek. Ha a lyukak a bányaudvar síkjához képest dőlnek, akkor 3 : 1 arányú dőlés esetén  $v' = 0,9$ , 2 : 1 arányú dőlés esetén  $v' = 0,85$ . Ha a fenék nincs beszorítva, akkor  $v' = 0,75$ .  $v'$  értékét nem szabad összetéveszteni a szakirodalom beszorítási tényezőivel ( $v$ ). Ez itt csak módosító tényező. A beszorítást a képlet levezetésénél már figyelembe vették.

A szélső lyukak több robbanóanyagot kívánnak, mint a középső lyukak. Pillanatgyújtásnál 50%-os emelkedésről is szó lehet. Ezért a szélen a lyukakat egymáshoz közelebb telepítik és az előtétet is kisebbre veszik.

Langefors kétségkívül igen értékes összefüggéseket ad, de a kérdést mégsem oldja meg, mert a láb megtöltéséhez szükséges mennyiséget aligha lehet a felülről fúrt lyuk aljába betölteni. Még akkor sem eredményes a robbantás, ha erősebb robbanóanyagot alkalmaznak. A többletet a bányaudvar szintjéről fúrt külön lyukakba kell behelyezni, ha azt akarjuk, hogy a kőzetet egy közel sima lap mentén válasszuk el a sziklahomlok alján.

## II. Robbantás a sziklahomlok aláfúrásával

### 1. A fúrólyukak irányu aláfúrás esetén

A bányaudvar szintjéről fúrt lyukak lehetséges irányu vagy merőleges a sziklahomlokra, azaz a szabad felületre, vagy azzal különböző szöveget zár be. Ezzel szemben a felülről fúrt lyukak általában közel párhuzamosak a sziklahomlokkal. Mivel a robbantás pillanatában keletkezett gázok a töltéstér felületére merőlegesen hatnak, nyilvánvaló, hogy az utóbbi eset a kedvezőbb, mert a hatóirány a lehetséges elmozdulás irányával egybeesik, míg az előbbi esetekben attól eltérő. Legkedvezőtlenebb a szabad felületre merőlegesen fúrt lyuk, mert ekkor a hatóiránynak egyáltalán nincs komponense a szabad felület felé. Ilyenkor a keletkezett gázok nagy erővel igyekeznek kinyomni a lyukból a fojtást, legtöbb

esetben sikerrel. Ennek eredménye, hogy a lyuk szájánál levő kőzet nagy távolságra repül ki, de ugyanakkor a robbanás nagyon rossz hatásfokkal dolgozik, az előtétnek csak kis hányada szakad ki, hosszú lyukvégek (lőzsákok) maradnak vissza.

Nyújtott töltetnél a robbanás hatása nem gömbfelületen terjed. A valódi hatásidom annál inkább eltér a gömbtől, minél nyújtottabb a töltet. Igen helyesen mutat rá Kochanowsky [3] erre a kérdésre, mikor azt mondja, hogy „a töltet alakja is irányítja a robbanási erő propagálódásának alakját.”

A magyar Schaffer Antal [4] a nyújtott töltet köré ellipsziodot rajzol.

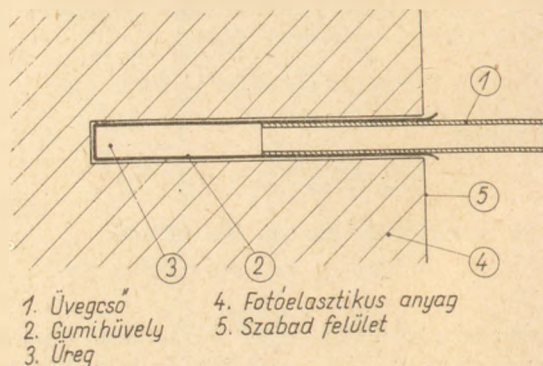
Pokrovskij [5] jelenleg hengerrel számol, melyet két végén félgömb zár le. Plasztikus és általában olyan anyagban, mely kitér a nyomás elől és maradó alakváltozást szenved, a töltet tere valóban ilyen alakra bővül; ez a visszamaradó kőzetfalon jól látható. Nem plasztikus anyagoknál fotoelasztikus anyagban végzett modellkísérletek azonban mást mutatnak.

A fotoelasztikus anyag átlátszó, optikailag izotrop, de mechanikai erő hatására optikailag anizotroppá válik. Két plexitlap közé öntik és szilárdulás után vizsgálják. A polarizált fényvel átvilágított modell mögé helyezett analizátoron a feszültségviszonyoknak megfelelő ábrák jól láthatók és le is fényképezhetők.

Dr. Kapoly László bányamérnökkel, aki már régóta folytat különféle modellkísérleteket fotoelasztikus anyagokkal, kísérleteket kezdtünk a hatásidom alakjának megállapítására, különféle körülmények között. A fotoelasztikus anyagban a töltési űrnek megfelelő hengeres üreget létesítettünk és ebbe sűrített levegőt nyomtunk. A levegőt üvegsővön át vezetjük be. Az üvegsőv egyben a fojtást is képviseli.

Egy modell elvi vázlatát látni az 5. ábrán, mely a szabad felületre merőlegesen fúrt lyuk esetének felel meg. A fotoelasztikus anyagot a szabad felületet képviselő oldal kivételével megtámasztottuk.

A 6. ábrán látható egy, a szabad felületre merőleges hengeres nyújtott töltet feszültségábrája. Ebből azt állapíthatjuk meg, hogy a lyuk fenekének irányában nincs jelentős hatás, a hatásidom pedig nem henger, hanem inkább hordó alak,



1. Üvegső
2. Gumihüvely
3. Űreg
4. Fotoelasztikus anyag
5. Szabad felület

5. ábra



sőt *jelen esetben* nem a hengeres nyújtott töltet hosszában a legnagyobb a kiterjedése, hanem a henger palástjára, azaz a töltet hosszára merőleges irányban. Ezen tényekre való tekintettel nagylyukú robbantásnál a láb többlettöltetének elhelyezésére a sziklahomlokra merőlegesen fúrt lyukak nem jöhetnek szóba.

Nagylyukú robbantásnál tehát csak ferde irányú lyukakkal fúrhatjuk meg a lábat, mert csak ezek hatóirányának van olyan komponense, mely egybeesik a lehetséges elmozdulás irányával. A lyukakat irányíthatjuk a lábvonalra merőlegesen, de ferdén fölfelé emelkedve, vagy vízszintesen, de oldalirányban ferdén, vagy a kettőt kombinálva, oldalirányban ferdén, de ugyanekkor emelkedéssel. A ferdén felfelé irányított lyukakat szokás *csúsztató* lyukaknak is nevezni, mert sokszor az a céljuk, hogy több ilyen lyuk alkalmazásával a robbantáskor keletkezett ferde síkon az anyag előrecsússzon, könnyebben mozogjon előre. Hátránya ennek a megoldásnak, hogy a bányaudvar szintje és a ferde lyukak síkja közötti közettömeg megmarad, s azt utólag kell kirobbantani. A lábkérdés így tehát nincs maradéktalanul megoldva.

*Legcélszerűbb ezért a vízszintesen, de a lábvonalra ferdén irányított lyukak telepítése a bányaudvar szintjén, hogy a robbanás ezen a szinten nyírja el a kőzetet.*

## 2. A beszorítási tényező

Mikor *Langefors* a

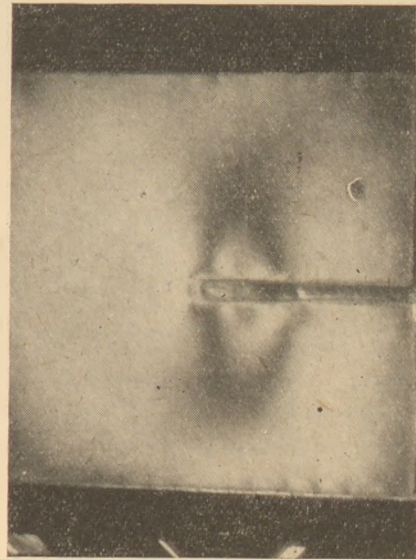
$$\frac{q_m}{q_n} = 2,75$$

tényező értékét megállapítja, beszorított fenék esetével számol. Ez a szám tehát lényegileg beszorítási tényező, mely megmondja, hogy adott körülmények között a lábba hányszor nagyobb töltetet kell elhelyezni, mint a homlok ugyanilyen szakaszába. Ha a körülmények változnak, a beszorítási tényező is változik. A körülmények változását fejezi ki a  $L_n$ -re adott képletben szereplő  $v'$  is, mely a beszorítás módosító tényezője.

Ha a beszorítási tényezőt *adott körülmények között* (így például aláfúrás esetén) sikerül meghatározni, a gyakorlat számára igen egyszerű töltetszámítási módot kapunk. Fontos ezért részletesen foglalkozni a beszorítási tényező kérdésével.

### a) *Lares* és *Weichelt* adatai

A beszorítási tényezőre az irodalom adatai nem egységesek. *Lares* például csak a szabad felületek számától teszi függővé értéküket, de nincs tekintettel az egyéb körülményekre, így például arra, hogy *azonos számú szabad felület esetén is erősen változik a beszorítás tényezője* a robbantási eljárástól, koncentrált, vagy nyújtott töltet alkalmazásától, sőt a fúrólyukak irányától függően is. Nagylyukú robbantásnál a sziklahomlok, vágathajtásnál ennek munkahomloka egy szabad felületnek számít, mégis változik a beszorítási tényező értéke aszerint, hogy a szabad felület melyik részén helyezik el a töltetet. Mind



6. ábra

nagykamrás, mind nagylyukú robbantásnál nagyobb a beszorítási tényező a lábban, mint a homlokban. Ha strukturális okok nem befolyásolják, vágathajtás esetén is kedvezőbb a betörés a homlok közepén, mint a szélén.

*Weichelt* kézikönyvében [6] a beszorítási tényezőre már részletes táblázatot ad, ahol a szabad felületek számán kívül igen sok egyéb körülményt is figyelembe vesz. Néhány bennünket érdeklő adatot kiragadva az *1. táblázatot* állíthatjuk össze.

*Weichelt*-nél felülről fúrt normál lyukba a talp fölött elhelyezett *koncentrált töltet* esetén  $v$  értéke eggyel egyenlő, tehát ez képezi az összehasonlítás alapját.

Táblázatából jól látni, hogy a szabad felület határához, tehát a beszorítás helyéhez közeledve, a beszorítási tényező értéke nő. Nagykamrás robbantásnál, egy szabad felület esetén, ha csak egy méterrel telepítjük is a kamrát a talp fölé, 1,8-ról 1,6-ra esik le  $v$  értéke. Ez utóbbi érték a talpon elhelyezett kamra beszorítási tényezője. A homlokban elhelyezett kamra beszorítási tényezőjét *Weichelt* nem adja meg, s így nem tudjuk összehasonlítani, hogy nála a talpon elhelyezett töltet hányszorosa a homlok töltetének. Mivel a nagykamra is koncentrált töltet, feltételezzük, hogy annak értéke is egy körül van. *Ha ezt elfogadjuk*, akkor a talpon elhelyezett, koncentrált töltet beszorítási tényezője közel kétszerese (1,8) a szabadon elhelyezett töltetnek.

*Weichelt* táblázatából alkalom nyílik összehasonlítani a különböző irányba és helyre telepített fúrólyukakba elhelyezett nyújtott töltetek beszorítási tényezőit. Egy szabad felület esetén felülről a talpig fúrt, vagy a talp fölött megállt lyukba elhelyezett nyújtott töltetnél  $v = 1,2$ . Ezzel szemben vízszintes lyukaknál, ugyancsak nyújtott töltetnél, ha azokat egy méterrel telepítjük a talp fölött,  $v = 1,4$ . A különbség oka nyilvánvalóan az, hogy a felülről fúrt lyuk legalább is közel párhuzamos a szabad felülettel, addig a szintes lyuk arra vagy merőleges, vagy szöveget zár be vele, azonkívül a kőzet önsúlya is

1. táblázat

A beszorítási tényező értékei Weichelt kézikönyvéből

Robbantási eljárás	Töltés módja	Szabad felületek száma			
		1	2	3	4
Felülről fúrt lyukak a talp fölött, vagy a talpig fúrva	koncentrált	1,0	0,8	0,6	0,4
	nyújtott	1,2	1,0	0,8	0,6
Nagylyukú robbantás a talpig fúrva	nyújtott	1,6	1,4	1,2	1,0
Szintes lyukak 1,0 m-re a talp fölött	nyújtott	1,4	1,2	1,0	0,8
A talpszinten telepített szintes lyukak	nyújtott	1,6	1,4	1,2	1,0
Csúsztató robbantás (ferdén fölfelé irányított lyukak)	nyújtott	1,3	1,1	0,9	0,7
Nagykamrás robbantás 1 m-re a talp felett	koncentrált	1,6	1,4	1,2	—
Nagykamrás robbantásnál, ha a kamra a talp szintjén van, vagy különlegesen erős beszorítás esetén	koncentrált	1,8	1,6	1,4	—
Pilléromlasztás és magas sziklák robbantása vízszintes lyukakkal	nyújtott	4,5	—	—	—

töltet beszorítási együtthatójához, az 1,2-höz viszonyítunk. Megkülönböztetésül az így kapott beszorítási együtthatókat  $\nu$ -vel jelöljük. Egy szabad felület esetén  $\nu$  értékeit a 2. táblázatban találjuk.

2. táblázat

Felülről fúrt lyukban elhelyezett nyújtott töltethez viszonyított beszorítási együtthatók értékei

Robbantási eljárás	$\nu$
Felülről fúrt lyuk a talp fölött, vagy a talpig fúrva	1
Szintes lyukak 1 méterre a talp fölött	1,17
A talpszinten telepített lyukak	1,33
Csúsztató robbantás	1,08
Pillér omlasztás és magas sziklák robbantása vízszintes lyukakkal	3,75

A talpon vízszintesen telepített nagytérőjű lyukak beszorítási tényezője tehát a 2. táblázat szerint a felülről fúrt nagytérőjű lyukakhoz viszonyítva 1,33 és 3,75 között változik. Egyik szélső érték sem felel meg a mi körülményeinknek. Nagylyukú robbantásnál a fal magassága ugyanis nagyobb, mint  $2w$ , másrészt nem kizárólagosan vízszintes lyukakat alkalmaznak, mint a magas sziklák robbantásánál, hanem egyidejűleg függőleges lyukakat is. Esetünkben tehát Weichelt értékei nem alkalmazhatók, s más értékeket kell keresnünk.

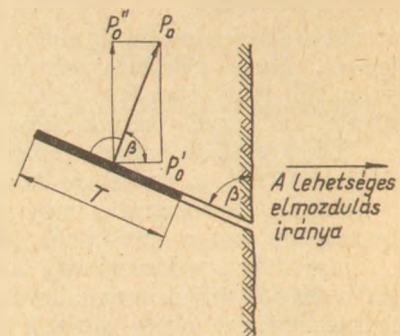
Próbáljuk meg ezek után a lábba telepített lyukak beszorítási tényezőjét ( $\nu$ ) számítással meghatározni.

b) A ferdén fúrt lyukak beszorítási tényezőjének meghatározása számítással.

Számítsuk a különböző irányba fúrt lyukak beszorítási tényezőjét egy szabad felület esetén abból a tényből kiindulva, hogy ferdén fúrt lyuknál a hatásirány nem esik egybe a lehetséges elmozdulás irányával, tehát a valóságban a hatóerőnek csak a lehetséges elmozdulás irányába eső összetevője érvényesül.

A 7. ábrán  $P_0$ -al jelöljük a robbanás pillanatában fellépő összes hasznos nyomást, mely merőlegesen hat a fúrólyuk irányára. A lehetséges elmozdulás iránya nagylyukú robbantásnál a sziklahomlokra merőleges. A fellépő összes hasznos nyomásból így csak  $P'_0$  érvényesül

$$P'_0 = P_0 \cdot \cos \beta$$



7. ábra

terheli. Ha a szintes lyukakat egészen a talpon telepítik, a beszorítási tényező 1,6-ra nő ugyancsak nyújtott töltet esetén, viszont ha a lyukakat fölfelé emelkedve telepítik, 1,3-ra csökken, mert ez esetben a nehézségi erő segíti az anyag előre-mozgását. Nem szabad elfelejteni itt arról, hogy Weichelt általában csak akkor használt vízszintes, vagy fölfelé emelkedő lyukakat, ha a sziklahomlok magassága nem nagyobb  $2w$ -nél, azaz ha a lyukra nem nehezedik túl nagy teher. Egyedül pilléromlasztásnál, vagy magas sziklaszirtek robbantásánál találkozunk olyan esettel, mikor a sziklahomlok lényegesen magasabb, mint  $2w$ , azaz a lyukra igen nagy teher esik, ami túlzott beszorítást eredményez. Ilyen esetben általában szintes, de oldal irányban ferde lyukat fúrnak. A beszorítási tényező értéke Weichelnél ez esetben 4,5.

Weichelt táblázatában közölt beszorítási tényezők — mint már hangsúlyoztuk — a felülről fúrt lyukba helyezett koncentrált töltethez viszonyított értékek. Minket az érdekel, hogy a homlok nyújtott töltetéhez viszonyítva hogy változik a beszorítási együttható értéke, a lábba telepített különböző irányú lyukaknál. Ezért tisztább képet kapunk, ha a felülről fúrt lyukba helyezett nyújtott

Az [1] közlemény (109. oldal) eredménye szerint:

$$P_0 = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T$$

ahol  $f$  a specifikus nyomás: 1 kg felrobbantott robbanóanyag nyomása 1 liter térben.

(Paxitnál 9571 kg/cm<sup>2</sup>, ammondinamitnál 10,282 kg/cm<sup>2</sup>.)

$\Delta$  a töltési sűrűség: 1 liter töltési térben levő robbanóanyag kg-ban (kg/liter),

$d$  a lyuk átmérője mm-ben,

$T$  a töltet hossza méterben.

Tehát az érvényesülő nyomás:

$$P'_0 = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T \cdot \cos \beta$$

Nyújtott töltetnél a töltet súlya

$$L = q_m T$$

ezért

$$P_0 = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot \frac{L}{q_m}$$

Ha  $d$ -t mm-ben vesszük figyelembe

$$q_m = \frac{0,8d^2\Delta}{1000}$$

Ezt behelyettesítve

$$P_0 = 12\,500 \frac{f}{d} L$$

Ha  $f$ ,  $\Delta$  és  $d$  értékek számításunknál azonosak és így  $q_m$  értéke is mindig azonos, akkor

$$P_0 = CL$$

ahol  $C$  állandó érték.

Ezek szerint a robbanás pillanatában fellépő összes hasznos nyomás arányos a lyukba betöltött robbanóanyag mennyiségével.

Ugyanígy

$$P'_0 = CL \cos \beta$$

$$L \cos \beta = L_\beta$$

jelölést alkalmazva

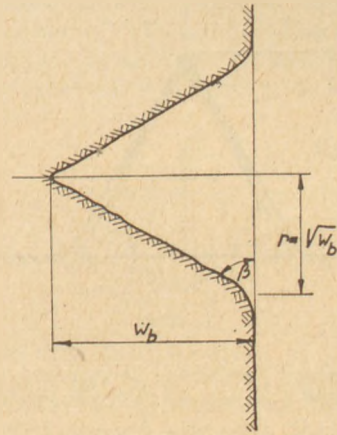
$$L_\beta = q_m \cdot T \cdot \cos \beta$$

$L_\beta$  az a töltetsúly, melyet ha a szabad felülettel párhuzamosan fúrt lyukba helyezünk, ugyanazt a hatást érvük el, mintha  $L$  súlyú töltetet  $\beta$  szögben fúrt lyukba helyezünk. Feltéve, ha úgy az  $L_\beta$ , mint az  $L$  töltet súlypontjának a távolsága a szabad felülettől ( $w$ ) ugyanaz.

$\beta$  szögben fúrt lyuk esetén az  $L$  súlyú töltet hatása csak annyi, mintha  $L_\beta$  töltetet helyeztünk volna el egy, a szabad felülettel párhuzamosan fúrt lyukba. Ferdén fúrt lyuk esetén a lyukba nagyobb töltetet kell elhelyezni, mintha a lyuk a szabad felülettel párhuzamos lett volna. A fajlagos robbanóanyagfogyasztást tehát egy tényezővel szorozni kell, mely megfelel a  $\nu$  beszorítási tényezőnek.

$$\nu = \frac{L}{L_\beta} = \frac{q_m T}{q_m T \cos \beta} = \frac{1}{\cos \beta}$$

El kell még dönteni, hogy *milyen szög alatt fúrdják a lyukakat*. Erre vonatkozólag Ohnesorge tanulmányát [7] vehetjük irányadónak.



8. ábra

Az ismert  $n^2 = \frac{1}{w}$  összefüggésből követke-

zik, hogy a betörés mélysége és a helyes betörés-kor keletkezett robbanási tölcser sugara közt a következő összefüggés áll fenn:

$$r = \sqrt{w}$$

$$\text{Ugyanis } n = \frac{r}{w}, \text{ tehát } \frac{r^2}{w^2} = \frac{1}{w}$$

$w$  és  $r$  ismeretében kiszámíthatjuk a 8. ábrán látható  $\beta$  szöveget. Mivel az előtét itt egyben a betörés mélysége, megkülönböztetésül a szabad felülettel párhuzamosan fúrt lyuk előtétjétől  $w_b$ -vel jelöljük

$$\text{tg } \beta = \frac{w_b}{r} = \frac{w_b}{\sqrt{w_b}} = \sqrt{w_b}$$

A kapott értékekből a 3. táblázatot állíthatjuk össze.

3. táblázat

A helyes kivetési tölcser méretei a betörés mélységétől függően koncentrált töltet esetén

$W_b$	1	2	3	4	m-ben
$r = \text{tg } \beta = \sqrt{w_b}$	1	1,415	1,730	2,000	m-ben
$\beta$ .....	45°	55°	60°	63°	fokban
$Q_w$ .....	1	4,0	9,0	16,0	m <sup>2</sup> -ben

A táblázatban szereplő  $Q_w$  érték, a kivetési tölcser térfogata.

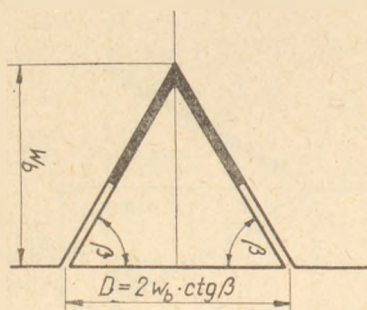
$$Q_w \approx W_b^2$$

mert

$$Q_w = \frac{3,14r^2 W_b}{3} = \frac{3,14(\sqrt{w_b})^2 w_b}{3} = \frac{3,14w_b^2}{3}$$

Ezek az értékek koncentrált töltetre vonatkoznak. Ohnesorge szerint teljesen kielégítő, ha a betörés megkapja a kidobási tölcser nagyságát és formáját. Nyújtott töltet esetén azt úgy érhetjük el *leg-tökéletesebben, ha a lyukakat a kitérésű kúp palástja mentén körbe  $\beta$ -szöggel telepítjük*. A koncentrált töltetre számított robbanóanyagmennyiséget a fúrt lyukakba egyenlően osztja szét.

A gyakorlatban a betörés többnyire nem kúpos, hanem inkább ékes. Ohnesorge *ékalakú*



9. ábra

betörés lyukainak fúrásánál is megtartja a  $\beta$ -szöget és az ék homlokszölességét (2—2 lyukkezdés távolságát egymástól) számolja. Szimmetrikus ékes betörésnél a 9. ábra szerint

$$D = 2 w_b \cotg \beta$$

A 3. táblázatból láthatjuk, hogy a betörés hosszának ( $w_b$ ) növekedésével  $\beta$  szög gyorsan nő. Ohnesorge tanulmánya földalatti vágatokra vonatkozik, ahol a betörés hossza ritkán és csak kevésbé szilárd és puha kőzetek esetén éri el a 3 métert. Nagylyukú robbantásnál a fogás vastagsága, ami a betörésnek számító aláfúrások hosszát határozza meg, többnyire 4—5 méter, vagy még ennél is nagyobb. Ohnesorge elvét alkalmazva nagy  $\beta$  szöget kapunk, pedig  $\beta$  szög növekedésével a hatóerőnek a lehetséges elmozdulás irányába eső összetevője kicsi, a beszorítás együtthatója ( $\nu$ ) nagyon megnő. Ezért nagylyukú robbantás esetén az aláfúrásoknak a szabad felülettel bezárt szögét  $60^\circ$ -nál nem veszik nagyobbra.

Klasszikus betörésnél a kőzetet egy kis terjedelmű helyen bontják meg, s a betörés kúp vagy ék alakú. Ezzel szemben itt az aláfúrás lyukait hosszú sorban, a robbantásra kerülő homlok teljes hosszában telepítik.

A sorba és egymástól egyenlő távolságba fúrt lyukak többnyire szintesek, de oldalirányba ferdék, miként erről már szó volt. Arra törekednek, hogy legalább az egyik oldalon szabad felület legyen, s a lyukak iránya a szabad felület felé tér el. Ha nincs oldalt szabad felület, akkor egy helyen a klasszikus betörés mintájára valóban telepítenek két lyukat, s az ezektől két oldalra eső többi lyuk iránya ezen betörési hely felé tér el (10. ábra).



10. ábra

A gyakorlatban az aláfúrásoknak a szabad felülettel bezárt szöge  $45^\circ$ — $60^\circ$  között változik. Ez esetben  $\nu$  értéke 1,4—2,0 között van.

A  $\nu$ -re meghatározott 1,4—2,0 érték csak teljesen szabad felület esetére érvényes. A talp közelében a felület nem teljesen szabad, be van szorítva. A beszorítás tényezője összpontosított töltet esetén a talpon — miként láttuk — körül-

belül kétszeres, mint a homlokon. Ha ez a ferdén fúrt lyukakra is érvényes, akkor a talpon fúrt ferde lyukaknál 2,8—4,0 értéket kapnánk  $\nu$ -re. Nagyon közel áll ez Weichelt táblázatából kapott  $\nu = 3,75$  értékhez, mely magas sziklák robbantása esetén érvényes. Ezt az értéket azonban mégsem vehetjük számításba, mert az aláfúrásokon kívül a függőleges lyukaknak a láb szakaszára eső hossza is meg van töltve és együtt dolgozik az aláfúrás lyukaival. Ez megváltoztatja a beszorítás tényezőjét.

A következőkben azért úgy járunk el, hogy a láb terhelésének és az eddig tárgyalt összefüggéseknek ismeretében kiszámítjuk a láb töltetét. Az így kapott értékeket már viszonyíthatjuk a homlok töltetéhez s a kettő viszonyából megkaphatjuk a helyes beszorítási tényezőt, melyet gyors számításoknál irányadóul vehetünk.

### 3. A láb töltetének számítása

A lyukak elhelyezésének és irányszögének eldöntése után számítani lehet a működő erőt, a terhelést s ezekből végeredményben a szükséges töltetet.

a) A bányaudvar szintjén oldal irányba ferdén fúrt lyukak esetén

A  $P'_0$  működő erő  $\beta$  szögben fúrt lyuk esetén, mint az előzőekben láttuk:

$$P'_0 = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T \cdot \cos \beta$$

A láb anyagának kiszakítását a közel függőleges sziklafalból, az anyag törését és kivetését a láb mögött levő függőleges lyukak ugyanúgy elvégzik, mint fentebb a homlok szakaszán. A többletterhelés, ami a bányaudvar szintjén jelentkezik, az aláfúrás lyukai között levő  $a \cdot w$  felület (11. ábra) elnyírása és a kirobbantott, előremozgó tömeg súrlódása a talajon. A többletterhelést  $B$ -vel jelölve:

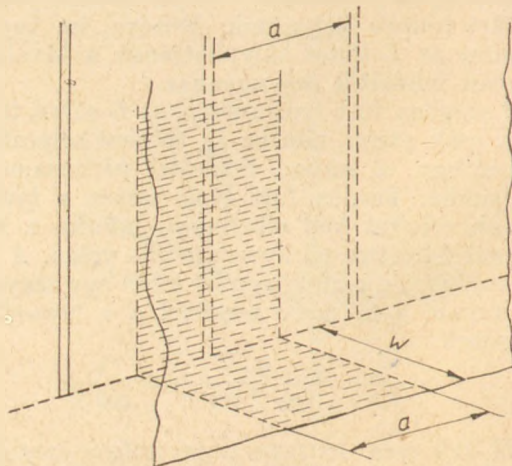
$$B = a w \sigma_{ny} + \mu G$$

Ahol  $G$  az  $a \cdot w$  alapterületre eső kőzet súlya.

Mivel

$$G = a \cdot w \cdot H \cdot \gamma$$

$$B = a \cdot w \cdot \sigma_{ny} + \mu \cdot a \cdot w \cdot H \cdot \gamma$$



11. ábra

ahol  $a$  a felületről fúrt lyukak, egyben az aláfúrás lyukainak távolsága egymástól  $m$ -ben  
 $w$  a fogás vastagsága  $m$ -ben,  
 $\sigma_{ny}$  a kőzet nyírószilárdsága  $kg/m^2$ -ben,  
 $\mu$  a súrlódási együttható (kőzet kőzeten),  
 $H$  a sziklahomlok magassága  $m$ -ben,  
 $\gamma$  a kőzet térfogatsúlya  $kg/m^3$ -ben.

Mivel a kőzet repedezésének megindulásakor az expanzió miatt a gázok nyomása csökken, a robbanás pillanatában fellépő  $P'_0$  erőt csökkenteni kellene.

Ha azonban a függőleges lyukakat  $0,3 w$  mélységben a bányaudvar szintje alá fúrjuk, akkor a nyomást a túlfúrásban mintegy tartalékolt gáztömeg tovább tartja fenn, ami az előbb említett nyomáscsökkentő hatást ellensúlyozza.

Így

$$P'_0 = B$$

Az értékeket behelyettesítve:

$$10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T \cdot \cos \beta = a \cdot w \cdot \sigma_{ny} + \mu \cdot a \cdot w \cdot H \cdot \gamma$$

Ebből egy lyuk töltetének hossza:

$$T = \frac{a \cdot w}{10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot \cos \beta} (\sigma_{ny} + \mu \cdot \gamma \cdot H)$$

Egy aláfúrt lyuk töltetének súlya, ha a lyuktávolság a függőleges lyukak távolságával egyenlő:

$$L = T \cdot q_m$$

A töltet hosszának kiszámítása után ellenőrizni kell, hogy az befér-e a  $\beta$  szögben fúrt  $h$  hosszúságú lyukba. A lyuk hossza a 12. ábra szerint

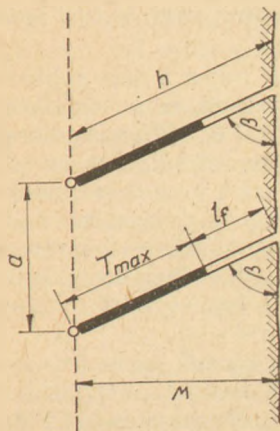
$$h = \frac{w}{\sin \beta}$$

Mivel a fojtás számára  $l_f$  hosszú szakaszt kell biztosítani, a töltet számára rendelkezésre álló maximális hossz ( $T_{max}$ ):

$$T_{max} = \frac{w}{\sin \beta} - l_f$$

$l_f$  értéke például 80 mm átmérőjű lyuk esetén legalább 3,0 m legyen.

Ha a számított töltet nem fér be ( $T > T_{max}$ ), az aláfúrás lyukait sűríteni kell. Ezzel szemben,



12. ábra

ha a rendelkezésre álló lyukhossz nincs kellőképpen kihasználva ( $T < T_{max}$ ), a fölösleges fúrás elkerülése céljából az aláfúrás lyukait tovább kell telepíteni egymástól.  $a'$ -el jelölve a  $T_{max}$ -hoz tartozó lyuktávolság,

$$a' = a \frac{w}{\sin \beta} - l_f$$

ahol  $a$  a függőleges lyukak távolsága egymástól.

$$a' \geq a$$

b) felfelé emelkedő lyukak esetén

A működő  $P'_0$  erőt az előzően hasonlóhoz számíthatjuk.

Ha az aláfúrás fölfelé emelkedő lyukakkal történik, már nem nyírásra, hanem húzásra kell számolni. Feltételezve, hogy minden felülről fúrt lyukra egy aláfúrás esik, egy-egy ferde lyukba töltött robbanóanyag  $a \cdot h$  felületen kell kiszakítani a kőzetet.

A 13. ábra szerint

$$h = \frac{w}{\sin \beta}$$

tehát

$$a \cdot h = a \frac{w}{\sin \beta}$$

A kiszakításhoz szükséges erő ( $B_h$ ):

$$B_h = a \frac{w}{\sin \beta} \sigma_h$$

ahol  $\sigma_h$  a kőzet húzószilárdsága  $kg/m^2$ -ben.

Ezenkívül a függőleges lyukak talpszintje alatti kötőanyag törését és kivetését is a ferdén aláfúrt lyukakba töltött robbanóanyagok kell elvégeznie. Ehhez a munkához szükséges többlet erő arányos a töltetre eső kőzettérfogattal:

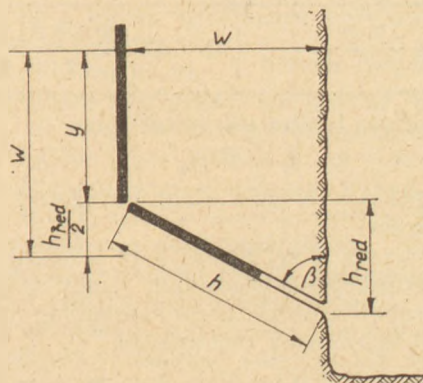
$$B_t = C' V$$

ahol  $C'$  egy arányossági tényező.

A 13. ábra szerint

$$V = \frac{a \cdot h_{red} \cdot w}{2} = \frac{a \cdot w \cdot \cotg \beta \cdot w}{2} = a \frac{w^2 \cotg \beta}{2}$$

$$B_t = C' a \frac{w^2 \cotg \beta}{2}$$



13. ábra

$B_t$  számításához ismerni kell  $C'$  értékét. Ha  $V = 1$ , akkor  $B_t = C'$ , azaz  $C'$  az egy  $m^3$  kőzet aprításához, kivetéséhez stb. szükséges erő, az adott körülmények között.

Ha már ismerjük a homlok egy folyóméter hosszú szakaszának kirobbantásához szükséges töltet, akkor  $C'$  értékét meghatározhatjuk.

A homlok egy folyóméter hosszú szakaszán működő erő ( $P_{o1}$ ):

$$P_{o1} = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d$$

Ez az erő végzi a kőzet kiszakítását  $a \cdot I \cdot m^2$  felületen és az  $a \cdot I \cdot w \cdot m^3$  kőzet aprítását, kivetését.

A kőzet kiszakításához szükséges  $A_{h1}$  erő:

$$A_{h1} = a \cdot \sigma_h$$

A kőzet aprításához, kivetéséhez szükséges  $A_{t1}$  erő:

$$A_{t1} = C' \cdot V = C' \cdot a \cdot w$$

$$P_{o1} = A_{h1} + A_{t1}$$

$$A_{t1} = P_{o1} - A_{h1}$$

$$C' \cdot a \cdot w = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d - a \cdot \sigma_h$$

Ebből

$$C' = \frac{10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d - a \cdot \sigma_h}{a \cdot w}$$

Az így kapott értékkel azonban mégsem számíthatunk, mert a felülről fúrt lyukak talpszintje alatti kötömegek és a homlokban levő kötömegek törésének és kivetésének körülményei nem azonosak.

Ferdén fölfelé emelkedő aláfúrás esetén robbantáskor egy kifelé lejtő csúsztató sík keletkezik, melyen a fölötte levő kötömegek önsúlyától terhelve, az anyag előremozog. Csak a töréshez kell energia, a kivetéshez nem. Így a számított értéket csökkenti kell és  $C'$  értékét egy  $\zeta$  tényezővel szorozzuk, mely egynél kisebb. A gyakorlat szerint  $\zeta = 0,65$ . Ha tehát a lábat ferden felfelé emelkedő lyukakkal fúrjuk meg, akkor

$$B_t = \zeta_1 \cdot C' \cdot V$$

$C'$  értékének kiszámítása után felírhatjuk, hogy

$$P'_0 = B_h + B_t$$

Az értékeket behelyettesítve

$$10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T \cos \beta = a \frac{w}{\sin \beta} \sigma_h + \zeta C' a \frac{w^2 \cotg \beta}{2}$$

$$10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T \cos \beta = \frac{a w}{\sin \beta} \left( \sigma_h + \zeta C' \frac{w \cos \beta}{2} \right)$$

$$T = \frac{a \cdot w}{10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cos \beta} \left( \sigma_h + \zeta C' \frac{w \cos \beta}{2} \right) \frac{1}{\sin \beta}$$

Egy függőleges lyukra eső töltet súlya

$$L = T \cdot q_m$$

$a'$  kiszámítására a már előbb levezetett képlet itt is érvényes.

Alkalmazva  $T$ -re, illetve  $L$ -re levezetett képleteket, példaképpen végezzünk el egy számítást. A kőzet legyen mészkő, a robbanóanyag ammonidinit. A számításba vett értékek:

$a = 4,0$  m;  $w = 5,0$  m;  $H = 30,0$  m;  $f = 10,282$  kg/cm<sup>2</sup>;  $d = 80$  mm;  $\Delta = 0,96$ ;  $\beta = 60^\circ$ ;  $\gamma =$

$2500$  kg/m<sup>3</sup>;  $\sigma_{ny} = 500\,000$  kg/m<sup>2</sup>;  $\sigma_h = 300\,000$  kg/m<sup>2</sup>;  $\mu = 0,75$ ;  $q_m = 4,8$  kg;  $\zeta = 0,65$ .

A bányaudvar szintjén telepített lyukak esetén  $T = 2,82$  m,  $L = 13,53$  kg. Ferdén felfelé fúrt lyukak esetén:  $T = 3,32$  m,  $L = 15,95$  kg.

Ezek alapján most már számíthatjuk a beszorítási tényezőt a homlok töltetéhez viszonyítva.

A bányaudvar szintjén vízszintesen, de oldalirányba ferden fúrt lyukak és a példában közölt adatok esetén a láb magassága 5 méter, a függőleges lyukak túlfúrásának hossza  $5 \times 0,3 = 1,5$  m. A túlfúrással együtt a függőleges szakaszba betöltött robbanóanyag  $6,5 \times 4,8 = 31,20$  kg. Az aláfúrás töltete az előzők szerint 13,53 kg. A láb összes töltete tehát 44,73 kg. Ezzel szemben a homlok 5 méteres szakaszának töltete  $5 \times 4,8 = 24$  kg. A beszorítás tényezője ( $\nu$ ) tehát

$$\nu = \frac{44,73}{24} = 1,9$$

Ferde aláfúrás esetén a láb magassága változó, tehát csak átlagos magasságról beszélhetünk. Ha a láb átlagos magassága  $w$ , akkor a 13. ábra szerint a függőleges lyukból csak  $y$  hosszúság esik a lábba.

$$y = w - \frac{h_{red}}{2} = w - \frac{w \cotg \beta}{2} = w \left( 1 - \frac{\cotg \beta}{2} \right)$$

Ha  $w = 5$  és  $\beta = 60^\circ$ , akkor  $y = 3,6$ . A függőleges lyukaknak a lábba eső 3,6 méter hosszú szakaszába 17,28 kg robbanóanyag fér. A ferde aláfúrás számított töltete 15,95 kg. A láb összes töltete tehát 33,23 kg. A homlok 24 kg-os töltetéhez képest a beszorítás tényezője

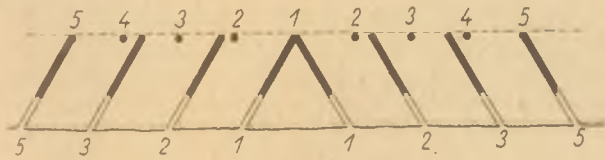
$$\nu = \frac{33,23}{24} = 1,4$$

Aláfúrás esetén tehát a láb beszorítási tényezője *Langefors* 2,75-ös értékénél kisebb. Langeforsral ellentétben itt nem okoz gondot a töltet elhelyezése, legfeljebb az aláfúrások lyuktvólságát kell változtatni ( $\alpha'$ ). Lényegesen kisebb a beszorítás tényezőjének értéke ahhoz az értékhez viszonyítva, melyet kizárólag ferde lyukakkal megfúrt sziklahomlokra előzőleg vezettünk le (2,8—4,0), illetve amit ilyen esetre *Weichelt* megad (3,75).

c) Ha a bányaudvar szintjén fúrt lyukakat időzítve, később robbantjuk.

Nem lenne teljes a láb robbantásának kérdése, ha befejezésül nem foglalkoznánk még a időzítés kérdésével is. Millszekundos gyújtás esetén mindig nagy gondot okozott az aláfúrt lyukak időzítése. Ezt csak a lyukak helyének és irányának előzetes kitűzése, vagy legalábbis utólagos bemérése esetén lehetett szakszerűen elvégezni. Ügyelni kellett arra, hogy a függőleges lyuk és a hozzá közel eső aláfúrt lyuk együtt robbanjon miként a 14. ábrából látható.

Az ábrán a lyukak mellé írt számok az időzítés sorrendjét jelentik. Láthatjuk, hogy ha a lyukosztás más a függőleges és más az aláfúrás lyukai-nál, egyes idők ki is maradhatnak.



14. ábra

Ez a technológia pontos mérést és a fúrásnál nagy munkafegyelmet igényel. Ha ezek biztosítottak, a célnak jól megfelel.

Éveken át eredményesen robbantottunk így. Ettől függetlenül folytak más, különböző irányú kísérletek. Egy részükkel azt kutattuk, hogy van-e jelentősége annak, ha az aláfúrás lyukait a felső lyukakkal egy időben, vagy időben eltolva korábban, vagy később robbantjuk. A késleltetés MSG gyutacsokkal, tehát csak 25 millszekundos nagyságrendű időzítéssel történt. Semmi észlelhető elérés nem mutatkozott.

A kísérletek másik része annak megállapítására irányult, hogy szintes aláfúrás esetén szükséges-e a felülről fúrt lyukakat túlfúrni a bányaudvar szintje alá, és nem lenne-e elég a felső lyukakkal a bányaudvar szintje fölött megállni. Önmagukban ezek a kísérletek sem jártak eredménnyel, mert a láb nem jött ki teljes mélységben, hanem kis padka maradt vissza, melyet a következő robbantás előtt külön kellett eltávolítani.

A két kísérletcsoport egyesítése volt 1960-ban az a gondolat, hogy a függőleges lyukakkal álljunk meg a bányaudvar szintje fölött és az aláfúrás lyukait időzítve, a függőleges lyukakhoz képest később robbantsuk el.

Olyan esetben, amikor a homlokot nem fúrják alá, s csak függőleges lyukakkal robbantanak, robbantáskor a homlok teljes magasságban kimozdul és megrepedezik, de az alja visszaül, mert a lábban levő robbanóanyag ereje kisebb, mint a terhelés. Nem marad erő a kivetésre. Az új elgondolás szerint a mozgásban levő lábat egy később robbanó töltettel kell kivetésre kényszeríteni. A felülről fúrt lyukak ilyenkor nem érhetnek le a bányaudvar szintjéig, nehogy megrongálják az aláfúrt lyukak környékét.

Ezeknél a kísérleteknél alkalmaztuk először az MSG gyutacsokkal egy időben a hosszabb késleltetésű RKG gyutacsokat jó eredménnyel.

Az MSG gyutacsorozat öt fokozatból áll. Az időzítések értéke 13, 27, 50, 75, 105, tehát egymáshoz viszonyítva kb. 25 millszekund a késleltetés.

Az RKG gyutacsorozat szintén öt fokozatból áll, de az időzítések értéke: 50, 150, 300, 500, 700. Egymáshoz viszonyítva tehát 100—150—200 millszekund múlva robbannak.

A felülről fúrt lyukakat egymáshoz viszonyítva a szokott módon MSG gyutacsokkal késleltetve robbantottuk, míg az alsó lyukakat egyszerre, de RKG gyutaccsal késleltetve akkor, amikor az MSG gyutacsok legnagyobb időzítése is felrobbant. A gyakorlat azt mutatta, hogy ha 100 millszekund múlva robban az MSG gyutacsok utolsó és legmagasabb fokozata, az RKG gyutacsok 150 millszekundos időzítése a legcélszerűbb. 300 millszekundos késle-

ltetésnél a láb már visszafelé mozog, tehát a robbantás nem dolgozik kielégítően.

A felülről fúrt lyukakkal nem szabad túl magasan megállni. Leghelyesebb, ha a lyukvégek 2 m magasságban állnak a bányaudvar szintje fölött.

Ezen alapvető feltételek betartása mellett az eredmény kifogástalan.

Tudomásom szerint ez az eljárás teljesen új a nagylyukú robbantások gyakorlatában és elméletében egyaránt. Előnye, hogy elmarad az aláfúrások bemérése, a felső lyukak időzítési sorrendje teljesen független a lábétól, az időzítés lehetőségei megnövekednek. Másrészt csökken a lyukfolyóméter és a robbanóanyag-felhasználás.

Az ilyen robbantásnál a láb fölött a homlok előremozgásban van a láb robbantásakor, tehát a szintes lyukak a mozgásban levő tömegek felé is hathatnak. Így most már nem nyírják, de szakítják a kőzetet.

Az aláfúrás egy-egy lyukára eső terhelés a következő tényezőkből áll:

1. Az  $a \cdot w$  felületen a kőzet kiszakítása,
2. az  $a \cdot w$  felületre eső  $H$  magasságú, előre mozgó tömeg súrlódása a talajon,
3. a függőleges lyukak talpszintje alatti kőtömeg aprítása és kivetése.

Az aláfúrás egy-egy lyukában működő erő, melynek egyenlőnek kell lennie az összes terheléssel:

$$P'_0 = 10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot T \cdot \cos \beta = B$$

Az egy lyukra eső összes terhelést  $B$ -vel jelölve, mivel  $B$  az említett három tényezőből áll:

$$B = B_h + B_s + B_t$$

ahol az előzők szerint

$$B_h = a \cdot w \cdot \sigma_h \quad (\sigma_h \text{ a kőzet húzószilárdsága})$$

$$B_s = \mu \cdot a \cdot w \cdot H \cdot \gamma \quad (\mu \text{ a súrlódási tényező})$$

A függőleges lyukak talpszintje alatti 2 m magasságú kőtömeg aprításához és kivetéséhez  $B_t$  erő számításánál különleges helyzet áll elő. A szintes lyukba betöltött robbanóanyag itt az  $a \cdot w$  felületen kiszakítva, kezdetben felfelé emeli a 2 m vastag kőtömeget. Ez alatt következik be a kőzet aprítása. Az előtét ebben az irányban csak 2 m, tehát kisebb, mint a homlok előtétje. Tudjuk, hogy a töltet nagysága függ az előtétől. Mivel az aláfúrás lyukainak vastagsága (és így az 1 fm lyuk töltete) azonos a függőleges lyukakéval, az 1 fm töltetre eső kőzettömeg az aláfúrás lyukánál kisebb, tehát a tömeg egységének aprítására nagyobb töltet, s így nagyobb erő jut, mint a homlok. Ez túltöltést jelent.

A megoldást méginkább nehezíti az, hogy a kiszakított és megtört tömeg előremozgatására, kivetésére felfelé nincs lehetőség, az elmozdulás csak a sziklahomlokra merőleges irányba történhet ugyanúgy, mint a homlok anyaga. Kivetés szempontjából tehát az előtét továbbra is  $w$ .

A számítás érdekében el kell különíteni a  $B_t$  erőnek azt a részét, mely a kőzetet aprítja, attól amelyik a kivetéshez szükséges. Mikor a ferdén felfelé emelkedő lyukakkal megfúrt láb töltetét számítottuk, láttuk, hogy  $C'$  értékét 0,65-tel kellett szorozni, nehogy túl nagy töltetet kapjunk. Ott

ugyanis a láb anyaga a keletkezett ferde szakadási síkon önsúlya következtében mozog előre, kivetéséhez nem szükséges külön erő. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a kőzet aprításához és kivetéséhez szükséges erőnek kb. 65 %-a esik az aprításra és csak kb. 35%-a a kivetésre, ha csak nem akarunk a szükségesnél erősebb kivetést. Fogadjuk el tehát, hogy esetünkben is ez az arány áll fenn. Ha  $B_m$ -mel jelöljük a  $B_t$  erőnek azt a részét, mely a függőleges lyukak talpszintje és a bányaudvar szintje közötti  $V = 2a \cdot w$  kőzettömeg előremozgatásához szükséges a homlokra merőleges irányba, akkor

$$B_m = 0,35 C' \cdot V$$

$B_a$ -val jelölve a  $V$  kőzettömeg aprításához szükséges munkát, ha az aprítóerő ugyancsak a homlokra merőleges irányba ( $w$  irányába) működne, akkor

$$B_a = 0,65 C' \cdot V \text{ lenne.}$$

Az előzők szerint az aprítás az alatt az idő alatt következik be, mialatt az időzítve robbanó töltetet feszítőereje felfelé (a későbbi elmozdulás irányára merőlegesen) emeli a 2 m vastag kőzettömeget. Az előtét ebbe az irányba csak 2 m, tehát az előbbi képlettel számított töltet túltöltést jelentene. A normál mértékű aprításhoz szükséges  $B_a$  töltet kisebb az előbbinél. A valóságban

$$B_a = 0,65\xi C' \cdot V$$

$\xi$  csökkentő tényező értéke.

Számítás szerint, de a  $2/w$  előtét arány miatt is beláthatóan

$$\xi = \frac{2}{w}$$

Ezért

$$B_a = 0,65 \frac{2}{w} C' \cdot V$$

Tehát

$$B_t = B_m + B_a = 0,35 C' \cdot V + 0,65 \frac{2}{w} C' \cdot V = \\ = \left( 0,35 + 0,65 \frac{2}{w} \right) C' \cdot V$$

a zárójelben levő kifejezést  $\xi'$ -vel jelölve

$$0,35 + 0,65 \frac{2}{w} = \xi'$$

$$B_t = \xi' C' \cdot V = \xi' C' \cdot 2aw$$

Az aláfúrás egy-egy lyukában működő erőt egyenlővé téve az összes terheléssel

$$P'_0 = B = B_h + B_s + B_t$$

$$10 \cdot f \cdot \Delta \cdot d \cdot t \cdot \cos \beta = a \cdot w \cdot \sigma_h + \mu \cdot a \cdot w \cdot H \cdot \gamma + \\ + 2 a \cdot w \cdot \xi' \cdot C'$$

Ebből

$$T = \frac{aw}{10f\Delta d \cos \beta} (\sigma_h + \mu \cdot \gamma \cdot H + 2\xi' C')$$

Az előző példákhoz megadott értékeket ide is behelyettesítve a kapott eredmények:  $T = 3,86$  m és  $L = 18,53$  kg.

Ha a függőleges lyukak a bányaudvar szintje fölött 2 m-rel megállnak, az 5 m magas lábba a függőleges lyukakból csak 3 m hosszúság esik. Az ebbe betölthető robbanóanyag 14,4 kg. Az aláfúrás töltete 18,53 kg lévén, a láb teljes töltete 32,93 kg. A beszorítás tényezője a homlok töltetéhez képest

$$v = \frac{32,93}{24} = 1,4$$

Ezek szerint, ha a bányaudvar szintjén szintesen fúrt lyukakat időzítve, a homlokhoz viszonyítva később robbantjuk el az előzőekben leírt lyuktelepítést alkalmazzuk, a beszorítás tényezőjére ugyanolyan kedvező értéket kapunk, mint mikor ferdén felfelé irányított lyukakkal fúrják meg a homlokot. Itt azonban a láb teljes tömege kijön, ezért ezt a robbantási módot mondhatjuk a legkedvezőbbnek.

A fenti fejtegetésből beigazoltnak láthatjuk azt, hogy a láb töltete külön számítható, s hogy az aláfúrás esetére itt levezetett új képletek a gyakorlat számára megfelelő eredményeket adnak. Helyes és alkalmazható tehát az az elv, hogy nagylyukú robbantásoknál külön kell számítani a homlok és külön a láb töltetét.

#### IRODALOM

- [1] Benedek D. (1961): *Építőanyag* 13. 97.
- [2] Langefors: Berechnung von Ladungen beim Strossenabbau u. Strossen. Handbuch für Sprengarbeiten 6 : 05—2 K. M. Fraenkel, Stockholm.
- [3] Kochanowsky (1955): *Mining Engineering* 7. 9. szám.
- [4] Schaffer A. (1903): Gyakorlati robbantástechnika kézikönyve, Pallas R. T. Budapest.
- [5] Pokrowszkij: Kivetések tölteteinek méretezése.
- [6] Weichelt (1956): Handbuch der gewerblichen Sprengtechnik. VEB. Carl Machold Verlag, Halle (Saale).
- [7] Ohnesorge (1957): *Sprengpraxis* 3—4 szám.

#### Benedek Dénes: A láb töltetének számítása nagylyukú robbantásoknál

Nagylyukú robbantásoknál a kőzetellenállás lényegesen nagyobb a szikla lábánál mint a homlokban. Ezt egyes töltet-számításmódok nem veszik figyelembe, mások pedig együtt számítják a láb és a homlok töltetét, nyitva hagyva a kérdést, hogy a nagyobb töltet elhelyezése hogyan történjék gazdaságosan? Újabban a homlokkal párhuzamos ferde furatok készítését és a lábnaál nagyobb brizanciájú robbanó anyag alkalmazását javasolják. Mivel hazai fúróberendezéseink általában nem alkalmasak ferde furatok készítésére és legtöbb esetben csak egyféle robbanóanyag áll rendelkezésre, szerző kidolgozta a láb töltetének a homloktól független számítását és a többlet terhelésnek megfelelő töltetet a bányaudvar szintjén, a homlokra megfelelő szög alatt fúrt külön lyukakban javasolja elhelyezni.

#### Бенедек Денеш: РАСЧЕТ ЗАРЯДА ОСНОВАНИЯ УСТУПА ПРИ ВЗРЫВАХ БОЛЬШИМИ СКВАЖИНАМИ.

При взрывах большими скважинами сопротивление породы у основания уступа значительно больше, чем сопротивление его фронта. Однако отдельные методы расчета заряда не учитывают этот факт, другие же рассматривают заряд основания и фронта совместно, не отвечая на вопрос, каким образом нужно экономично расположить больший заряд. В настоящее время имеются предложения располагать по фронту уступа параллельные наклонные скважины, а у подно-



гия применять взрывчатый материал с большей бризантностью.

В связи с тем, что отечественные буровые машины пригодны для приготовления наклонных скважин и в большинстве случаев в распоряжении имеется только один вид взрывчатого материала, автор разработал расчет заряда у подножия уступа независимо от фронта. Заряд, соответствующий избытку, автор предлагает располагать на уровне шахты в отдельных скважинах, пробуренных под соответствующим углом к фронту.

#### *Benedek, Dénes : Berechnen der Sohlenladung beim Großbohrloch-Sprengverfahren*

Beim Großbohrloch-Verfahren ist der Widerstand am Felsenfuß weitaus stärker als auf der Bruchwandfläche. Dieser Umstand wird beim Berechnen der Ladung oftmals außer Acht gelassen, manche berechnen wieder die Ladung der Sohle und der Wand in einem, und lassen die Frage der Verteilung der vergrößerten Ladung offen. Neuerlich wird das Anlegen von schiefen, mit der Bruchwand gleichlaufenden Bohrlöchern empfohlen, zugleich die Anwendung von Sprengstoffen größerer Brisanz an der Sohle. Da aber die ungarländischen Bohreinrichtungen zur Schiefbohrung im allgemeinen ungeeignet sind und in der Mehrzahl der Fälle verfügt man auch über verschiedene Sprengstoffe nicht, also wurde die Berechnung einer von

der Bruchwandhöhe unabhängigen Ladung bearbeitet. Es wird empfohlen die der Mehrbelastung entsprechende Sprengstoffladung an der Sohle einzufüllen, und zwar in abgesonderten Bohrlöchern, welche man in geeignetem Winkel zur Bruchwand angebohrt hat. (S. G.)

#### *Dénes, Benedek : Calculation of bottom charges by large-hole blasting method*

In the case of large-hole blasting the rock resistance is much greater at the bottom, than at the upper level of the bench. Some calculation methods do not take this fact into consideration, others however count both the charge at the toe and that of the upper level together, leaving unsolved the problem of how to practically place a bigger charge at the bottom. Recently it has been suggested that the holes be drilled at an angle from the vertical and that stronger explosives be used at the bottom. But on account of the unsuitability of our own drilling machines to angle drilling, and because of the fact that in most cases one only type of explosive is available, the author worked out a method of measuring the bottom charge independently to that of the column. Suggests that the charges in relation to the greater rock resistance at the bottom, should be placed in supplementary holes positioned at a suitable angle at ground level.

## Egyesületi élet

Egyesületünk vezetőségének határozata értelmében 1965. évtől kezdődően nem az eddigi szokásoknak megfelelően, — egy évben egyszer, év végén adtuk ki az egyesületi társadalmi munkáért megszavazott jutalmakat, — hanem ez évben első alkalommal hazánk felszabadulásának 20. évfordulóján, IV. 4.-én adtuk ki a szakosztályok javaslatára azon tagjainknak a pénzjutalmakat, akik az Egyesületben végzett kiemelkedő társadalmi munkájukkal azt kiérdemelték. Ezek a következők :

#### *Finomkerámiai szakosztály:*

Dr. Tütő László  
Deák László

#### *Üvegszakosztály:*

Seben András  
Hatvani Sándor  
Ósz Mihály

#### *Durvakerámiai Szakosztály*

Dr. Albert János  
Kiss Gábor  
Angster József

#### *Cementszakosztály*

Bényei Károly  
Dr. Reuter Ottó  
Stercer Gergely

A Kőbányász-szakosztály részéről pénzjutalomban részesült Erdély Imre kartárs a szakosztály titkára, könyvjutalomban az alábbiak :

Táborosi Elek  
Fazekas Sándor  
Budaméry Béla  
Gyurián Lajos  
Gémes Károly  
Gesztos Sándor  
Szücs János

Az Egyesületben végzett jó munkájukért a berlin. „Üvegszál Konferencián” 1965. március 21—25-ig

Dr. Knapp Oszkár és Víg Jenő kartársak vettek részt, — ahol Dr. Knapp Oszkár előadást tartott.

Az Üvegszakosztály IV. 21-i klubnapját megelőzően a szakosztály vezetői az összekötőkkel megbeszélést tartottak, melyen az Egyesület pártcsoportjának javaslatai kerültek ismertetésre és ennek kapcsán a további teendőket tárgyalták meg.

Ezután Baritz Árpád szakosztályvezető megemlékezett hazánk felszabadulásának 20 éves évfordulójáról, s rövid áttekintést adott arról, hogy ezalatt az idő alatt milyen segítséget nyújtott az Egyesület szakosztálya az üvegipar fejlesztéséhez, ill. feladatainak teljesítéséhez.

Utána a Szakosztály 3 tagját — az Egyesületben végzett eredményes munkájukért — pénzjutalomban részesítették.

Ezt követően Dr. Knapp Oszkár és Víg Jenő beszámoltak a Berlinben megtartott Üvegszál Konferenciáról.

Ismertették Dr. Knapp Oszkár ott elhangzott előadását, mely az üvegszál-szerkezet néhány problémájával foglalkozott, továbbá az egyéb üvegszállal foglalkozó előadások témáit.

A beszámoló után élénk eszmecsere következett, melynek végső megállapítása az volt, hogy a magyar üvegszálgyártás fejlesztését minél hamarabb meg kell valósítani, mert ezen a vonalon egyre nagyobb lesz a lemaradásunk. Az üvegszál felhasználó iparág — építőipar, műanyagipar, elektromosipar, stb. — gyors fejlődése mindjobban megköveteli különböző vastagságú üvegszálak mind nagyobb mennyiségű biztosítását. Ennek hiánya az említett iparágak gátjává válik. Az üvegszál-igények kielégítése egy bizonyosideig importból megoldható ugyan, de perspektivikusan nem gazdaságos, és nem is lehetséges.

# Betonok hőállósága II.

NEDBÁL ISTVÁNNÉ  
Építőanyagipari Központi Kutató Intézet

## 1. Bevezetés

Magas hőmérsékletnek kitett ipari szerkezetek (kemencék, kazánok stb.) tűztérrel érintkező részei, ha 200—1200 C°-ig hevülnek, azok hőálló betonból készíthetők. Az I. részben tárgyalt vizsgálatok főként a szokványos betonfajták 900 C°-ig terjedő hőállóságának megállapítására irányultak.

## 2. A kísérletek célja, anyaga, módja

A következőkben ismertetett kutatómunka célja volt a különleges finom adalékokkal fokozottan hőállóvá tett betonok hőmérsékleti hatásokkal szembeni viselkedésének, a változó fizikai és mechanikai tulajdonságainak meghatározása.

A vizsgált betonok T600 és T500-as portland-cementtel, H400 és H300-as kohósalakportland-cementtel, mint kötőanyaggal, kohósalak, bazalt, samott durva-adalékkal, valamint samott, lész, tűzálló agyag és bazaltliszt cementfinomságú, hőállóságot fokozó adalékkal készültek. Az adalékok, és különösen a cementfinomságú adalékok megválasztása külföldi példákön és kutatási eredményeken alapul.

A vizsgálatok külön fejezetét képezik azok a kísérletek, melyeket az előző vizsgálataink alapján a hőállóság szempontjából megfelelő betonok egy-egy jellemző mutatójának változtatásával végeztünk:

- a cementadagolás,
  - a cementfinomságú adalékok őrlésfinomsága,
  - a durva adalék szemszerkezeti típusa,
  - a konzisztencia,
  - a gőzölés
- hatásának vizsgálatára.

A hőálló betonok érdemi kísérletei előtt külön megvizsgáltuk a kötőanyagok hőállóságát cementpép próbatesteken, az adalékanyagok hőállóságát, megállapítva azok Hummel-tényezőjét a hőkezelés előtt és után, valamint meghatároztuk a cementfinomságú adalékok olvadáspontját T600-as cementtel készült kisméretű próbatestek mikrovizsgálatával.

A betonok hőállóságát 600—800—1000—1200 C° hőmérsékleten vizsgáltuk és általában a szilárdságok változását állapítottuk meg a hőfok függvényében.

### 2.1 Az alapanyagok jellemzői

- A kötőanyagok:
- tatai 600-as portlandcement (jele: T600),
  - tatai 500-as portlandcement (jele: T500),
  - hejőcsabai 400-as kohósalakportlandcement (jele: H400),
  - hejőcsabai 300-as kohósalakportlandcement (jele: H300).

A cementfinomságú adalékanyagok és szemszerkezetük:

1. táblázat

Cementfinomságú adalékanyagok szemszerkezete

Adalékanyag	Súly %			
	0—0,045 mm	0,045—0,09 mm	0,09—0,2 mm	0,2 mm alatt
Samottliszt ...	23,7	26,5	39,0	10,8
Tűzálló agyag (petényi) ...	30,0	47,1	20,8	2,1
Lész (paksi)	8,0	28,0	64,0	—
Bazaltliszt ...	30,0	25,0	45,0	—

A durva adalékanyagok és szemszerkezetük:

2. táblázat

Durva adalékanyagok szemszerkezete

Adalékanyag	Súly %			
	0—0,2 mm	0,2—0,5 mm	0,5—1,0 mm	1,0—2,0 mm
Samottzúalék .....	4,9	45,3	45,5	4,2
Kohóhabsalak (dunaújvárosi) ...	1,2	7,8	26,0	65,0
Bazaltzúalék .....	18,1	29,2	4,3	9,7

## 3. Az alapanyagok hőállósági vizsgálata

### 3.1 Kötőanyagok vizsgálata

A vizsgálandó cementekből (T600-as, T500-as, H400-as, H300-as) vízzel 4×4×16 cm-es próbatesteket készítettünk. A cementpép konzisztenciája a szabványos cement kötésidő vizsgálatánál előírttal egyezett meg. A próbatesteket 3×0,2 perces vibrálással tömörítettük, 7 napig nedves térben, majd 28 napos korig szobalevegőn tároltuk. A hőkezelés 105 C°-os hőmérsékleten súlyállandóságig szárított állapotban történt.

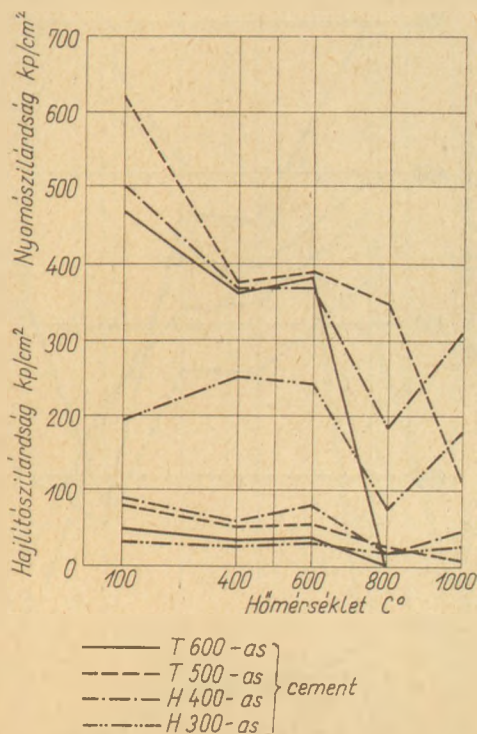
Alkalmazott hőfokok:

- 400 C°
- 600 C°
- 800 C°
- 1000 C°

A próbatesteket 4 órás felfűtés után 4 órás izotermikus hőkezelésnek vetettük alá. A szilárdsági vizsgálatokat az izzítás után 24 órával, a lehűlt próbatesten végeztük. A vizsgálati eredményeket az 1. ábra mutatja.

600 C°-os hőmérsékletig T600-as, T500-as és H400-as cementek közel azonosan viselkednek, maradó szilárdság 60—75%.

800 C°-os izzítás folyamán a T600-as cementből készült próbatestek szétmállottak, a kohósalaktartalmú cementek maradó szilárdsága 35—55%. Az 1000 C°-os hőmérsékleten T500-as cement — amely 10% pernyét tartalmaz — maradó szilárdsága csak 17%. A kohósalakot tartalmazó



1. ábra. A megkötött cementpép szilárdsága az izzítási hőfok függvényében

cementeknél viszont keramikus kötés jött létre, ami a szilárdságot újra megnövelte.

### 3.2 Adalékanyagok vizsgálata

Az adalékanyagok hőállóságát a 800  $^{\circ}\text{C}$ -on végzett hőkezelés (felfűtés—izotermikus izzítás 4—4 óra) mért Hummel-féle szétmorzsolódási tényezőjével jellemeztük. Az anyagok szemszerkezetét is vizsgáltuk szárítás és 800  $^{\circ}\text{C}$ -os izzítás után, de a hőkezelés az adalékanyagok szemszerkezetén nem változtatott.

Az adalékanyagok közül a hidrátvizet, ill. karbonátot, szulfidot tartalmazók izzítási vesztesége természetszerűen nagyobb, mint a nem hidratálódó eruptív kőzeteké (bazalt, andezit).

Az izzított adalékanyagok (pl. salakok) Hummel-tényezője izzítás után csak kis mértékben változik. Nagyobb változás észlelhető a természetesen

3. táblázat

Adalékanyagok hőállósági tulajdonságai

Adalékanyag	Súlyvesztés 800 $^{\circ}\text{C}$ -os izzítás alatt %	Hummel-féle tényező		
		105 $^{\circ}\text{C}$ -on szárított anyag	800 $^{\circ}\text{C}$ -on izzított anyag	%-os növekedése
Vörös salak ..	6,5	1,42	1,59	12,0
Téglazúzalék .	2,6	0,70	0,79	12,8
Samott-tégla zúzalék ...	4,0	0,93	1,06	14,0
Kohóhabsalak	1,8	0,75	0,94	25,4
Bazaltzúzalék	1,5	0,34	0,44	29,4
Andezit .....	0,8	0,42	0,64	52,8
Homokos kavics	3,7	0,06	0,17	184,0

tes kőzetekből készült adalékanyagoknál. Az ok nem eléggé tisztázott, az alkalmazott hőfok (800  $^{\circ}\text{C}$ ) nem elegendő a kvarc szerkezeti változások előidézéséhez, következésképpen az átkristályosodással nem magyarázható a Hummel-tényező jelentős növekedése.

### 3.3 A cementfinomságú adalék vizsgálata

#### 3.31 A cement és cementfinomságú adalék keveréke olvadáspontjának meghatározása

T600-as cementből, vízből és cementfinomságú adalékanyagokból azonos összetételű és vízcement tényezőjű próbatesteket készítettünk, erre a célra szerkesztett formázóval.

A próbahenger átmérője 2 mm, magassága 3 mm.

A próbatesteket 7 napig nedves térben, utána 28 napos korrig szobalevegőn tartottuk, majd fűthető mikroszkóp készülék segítségével meghatároztuk olvadáspontjukat.

Megjegyezzük, hogy a legkedvezőbb 2 : 1 cement : adalék arányt előzetes kísérletekkel állapítottuk meg.

A vizsgálati eredményeket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Cement és finomadalék keverékek olvadáspontjai

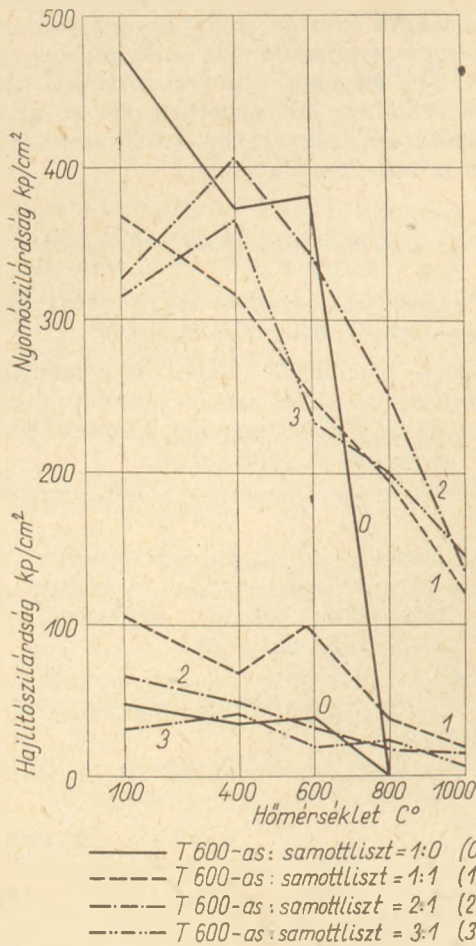
Cement fajta	Keverési arány (cement-adalék)	Víz-cement-tényező	Finom adalék fajta	Olvadáspont $^{\circ}\text{C}$
Tatai 600-as	2 : 1	0,3	téglapor	1300
			bazaltliszt	1310
			samottliszt	1315
			lössz	1320
			tűzálló agyag	1350 fölött

### 3.4 Cementfinomságú adalék habarcsok vizsgálata az izzítási hőfok függvényében

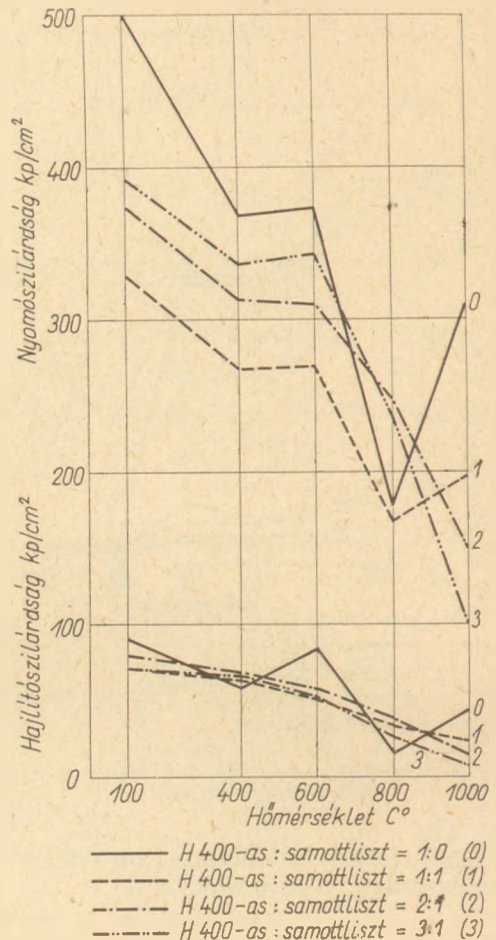
A tatai 600-as és hejőcsabai 400-as cementekből és cementfinomságú adalékanyagokból (samottliszt, tűzálló agyag, bazaltliszt, lösz) négyféle cement-adalékanyag keverési aránnyal (1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1) 4 × 4 × 16 cm-es hasábpróbatesteket készítettünk.

A próbatesteket 7 napig nedves térben — utána még 21 napig szobalevegőn tároltuk. A 28 napos, súlyállandóságig szárított próbatesteket 4 óras izotermikus hőkezelésnek vetettük alá (mint 3.1) 400, 600, 800 és 1000  $^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten. A szilárdsági vizsgálatokat a hőkezelés után 24 órára hajtottuk végre.

A vizsgálati eredményeket a 2—5. ábrák szemléltetik. Az ábrákon feltüntettük a próbatestek összetételét, valamint a hajlító- és nyomószilárdságot az izzítási hőfok függvényében. A közölt eredmények 3 db 4 × 4 × 16 cm-es hasáb vizsgálatának átlagértékei.



2/a ábra. Samottliszt hatása a tatabi 600-as cement hőállóságára



2/b ábra. Samottliszt hatása a hejőesabai 400-as cement hőállóságára

### 3.41 Finomadalékos cementhabarcsok vizsgálati eredményei

A cementfinomságú samottliszt adagolásával a T600-as cement maradó szilárdsága 1000 C°-os mintegy 33%, 800 C°-ig mintegy 55%. A cement és samottliszt keverési arányának hatása a hőállóságra nem jelentős. A kísérleti eredmények szerint a legkedvezőbb arány feltehetőleg 1:1 és 2:1 között van, vagyis közelítőleg 40–60% finomadalék.

800 C°-os izzítás után a maradó szilárdság 50 és 65% között van, 1000 C°-os izzítás után kb. 40%. 800–1000 C° között a cement összetételében levő kohósalak hatására a 0 és 1 jelű keverékben kerámikus kötés jön létre, melynek következménye a nyomószilárdság növekedése. Érdekes, hogy ez a kerámikus kötés a 2. és 3. jelű keveréknél nem tapasztalható.

A tűzálló agyag, mint cementfinomságú adalék 800 C°-os hőmérsékleten kb. 70%-os maradó nyomószilárdságot biztosít a T600-as cementnek. A 1000 C°-on a maradó szilárdság 20% körüli. A legelőnyösebb adagolás 3:1 cement-agyag súlyarány. (Az 1:1 arányú keveréssel készült beton technológiai szempontból használhatatlan, mert a próbatetek 48 órán belül sem kötöttek meg.)

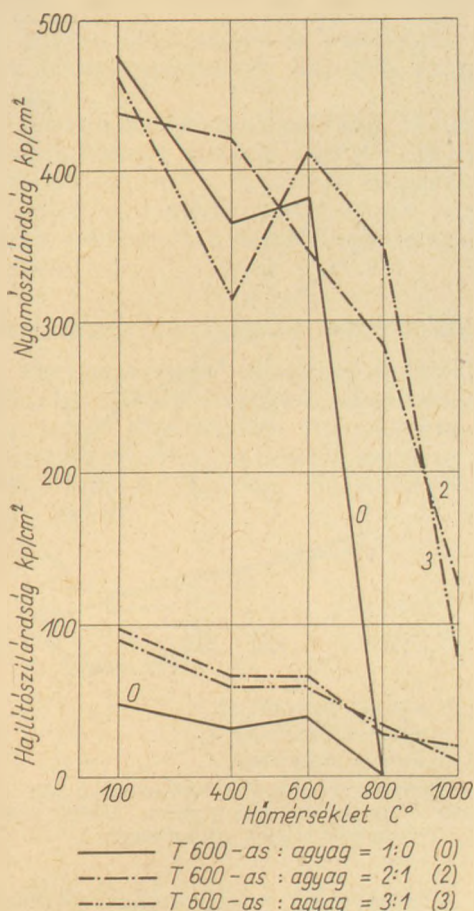
A bazaltlisztel készült próbatetek maradó szilárdsága 800 C°-on történt hőkezelés után a 2. és 3. jelű keverési arány esetében kb. 50%, 1000 C°-os izzítás után 15%. Az 1 jelű keverék 800 C°-on kismértékű szilárdságemelkedést mutat.

A lész adagolás csak az 1 jelű keverékben növeli a T600-as cement hőállóságát: 800 C°-os izzítás után a maradó szilárdság 50%, 1000 C°-os izzítás után alig 20%. A 2. és 3. jelű keverék a 0-jelű keverékhez (tisztá cement) hasonlóan viselkedett. Ezek szerint a lész nem alkalmas finom adalékként a T600-as cement hőállóságának fokozására.

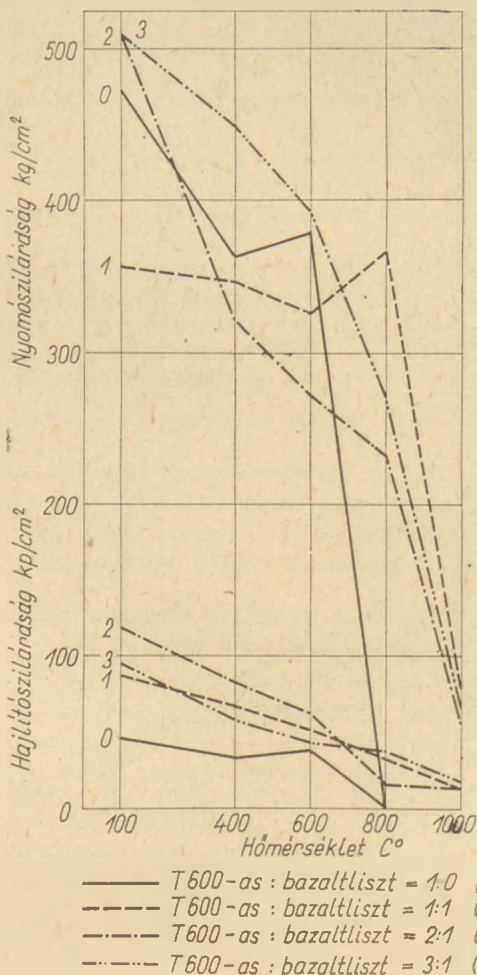
### 4. Hőálló betonok kísérletei

Az előző kísérletekben vizsgált cement és finom adalék keverékeket, mint fokozottan hőálló kötőanyagokat használtuk különböző hőálló durva adalékanyagokhoz. A cement : finomadalék arányt 3:1-nek vettük a legnagyobb maradó szilárdság biztosítása érdekében. Ugyanezen szempontból — mint kiegészítő anyagot nem tartalmazó klinker-örleményt — T600-as cementet alkalmaztunk.

- Finom adalékok : samottliszt, tűzálló agyag, bazaltliszt.
- Durva adalékok : samottzúalék, kohóhab-salak, bazalt zúalék.



3. ábra. Tűzálló agyag hatása a tatabi 600-as cement hőállóságára



4. ábra. Bazaltliszt hatása a tatabi 600-as cement hőállóságára

A durva adalék szemszerkezete :

- 0—2 mm 48 súly%
- 2—5 mm 52 súly%

(A 0—2 mm-es részben a cementfinomságú adalék nincs beszámítva.)

A cementtartalom 250 kg/m<sup>3</sup>.

A vizsgált betonok összetételét az 5. táblázat tünteti fel.

5. táblázat

A vizsgált finom adalékos hőálló betonok összetétele

Kötőanyag: T 600, 250 kg/m<sup>3</sup>  
cement : finom adalék = 3 : 1

Durva adalék \ Finom adalék	Samottliszt	Tűzálló agyag	Bazaltliszt
Samottzúzalék 0—5 mm	1 v/c = 0,75	2 v/c = 0,94	3 v/c = 0,75
Kohóhabsalak 0—5 mm	4 v/c = 0,56	5 v/c = 0,64	6 v/c = 0,63
Bazaltzúzalék 0—5 mm	7 v/c = 0,53	8 v/c = 0,55	9 v/c = 0,55

(A vastag számok a megfelelő betonok jelei)

A cementet és a cementfinomságú adalékanyagot 10 percig golyósmalomban szárazon kevertük.

A próbatesteket 7 napig nedves térben, majd 28 napos korrig szobalevegőn tároltuk, utána 105 C°-on súlyállandóságig szárítottuk, végül hőkezelésnek vetettük alá.

Az alkalmazott hőfokok :

- 400 C°
- 600 C°
- 800 C°
- 1000 C°
- 1200 C°

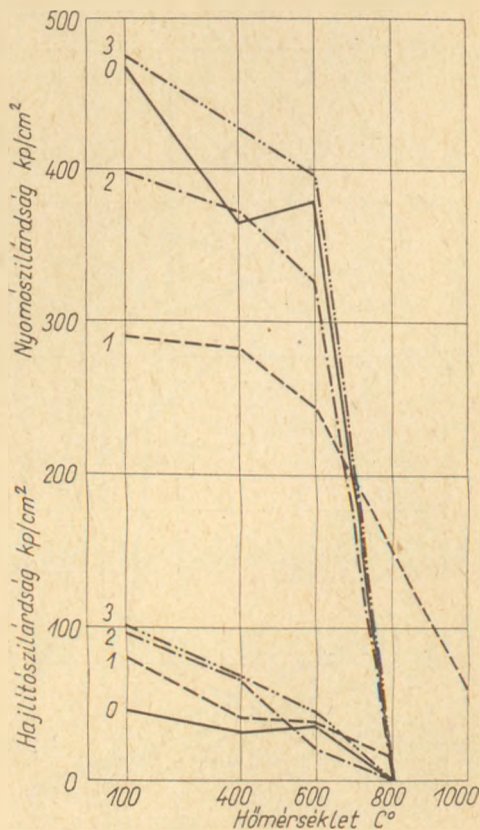
Az összes próbatesteket kb. 4 órás felfűtés után 4 óráig izotermikusan kezeltük.

Az izzított próbatesteket a kezelés után 24 órával szilárdsági vizsgálatnak vetettük alá.

#### 4.1 A hőálló betonok vizsgálati eredményei

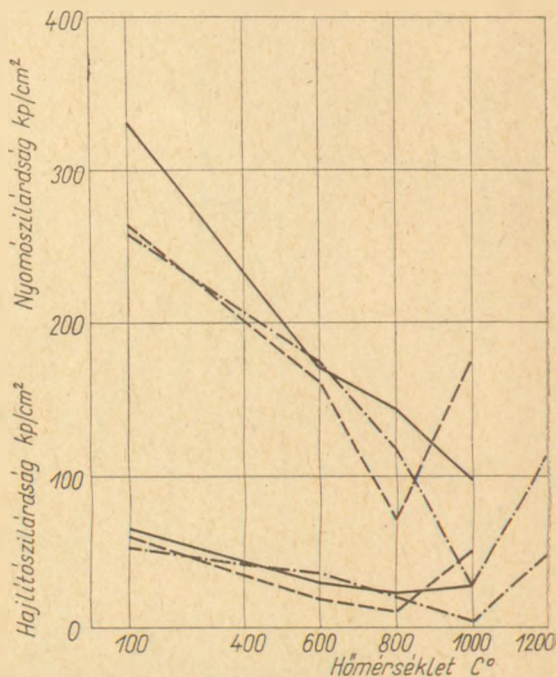
A vizsgálati eredményeket a 6—8 ábrák összegezik.

Samottzúzalékkal, mint durva adalékkal és különböző finomadalékokkal készült betonoknak a szilárdság minimuma 800 C° körül van és nagyságrendileg kb. 45%-a a nem izzított beton szilárdságának. Ez egyaránt vonatkozik a hajlító- és a nyomószilárdságra.



- T 600-as : lőszer = 1:0 (0)
- - - T 600-as : lőszer = 1:1 (1)
- · - T 600-as : lőszer = 2:1 (2)
- - - T 600-as : lőszer = 3:1 (3)

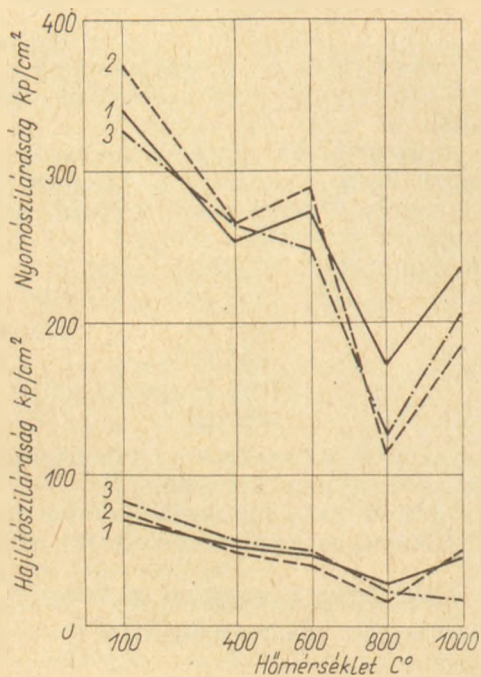
5. ábra. Lőszer hatása a tatabányai 600-as cement hőállóságára



- Samottliszt
- - - Tűzálló agyag
- · - Bazaltliszt

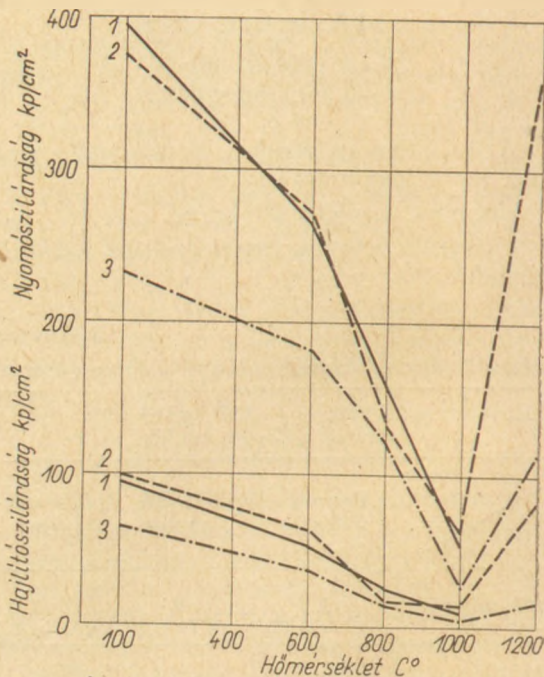
7. ábra. T600-as cementtel és kohóhabsalak adalékanyaggal készült beton szilárdsága a finom adalék fajta és az izzítási hőfok függvényében

A kohóhabsalak adalékanyagú betonok szilárdsági minimuma (kivéve a tűzálló agyag finomadalékú betont) 1000  $^{\circ}\text{C}$  körül jelentkezik, kb. 10%-os maradó szilárdsággal. Ebben a csoport-



- Samottliszt (1)
- - - Tűzálló agyag (2)
- · - Bazaltliszt (3)

6. ábra. T600-as cementtel és samottzúzalék adalékanyaggal készült beton szilárdsága a finom adalék fajta és az izzítási hőfok függvényében



- Samottliszt (1)
- - - Tűzálló agyag (2)
- · - Bazaltliszt (3)

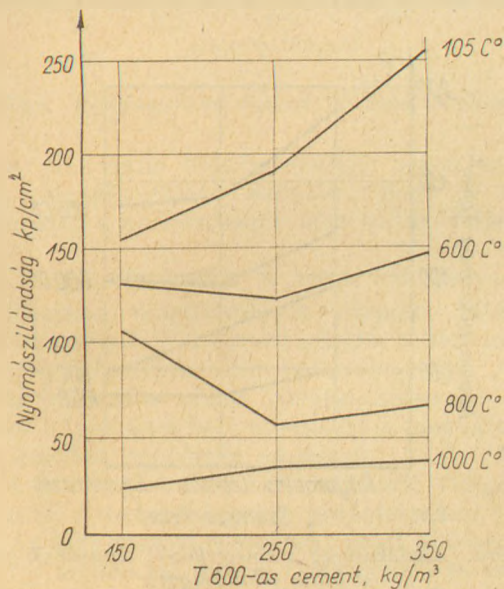
8. ábra. T600-as cementtel és bazaltzúzalék adalékanyaggal készült beton szilárdsága a finom adalék fajta és az izzítási hőfok függvényében

ban a legjobb hőállósággal a samottliszt finom-adalékú beton rendelkezik, kb. 30%-os maradó szilárdsággal.

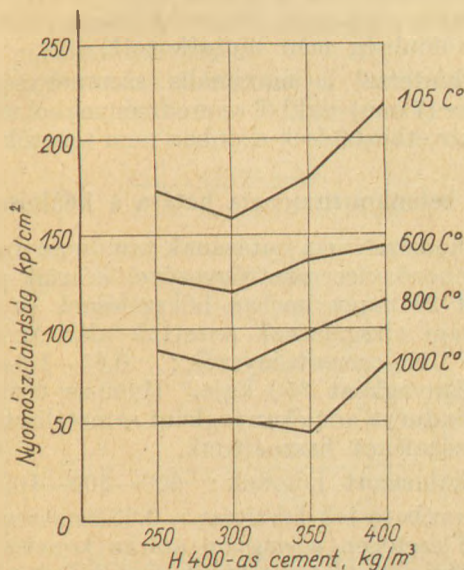
A bazaltzúzalék adalékanyagú beton 1000 C°-os hőmérsékleten mutatja a szilárdsági minimumot 25—60 kp/cm<sup>2</sup>-es nyomószilárdsággal, ami kb. 10—15%-os maradó szilárdságnak felel meg. A legjobb eredményt a samottliszt finomadalékú beton adta.

5. A cementadagolás hatása a beton hőállóságára

A kísérletek során vizsgáltuk a tatai 600-as és hejőcsabai 400-as cementek adagolásának hatását a beton hőállóságára. Az alkalmazott cementmennyiségek T600-as cement esetében: 150—250—350 kg/m<sup>3</sup>, H400-as cementnél: 250—300—350 kg/m<sup>3</sup>.



9/a ábra. Tatai 600-as cement adagolás hatása a beton hőállóságára



9/b ábra. Hejőcsabai 400-as cement adagolás hatása a beton hőállóságára

A cementfinomságú adalékanyagként samottlisztet használtunk 1:1 cement : samottliszt súlyarányval. A durva samottzúzalék szemszerkezete :

- 0—2 mm 45 súly%
- 2—5 mm 25 súly%
- 5—7 mm 30 súly%

Alkalmazott hőfokok : 600—800—1000 C°.

A próbatetek készítése, érlelése és hőkezelése azonos volt a II. 4. alatt közöltekkel.

5.1 Vizsgálati eredmények

A vizsgálati eredményeket a 9a és 9b ábrák szemléltetik.

A vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a cementtartalom nem befolyásolja lényegesen a beton hőállóságát. Természetesen nagyobb cementadagoláshoz nagyobb szilárdság tartozik.

6. Cementfinomságú adalékanyag őrlésfinomságának hatása a beton hőállóságára

A cementfinomságú adalékanyag őrlésfinomsága befolyásának vizsgálatához a samottlisztet golyósmalomban 2—2,5—3,0 órán át utánőröltük. Az így nyert samottliszttel, valamint T600-as (250 kg/m<sup>3</sup>) és H400-as (350 kg/m<sup>3</sup>) cementtel próbateteket készítettünk. A különböző őrlésfinomságú samottliszt őrlmények szitavizsgálatának adatait a 6. táblázat tartalmazza. Durva adalékanyagként samottzúzalékot alkalmaztunk, II. 5. szerinti szemszerkezettel.

6. táblázat

Utánőrlés időtartama, óra	Samottliszt utánőrlése			
	0—0,045 mm	0,045—0,09 mm	0,09—0,2 mm	0,2 mm felett
	súly %			
0	10,7	34,3	47,1	7,9
2,0	29,5	28,3	35,0	7,2
2,5	62,5	23,0	9,5	5,0
3,0	95,0	1,0	4,0	—

Alkalmazott hőfokok : 600—800—1000 C°.

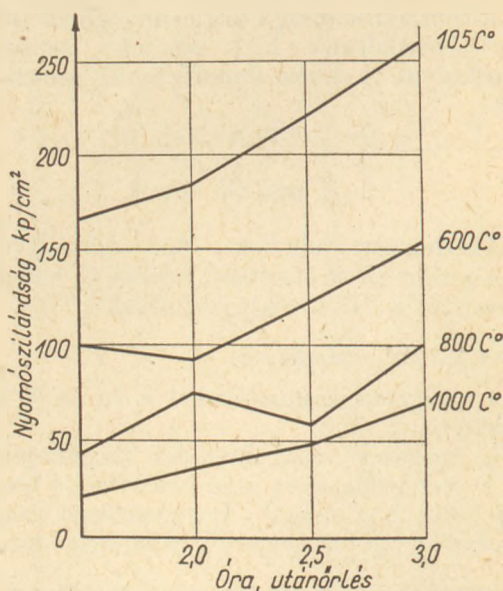
A próbatetek készítése, érlelése és hőkezelése azonos a II. 4. alatt közöltekkel.

6.1 Vizsgálati eredmények

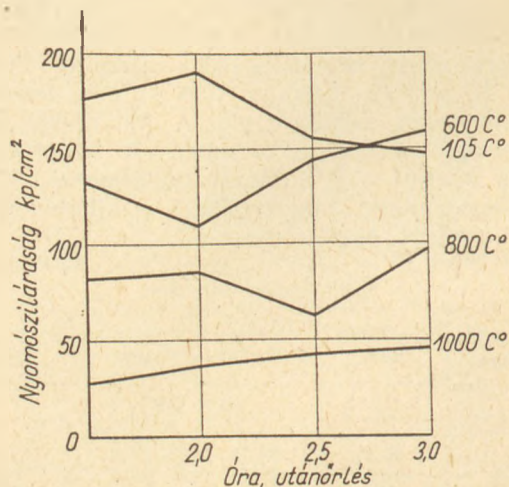
A vizsgálat eredményeit a 10a és 10b ábrán foglaltuk össze.

A cementfinomságú samottliszt hőálló adalékanyag őrlésfinomsága jelentősen befolyásolja a T600-as cement kötésű betonok szilárdságát : minden vizsgált hőmérsékleten a nagyobb samottliszt őrlésfinomságnak nagyobb betonszilárdság felel meg.

A kohósalakportlandcementtel készült betonok esetében a samottliszt őrlésfinomsága nem olyan kedvező hatású a betonszilárdság szempontjából, mint a T600-as cement esetében, sőt izzítás nélkül károsan hat — csökkenti a beton szilárdságát. A magasabb hőmérsékleteken a nyomószilárdság növekszik az őrlésfinomság növekedésével, de csak igen kis mértékben.



10/a ábra. Samottliszt őrlésfinomságának hatása a tatabi 600-as cementtel készült beton hőállóságára



10/b ábra. Samottliszt őrlésfinomságának hatása a hejőcsabai 400-as cementtel készült beton hőállóságára

**7. Durva adalékanyag szemszerkezeti típusának hatása a beton hőállóságára**

Technikai korlátok (kis izzító kemence méret) miatt a durva adalékanyag szemszerkezetének hatását, valamint a maximális szemmagyság befolyását eddig nem vizsgáltuk. Csak arra volt lehetőség, hogy a különböző típusú

- folyamatos,
- lépcsős,
- egyszemcsés

7. táblázat

Durva samottzúalék adalék szemszerkezete

Szemszerkezeti típusok	0,2—0,5 mm	0,5—1,0 mm	1,0—2,0 mm	2,0—5,0 mm	5,0—7,0 mm
	súly %				
Folyamatos	15	10	20	25	30
Lépcsős . . . .	21	16	26	—	37
Egyszemcsés	—	—	—	100	—

szemszerkezetű adalékanyaggal készített betonok hőállóságát mérjük.

A vizsgálatokat samottzúalék durva adalékanyaggal végeztük, 300 kg/m<sup>3</sup> H400-as cement kötőanyaggal.

Az adalékanyag szemszerkezetét a 7. táblázat tartalmazza.

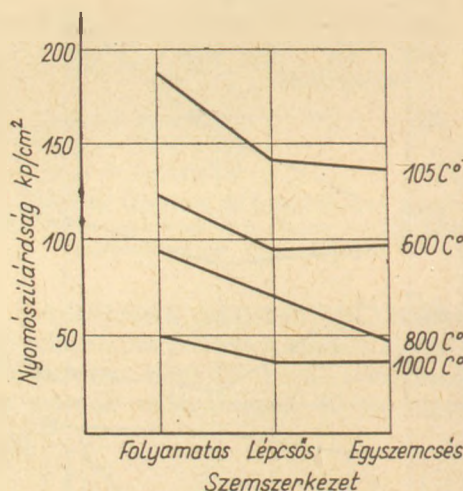
Alkalmazott hőfokok : 600—800—1000 C°.

A próbatetek készítése, érlelése és hőkezelése egyébként azonos volt a II. 4. pont szerintivel.

**7.1 Vizsgálati eredmények**

A vizsgálati eredményeket a 11. ábra tünteti fel.

A folyamatos szemszerkezetű adalékanyaggal készült beton abszolút szilárdsága bármely hőfokú kezelés után felülmúlja a lépcsős, vagy egyszemcsés



11. ábra. Adalékanyag szemszerkezeti típusának hatása a beton hőállóságára

adalékkal készült beton szilárdságát. A két utóbbi szemszerkezetű típusal készült betonok között sem az abszolút szilárdság, sem a hőállóság szempontjából különbség nem mutatkozott.

Tekintettel a maximális szemmagyság kis méretére (7 mm) ezekből az eredményekből messze nem következhetők azonban nem tehetők.

**8. A betonkonzisztencia hatása a hőállóságra**

A konzisztencia hatásának tanulmányozására a különböző vízcementtényezővel készült próbateteket 28 napos korban hőkezelésnek és utána szilárdsági vizsgálatnak vetettük alá. Az alkalmazott vízcementtényezők : 0,65—1,0—1,65. A kötőanyagként 350 kg/m<sup>3</sup> H400-as cementet, finom- és durva adalékanyagként samottlisztet, ill. samottzúalékot használtunk.

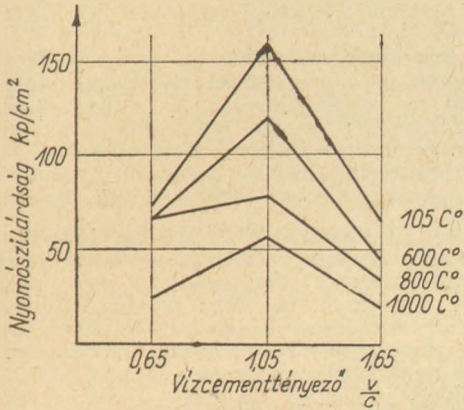
Alkalmazott hőfokok : 600—800—1000 C°.

A próbatetek készítése a 0,65-ös vízcementtényező esetében a nagyon száraz konzisztencia miatt kézi döngöléssel történt. Egyébként a készítés, az érlelés és a hőkezelés azonos volt a II. 4. pont alatt közöltekkel.



8.1 Vizsgálati eredmények

A vizsgálati eredményeit a 12. ábra mutatja. Az abszolút szilárdság szempontjából a földnedves konzisztenciájú beton szilárdsága jelentősen felülmúlja mind a nagyon száraz, mind az



12. ábra. Konzisztencia hatása a beton hőállóságára

erősen plasztikus konzisztenciájú beton szilárdságát. Megállapítható azonban, hogy a beton hőállóságát a konzisztencia nem befolyásolja.

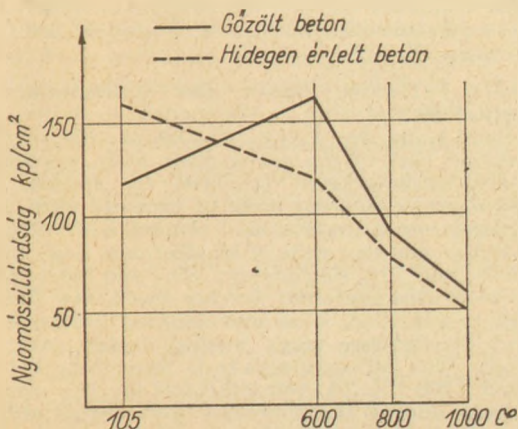
9. A gőzölés hatása a beton hőállóságára

Elméleti megfontolások alapján feltehető, hogy célszerűen kivitelezett gőzölés a betonok hőállóságát jelentősen nem befolyásolhatja. A hőállóság változása akkor következhetne be, ha a gőzölés folyamán a betonszerkezet is megváltozna, pl. duzzadás, repedezés esetében.

A gőzölt betonok hőállóságának vizsgálatát háromféle cementtel készült próbatesteken végeztük. Az alkalmazott cementek: tatai 600-as (250 kg/m<sup>3</sup>), hejőcsabai 400-as (350 kg/m<sup>3</sup>) és szovjet gyártmányú timföldcement (250 kg/m<sup>3</sup>). Adalékanyagként samottlisztet és samottzúalékot, ill. szovjet timföldcementtel készült próbatestek esetében — csak samottzúalékot alkalmaztunk.

A samottzúalék szemszerkezete megfelelt a II. 5. pontban közöltnek.

A próbatesteket vibrálással tömörítettük és a próbatestek felét kb. 2 órás pihentetés után



13/a ábra Gőzölés hatása a tatai 600-as cementtel készült beton hőállóságára

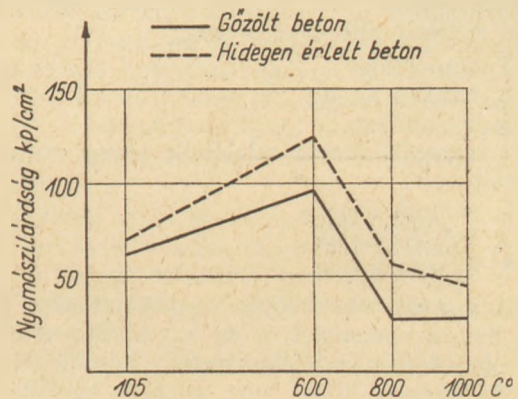
8 órán át 70°C-os hőmérsékleten gőzöltük. A gőzölt próbatesteket 7 napos korrig szobalevegőn tároltuk.

A próbatestek másik felét 7 napos korrig nedves térben — és ezután 28 napos korrig szobalevegőn tároltuk.

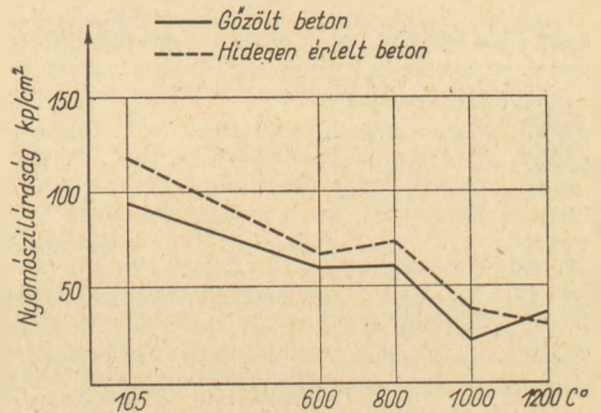
A tárolási idő után a próbatesteket 105°C-os hőmérsékleten súlyállandóságig szárítottuk. A szárított próbatesteket 4 órás izotermikus 600—800—1000, ill. esetenként 1200°C-os izzításnak vetettük alá. Az izzított próbatestek szilárdságát kb. 24 órával a hőkezelés kezdete után vizsgáltuk.

9.1 Vizsgálati eredmények

A vizsgálati eredményeket a 13a, 13b és 13c ábrák mutatják.



13/b ábra. Gőzölés hatása a hejőcsabai 400-as cementtel készült beton hőállóságára



13/c ábra. Gőzölés hatása a szovjet timföldcementtel készült beton hőállóságára

Vizsgálati eredményeink általában alátámasztják azt a feltevést, hogy a gőzérlelés nem befolyásolja a beton hőállóságát.

10. A kísérleti eredmények összefoglalása

A vizsgálati eredményeket értékelve jósági szempontból az alábbi három csoportba osztottuk a hőálló betonokat:

- I. csoport, hőkezelés után a maradó szilárdság 40—60%,
- II. csoport, maradó szilárdság 20—40%,
- III. csoport, maradó szilárdság 20% alatti.

A különböző finom adalékkal és durva adalékkal készített hőálló betonok értékelését — csoportba sorolását — a 8. táblázat tünteti fel.

8. táblázat  
A hőálló beton kísérleti eredményeinek értékelése

Durva adalék	Cement-finomságú adalék	vonatkozó hőmérséklet C°					
		Samottliszt		Tűzálló agyag		Bazaltliszt	
		800	1000	800	1000	800	1000
Samottzúzalék	I.					II.	
Kohóhabsalak	I.	II.	II.			I.	III.
Bazaltzúzalék	I.	III.	II.	III.		I.	III.

Hőállóság szempontjából a vizsgált finom adalékanyagokra a 8. táblázat alapján, a következő jósági sorrend állapítható meg:

1. samottliszt,
2. tűzálló agyag,
3. bazaltliszt.

A vizsgált durva adalékok jósági sorrendje a következő:

1. samottzúzalék,
2. kohóhabsalak,
3. bazaltzúzalék.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy tatabai 600-as cementtel és az egyes cementfinomságú és durva adalékanyagok kombinációival készült betonok közül min. 40%-os maradószilárdsággal a 9. táblázatban közöltek rendelkeznek.

9. táblázat  
Hőálló betonok készítéséhez használható adalékanyagok hőfok függvényében. (Min. 40% maradószilárdsággal)

Hőfok határig használható	T600-as cementhez	Finom adalék	Durva adalék
1200 C°		Samottliszt	Samottzúzalék
1000 C°		Samottliszt	Samottzúzalék
800 C°		Samottliszt Samottliszt Samottliszt Bazaltliszt Bazaltliszt	Samottzúzalék Kohóhabsalak Bazaltzúzalék Kohóhabsalak Bazaltzúzalék

A vizsgált összes betonösszetétel alkalmazási hőmérsékletének felső határa maximum 1200 C°, mert az olvadáspontjuk 1250—1350 C° között van.

A betontechnológiai vizsgálatok szerint a hőálló betonokra is érvényesek általában a normál betonokra vonatkozó összefüggések. Így a cementadagolás, az adalékanyag szemcseszerve és a vízcementtényező jelentősen befolyásolja a hőálló beton szilárdságát, a beton hőállóságára azonban számottevően nincs hatással. A hőállóbeton szilárdítható egyaránt gőzöléssel és természetes érleléssel, mivel hőállóság szempontjából az érlelési módnak nincs jelentősége.

### Nedbál Istvánné: Betonok hőállósága II.

A második rész a különleges cementfinomságú adalékkal fokozottan hőállóvá tett betonokkal foglalkozik. Az alkalmazott kötőanyagok: tatabai 600-as, tatabai 500-as, hejőcsabai 400-as és hejőcsabai 300-as cement. Finomadalékok: samottliszt, tűzállóagyag, bazaltliszt, lösz. Durva adalékok: samott-téglazúzalék, kohóhabsalak, bazaltzúzalék.

A betonok hőállósági vizsgálata 400—1200 C°-on történt.

A kísérletek kiterjedtek az alapanyagok (cementpép, finom és durvaadalék) hőállósági vizsgálatára, valamint a cementadagolás, a szemcseszervezet, vízcementtényező és gőzölés hatásának megállapítására.

A vizsgálati eredmények a finomadalékok és a különböző összetételű, illetve készítésű betonok szilárdságváltozásait adják az izzítási hőfok függvényében.

### Недбал Дорис: ТЕРМОСТОЙКОСТЬ БЕТОНОВ. II.

Во второй части рассматриваются бетоны, термостойкость которых повышена за счет различных добавок цементной тонкости помола. Примененные вяжущие: татайский цемент марки „600“, татайский цемент марки „500“, хейчабайский цемент марки „400“ и хейчабайский цемент марки „300“.

Тонкие добавки: шамотная мука, огнеупорная глина, базальтовая мука, лесс;

Грубые добавки: шамотно-кирпичная щебенка, пеношлак, базальтовая щебенка.

Испытание термостойкости бетонов проводилось при 400—1200° С.

Было проведено испытание термостойкости исходных материалов (цементное тесто, тонкие и грубые добавки), а также испытание влияния добавки цемента, его гранулометрии, отношения В/Ц и пропаривания.

Результаты испытаний показывают изменение прочности тонких добавок и бетонов различного состава и различного производства в зависимости от температуры прокаливания.

### Frau Nedbál, Doris: Wärmebeständigkeit von Beton II.

Es werden mittels Zuschlagstoffe besonderer Feinheit ungewöhnlich wärmebeständig gestaltete Betonarten besprochen. Die angewandten Bindemittel waren: Zemente „600“ und „500“ aus Tata, „400“ und „300“ aus Hejőcsaba.

Feine Zuschlagstoffe: Schamottmehl, feuerfester Ton, Basaltmehl, Löß.

Grobe Zuschlagstoffe: Schamotte- und Ziegelsplitt, Hüttenbims, Basaltsplitt.

Die Wärmebeständigkeitsprüfung erfolgte im Temperaturintervall 400—1200 C°.

Die Versuche erstreckten sich auf die Untersuchung der Wärmebeständigkeit der Grundstoffe (Zementbrei, feine und grobe Zuschlagstoffe), ferner auf die Feststellung der Einwirkung der Zementmenge, des Kornaufbaus, des Wasser-Zementfaktors und der Dampfbehandlung.

Die Resultate ergeben die Festigkeitsveränderungen verschiedener Betonarten in Funktion der Glüh-temperatur. (S. G.)

### (Mrs.) Nedbál, Doris: The Refractoriness of Concrete, Part 2.

(Part 1. in No. 2. pp. 55—60 of this volume.)

The second part of the paper deals with concretes of increased refractoriness, prepared by special, fine-ground aggregates. Four sorts of cements were used: a Portland cement, a Portland cement with 10% flue ash additive and two sorts of blastfurnace slag cements with 50% and 70% slag content. Fine and coarse aggregates were used: ground fireclay brick, raw fireclay, ground basalt rock, loess and crushed fireclay brick, foamed blastfurnace slag, crushed basalt rock, respectively. The refractoriness tests were done between 400 and 1200 C°. The refractoriness for the cements, aggregates and of the concretes were tested and the effects of cement content, granulometry, w/c ratio and of steam curing were determined. Graphs give results as functions of heating temperatures.

# Edzett biztonsági üveg gyártásának technológiai paraméterei

LŐCSEI BÉLA, KOCSIS GÉZA, SOMOGYI ANTAL  
Építőanyagipari Központi Kutató Intézet — Veszprémi Vegyipari Egyetem

## Bevezetés

Az edzett biztonsági üveg gyártása folyamán síküvegben utólagos hőkezelés útján nagymértékű, az egész üveglapban egyenletesen kialakuló, marandó feszültséget hozunk létre. A gyártás technológiai paraméterei: az üveg transzformációs hőmérséklete és deformációs pontja mellett az üveg hőtágulási együtthatója, valamint a transzformációs terület alsó határa, utóbbi érték is determinálja ugyanis a feszültségi állapotot. Az üveg felfűtését dinamikus viszonyok között végzik; lényeges szempont az üveg felmelegedési sebessége is.

Az edzett biztonsági üvegyártás tanulmányozására mindenekelőtt foglalkoztunk nevezett üvegek hőkezelési alapparamétereinek kutatásával. Vizsgáltuk az anyagmozgás lehetőségét a kérdéses hőfoktartományban, és elvégeztük a melegítési viszonyok ismeretéhez szükséges alapadatok meghatározását. Ennek során megállapítottuk a hazai és romániai húzott síküvegek edzési viselkedésében a gyakorlatban mutatkozó különbségek okát. A gyakorlati tapasztalatok ugyanis azt mutatták hogy a romániai üveg edzés közben gyorsabban megnyúlik. Ebből azt feltételeztük, hogy a romániai üveg viszkozitásának lefutása a hazai üvegétől eltérő.

Kutatási munkánk elsősorban arra irányult hogy az üveg edzhetőségének az üveg kémiai összetételéből eredő okait, ill. e fizikai tulajdonságra jellemző technológiai paramétereit meghatározzuk. Így jutottunk el egy eddig nem elemzett paraméter felismeréséhez: ez az üveg abszorpciójának mértéke a színeké infravörös tartományában.

## Az üveg jellemző technológiai paraméterei

Az edzési technológia kivitelét elsősorban a feldolgozásra kerülő üveg transzformációs viszonyai határozzák meg. Az üveget ugyanis viszkoelasztikus állapotig kell felhevíteni, hogy megteremtsük a marandó feszültség kialakításához szükséges körülményeket. Ennek feltétele, hogy az üvegben — a transzformációs tartomány felső szakaszában, ahol az üveg termikus állapotának változása nem jár a feszültségi állapot megváltozásával — létrejöjjön az üveg külsejétől a belseje felé irányuló pozitív termogradiens. Ennek a termogradiensnek a kialakulása — viszkoelasztikus viszonyok között — biztosítja az üvegben kialakítandó feszültségi állapot kvalitatív és kvantitatív mértékét.

Az üveg a hőkezelő kemence közel homogén termikus viszonyai közé kerül, vagy ha ez nem is teljesen áll fenn, a termogradiens negatív, és a belső hőmérséklet alacsonyabb lehet, mint a külső felületé. Az edzési művelet előfeltétele viszont az, hogy az üvegtáblában még viszkoelasztikus viszonyok között pozitív termogradiens jöjjön létre, ami a hűtési folyamat kezdetén alakul ki.

A transzformációs tartományban a külső és belső részek között kialakuló hőmérséklet-különbség szabályozza az edzési művelet által létrejött feszültségi állapotot. Ez a megállapítás természetesen feltételezi a hőkezelési viszonyok homogen voltát és egyenletes hűtési körülményeket. A legnagyobb hőmérséklet-különbség a kemencében levő üveg belsejében kialakult maximális hőmérséklet és a transzformációs tartomány alsó határát jellemző (kb.  $10^{14,5}$  Poise viszkozitásértéknek megfelelő) hőmérséklet közötti különbség. Minél nagyobb tehát ez a hőmérséklet-különbség, annál nagyobb az üvegben kialakuló marandó feszültség, s annál apróbb a hőkezelt üveg törésénél keletkező egyedi szemcse. A hőmérséklet-különbségnek van azonban egy felső határa is, mert túlnagy különbség törést idézhet elő, ami utólagos „robbanásban” is megnyilvánulhat. Ennek az empirikus adatnak azonban az egzakt mutatószáma még nem ismeretes.

Jellemző tehát az edzési folyamatra:

- az üveg viszkozitásának alakulása, ( $\eta$ ),
- a transzformációs hőmérséklet ( $T_g$ ),
- a transzformációs hőfoktartomány alsó határa ( $T_a$ ),
- a transzformációs tartomány felső határa ( $T_f$ ),
- az üveg deformációs hőmérséklete ( $T_d$ ) és a mozgáspont ( $T_m$ ), ahol az üveg saját súlya alatt nyúlni kezd.

A feszültség kialakulása szempontjából fontos tényező az üveg hőtágulási együtthatója is. Minél nagyobb a hőtágulási együttható, annál nagyobb — azonos feltételek mellett — a kialakuló feszültség értéke is. Ez egyúttal azt jelenti, hogy minél nagyobb az üveg hőtágulási együtthatója, annál kisebb hőmérséklet-különbség biztosítja a megfelelő edzési állapotot.

A gyártó berendezés kapacitását a kellő hőmérséklet elérésének sebessége határozza meg. Ez függ a kemence hőmérsékletétől és az üveg méreteitől. Azonos feltételek mellett a felmelegedés sebességét az üveg anyagi tulajdonságai is befolyásolják, és ezeket is figyelembe kell venni. Az üveg felmelegedése túlnyomórészt sugárzás útján történik, ebből következik, hogy az üveg infravörös abszorpciója is befolyásolja az üveg felmelegedési sebességét. Eszerint az üvegek infravörös abszorpciójának alakulását is be kell sorolni az üvegek edzhetőségét definiáló paraméterek közé.

Vizsgálataink alapján tehát az edzési művelet anyagi jellemzői a következők:

1. a transzformációs tartományt jellemző hőmérsékleti adatok,
2. az üveg hőtágulási együtthatója,
3. az üveg nyúlásának kezdete, azaz viszkozitásának lefutása,
4. az üveg abszorpciója az infravörös színeké tartományban.

## A kísérleti munka leírása

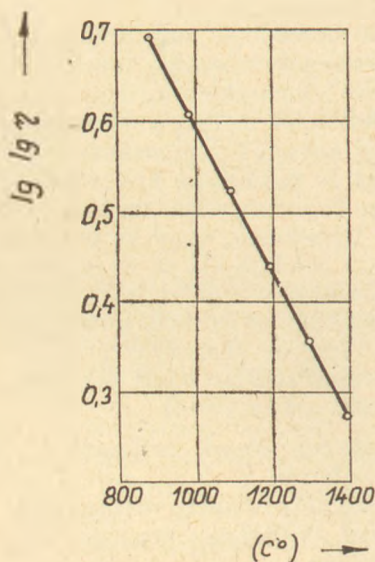
Az előzőekben ismertetett elemzés alapján a részünkre megküldött mintákon meghatároztuk a magyar, valamint román üvegek edzhetőségi paramétereit. Megvizsgáltuk mindkét üvegfajta viszkozitásának lefutását híg folyós állapotban, ill. a lágyulási tartományban, és felvettük annak teljes hőmérséklet-összefüggését.

1. táblázat

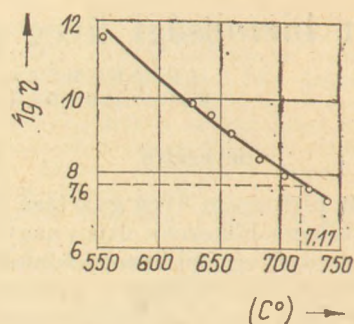
A zagyvapálfalvi üveg viszkozitásának függése a hőmérséklettől

Hőfok (C°)	$\eta$ (Poise)	$\lg \eta$
1400	74	1,8692
1380	86	1,9345
1360	101	2,0043
1340	121	2,0821
1320	143	2,1553
1300	175	2,2430
1280	211	2,3243
1260	258	2,4116
1240	321	2,5065
1220	396	2,5977
1200	498	2,6981
1180	630	2,7993
1160	807	2,9069
1140	1050	3,0220
1120	1365	3,1351
1100	1782	3,2509
1080	2350	3,3711
1060	3148	3,4980
1040	4350	3,6385
1020	5988	3,7773
1000	8440	3,9263
980	11860	4,0741
960	17260	4,2370
940	24332	4,3861
920	36000	4,5563
900	55280	4,7426

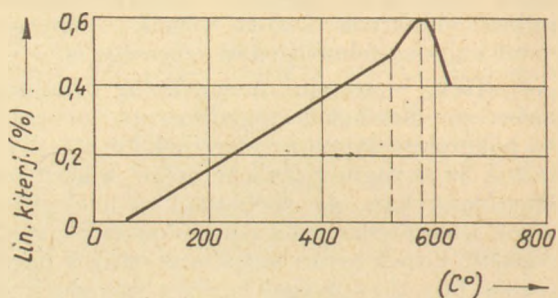
Az 1. táblázat tartalmazza a zagyvapálfalvai síküveg viszkozitásának adatait 1400 és 900 C°-os hőmérséklet határok között. A viszkozitás kétszeres logaritmusának a hőmérséklettel való összefüggését az 1. ábrán tüntettük fel. Ez a diagram



1. ábra. Zagyvapálfalvi síküveg viszkozitásának hőmérsékletfüggése



2. ábra. Zagyvapálfalvi síküveg lágyuláspontjának meghatározása



3. ábra. Zagyvapálfalvi síküveg hőtágulási együtthatójának meghatározása

igazolja mérési eredményeink helyességét is, mivel az ábrázolás a viszkozitási adatok és a hőmérséklet között lineáris összefüggést mutat.

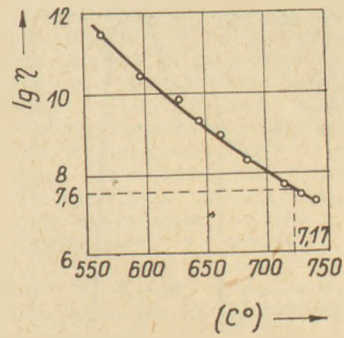
Az üveg lágyuláspontját Littleton módszerével meghatározva, 716 C° értéket kapunk (lásd a 2. ábrát), amely hőmérséklet 10<sup>7,6</sup> Poise viszkozitás-értéknek felel meg. Ez a hőmérséklet az üvegnek azt az állapotát jelzi, amelyen az üveg saját súlya alatt percenként 1 mm-t nyúlik. Edzési szempontból még jellemzőbb az a hőmérséklet, melyen az üveg nyúlása saját súlya alatt megindul. Az adott körülmények között ez a hőmérséklet a szálnyúlási vizsgálat alapján 590 C°-nak adódik.

Az üveg hőtágulási együtthatójának meghatározását a 3. ábrán láthatjuk. E diagram alapján meghatározott transzformációs hőmérséklet 520 C°. A transzformációs tartomány alsó határa számítás útján meghatározva 460 C°, felső határa, mely egyben a melegítés felső szintjének hőmérsékletét is jelenti, 10<sup>12</sup> Poisenak megfelelő hőmérséklet: 560 C°. Ugyancsak az üveg hőtágulási adatok ad tájékoztató adatot az üveg dilatometriás deformációs hőmérséklete, mely irodalmi adatok szerint megközelítőleg 10<sup>12</sup>—10<sup>11</sup> Poise viszkozitásnak felel meg. Ez a hőmérséklet vizsgálataink szerint a zagyvapálfalvi üveg esetében 575 C°, a romániai üvegre pedig 580 C°-nak adódik. A 4. ábrán tüntettük a romániai síküveg viszkozitásának kétszeres logaritmusát a hőmérséklet függvényében. A II. táblázat a romániai síküveg viszkozitásának adatait tünteti fel az 1400—900 C°-ig terjedő hőmérséklet-tartományban. Az 1. és 2. táblázat, illetve az 1. és 4. ábra diagramjainak összehasonlításából megállapítható, hogy a két üveg viszkozitási értékében nincs olyan eltérés, ami a feldolgozhatóság körülményeit lényegesen megváltoztat-

2. táblázat

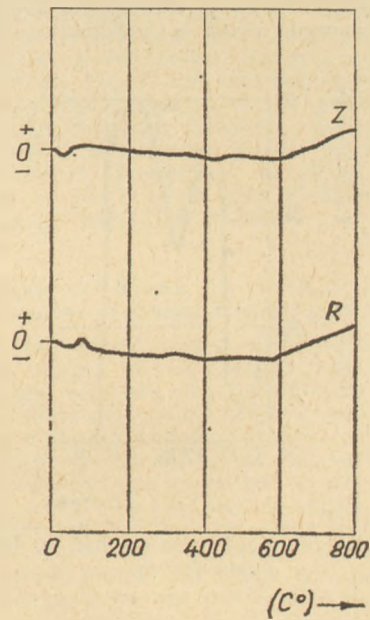
A romániai üveg viszkozitásának függése a hőmérséklettől

Hőfok (C°)	$\eta$ (Poise)	$\lg \eta$
1400	78	1,8921
1380	91	1,9590
1360	108	2,0334
1340	130	2,1139
1320	154	2,1875
1300	189	2,2765
1280	226	2,3541
1260	278	2,4440
1240	343	2,5353
1220	428	2,6315
1200	536	2,7292
1180	668	2,8248
1160	866	2,9375
1140	1117	3,0480
1120	1452	3,1620
1100	1911	3,2812
1080	2500	3,3979
1060	3400	3,5315
1040	4650	3,6674
1020	6420	3,8075
1000	9200	3,9638
980	12652	4,1021
960	18228	4,2608
940	26020	4,4153
920	38400	4,5843
900	58300	4,7657

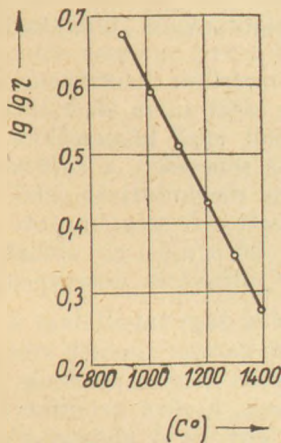


6. ábra. Romániai síküveg lágyuláspontjának meghatározása

hatná. Az 5. ábra a romániai üveg hőtágulásának alakulását mutatja. A 2. és 6. ábra összevetése alapján a két üveg lágyulási viszonyai is azonosnak tekinthetők. A román üveg *Littleton*-pontja 717 C°, a különbség tehát 1 C°, ami a meghatározási bizonytalanság határán belül van. A szálnyúlás megindulása 1 grammos megterhelés mellett a

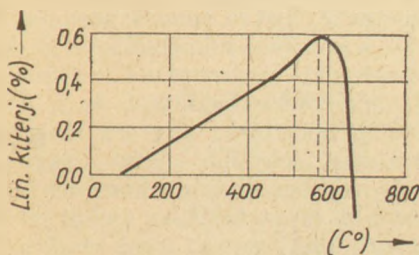


7. ábra. Zagyvapálfalvai és romániai üveg DTA-felvételei



4. ábra. Romániai síküveg viszkozitásának hőmérséklet-függése

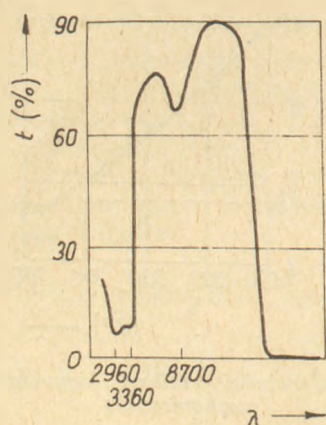
zagyvapálfalvai üvegben 590 C°, a romániai üvegben 588 C°, ami megegyezik a *Littleton*-féle és a dilatometrikus vizsgálat eredményével. Itt is csak 2 C° különbség mutatkozik a két érték között, tehát gyakorlatilag a két üveg viselkedése a transzformációs terület és a deformációs viszonyok tekintetében azonosnak mondható.



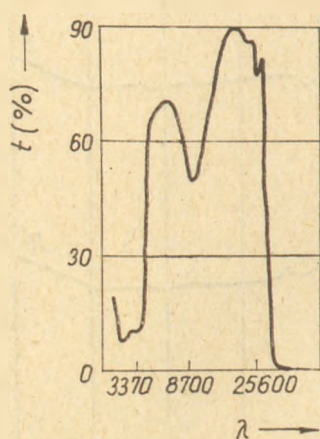
5. ábra. Romániai síküveg hőtágulási viszonyai

A 7. ábra a transzformációs viszonyok összevetése érdekében végzett differenciális termikus elemzés eredménye. Eszerint a két üveg transzformációs tartománya azonosan alakul, tehát ezen belül viselkedésük is csak azonos jellegű lehet. A transzformációs tartomány felső határa mindkét üvegre 575 C°. Ezek a vizsgálatok tehát azt mutatják, hogy a két üveg edzhetőségi paraméterei azonosak, vagyis a transzformációs tartomány, a dilatometrikus viselkedés, a deformáció, illetve lágyulási viszonyok azonos feldolgozási lehetőséget biztosítanak.

Az üveg felmelegedésére jellemző abszorpciós vizsgálat eredményét a 8. és 9. ábra tünteti fel, melyek szerint a romániai üveg a sugárzást különösen a közeli infravörös tartományban erősebben abszorbeálja, aminek következtében ez az üveg gyorsabban melegszik, mint a zagyvapálfalvai



8. ábra. Zagypálfalvai üveg felmelegedése sugárzás hatására (az abszorpció mint a hullámhossz függvénye)

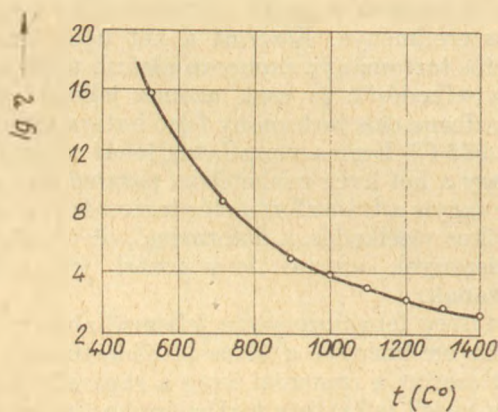


9. ábra. Romániai üveg abszorpciója a hullámhossz függvényében

húzott síküveg. Ez lehet az egyedüli magyarázata a feldolgozás közben tapasztalt eltérésnek. Az infravörös abszorpció nagyobb értéke viszont azt eredményezi, hogy erre az üvegre gyorsabb feldolgozási ciklus állítható, ill. állítandó be.

A vizsgálati eredményeket a III. táblázat foglalja össze.

A két üveg viszkozitásának teljesen azonos lefutását 550—1400 C° közötti intervallumban a 10. ábra igazolja.



10. ábra. A zagypálfalvai és romániai üveg viszkozitási görbéje

3. táblázat  
Magyar és romániai üveg transzformációs adatai

Megnevezés	Zagyvapálfalvai üveg-minta	Romániai üveg-minta
Lágyulási hőmérséklet 107,6 Poise viszsk. mellett .....	716 C°	717 C°
Nyúlás kezdete .....	590 C°	588 C°
Transzformációs hőmérséklet ....	520 C°	524 C°
Deformációs hőmérséklet (dilatometrikus) .....	575 C°	580 C°
A transzformációs terület alsó határa .....	460 C°	465 C°
A transzformációs terület felső határa .....	575 C°	575 C°

A két üveg infravörös abszorpciójának alakulásában mutatkozó eltérés talán azzal magyarázható, hogy a román üveg vasoxid-tartalma nagyobb, s nagyobb mértékben van jelen vas(II)-oxid alakjában, mint a zagypálfalvai üvegben. Utóbbi következtetés abból ered, hogy azonos vasoxid-tartalom mellett a több vas(II)-iont tartalmazó üveg mutat nagyobb infravörös abszorpciót.

### Következtetések

A kutatási munka folyamán elsősorban megállapítottuk azokat a jellemzőket, melyek az edzett biztonsági üveg előállítása folyamán az üveg anyagi tulajdonságaiból eredő technológiai paramétereknek tekinthetők. Ezek:

1. a transzformációs hőmérséklet,
2. a transzformációs hőfoktartomány alsó határa,
3. a transzformációs hőfoktartomány felső határa,
4. a dilatometrikus deformációs hőfok,
5. az üveg saját súlya alatt történő nyúlásának megindulását jelző hőmérséklet,
6. a nyúlás sebessége, a Littleton-pont,
7. a nyúlás megindulását jelző hőmérséklet értékéből képezett sebességi mutató,
8. az üveg hőtágulási együtthatója,
9. az üveg infravörös abszorpciója.

Elvégeztük a zagypálfalvai és a romániai üveg edzhetőségi paramétereinek vizsgálatát. Ezek összevetése alapján megállapítottuk, hogy a paraméterek azonosak, kivéve az infravörös színtartományban jelentkező abszorpciót, amely kb. 10%-os eltérést mutat. Ez azt jelenti, hogy a román üveg gyorsabban melegszik, ezért gyorsabban kell az edzési műveletet végezni, vagy azonos technológiai paraméterek, illetve azonos periódus kialakítása céljából a kemence hőmérsékletét csökkenteni kell. Technológiai szempontból a román üveg pontosabb hőmérsékletbeállítást és a hőkezelési idő pontosabb betartását követeli meg, mert az üveg gyorsabban „lenyúlik”, mint a zagypálfalvai, mivel gyorsabban átveszi a kemence hőmérsékletét. Ez utóbbi, tapasztalatilag észlelt jelenségnek a magyarázata tehát nem az üveg viszkozitásának alakulásában, sem deformációs viszonyaiban, hanem az infravörös abszorpcióban található meg.

Ennek a vizsgálatnak az alapján az a következtetés is levonható, hogy edzett üveg gyártására célszerűbb olyan üveget előállítani, amely az infravörös tartományban erősebben abszorbeál, mert ilyen üveggel gyorsabb technológiai ütem alakítható ki.

#### IRODALOM

1. Reis, L.: *Glastechn. Ber.* 11, 174 (1933).
2. Kitaigoroski, J. J. and Solomin, N. W.: *J. Soc. Glass Technol.* 18, 323 (1934).
3. Glaze, F. W.: *Bull. Amer. Ceram. Soc.* 34, 291 (1955).
4. Mc Mahon, H. O.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 34, 91 (1951).
5. Harison, A. J.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 30, 362 (1947).
6. Preston, F. W.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 28, 295 (1945).
7. Dietzel, A. und Nitschmann, F.: *Glastechn. Ber.* 20, 1 (1942).
8. Salmang, H.: *Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Glasfabrikation* (1947) Berlin. 160—171. és 286—287. old.

#### Lőcsei Béla, Kocsis Géza, Somogyi Antal: Edzett biztonsági üveg gyártásának technológiai paramétere

Az edzett biztonsági üveg gyártási technológiájában döntő kérdés az üveg minősége és a technológia ütemének gyorsítása. Az üveg minőségének vizsgálatára elvégezték a zagyvapálfalvi és a romániai üvegek edzhetőségi paramétereinek meghatározását. A szokásos adatok elsősorban hőkezelési, ill. viszkozitási viszonyok vizsgálata során felismerték, hogy az egyes üvegeknek az infravörös színek tartományba eső abszorpciója különböző, és az edzhetőségnek szintén jellemző paramétere. Ez a jellemző egyúttal lehetővé teszi a technológiai ütem gyorsítása szempontjából legmegfelelőbb üveg kiválasztását.

#### Б. Лечеи, Г. Кочиш, А. Шомоди: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗАКАЛЕННОГО ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО СТЕКЛА.

Решающими вопросами в технологии производства закаленного предохранительного стекла являются качество стекла и ускорение темпа технологии. С целью испытания качества стекла было выполнено

определение параметров закалки стекол, происшедших из Задьвапальфалва и из Румынии. При испытании обычных данных, в первую очередь, условий термообработки и вязкости было обнаружено, что отдельные сорта стекла обладают в инфракрасной области спектра различной способностью поглощения света, и что последняя оказывается также характерным параметром закаливаемости. Указанный показатель, в то же время, дает возможность выбрать вид стекла, наиболее подходящий с точки зрения ускорения темпа технологии.

#### B. Lőcsei, G. Kocsis, A. Somogyi: Über die technologischen Parameter der Herstellung von geätztem Sicherheitsglas

Bei der Herstellungstechnologie von geätztem Sicherheitsglas ist die Qualität des Glases und die Beschleunigung des technologischen Vorganges eine entscheidende Frage. Zur Qualifizierung des Glases wurden die Ätzzähigkeitsparameter von Gläsern aus Zagyvapálfalva und Solchen aus Rumänien untersucht. Im Laufe der gewöhnlichen Untersuchungen — in erster Linie an Hand der Wärmebehandlungs- und Viskositätsuntersuchungen — wurde erkannt, daß die Absorption der einzelnen Gläser im IR-Spektralbereich verschieden ist; auch das ist für die Ätzzähigkeit ein charakteristischer Parameter. Letzteres ermöglicht gleichzeitig — in Hinsicht der Beschleunigung der Technologie — auch die Auswahl der günstigsten Glassorte. (S.G.)

#### B. Lőcsei, G. Kocsis, A. Somogyi: The technological parameters of tempered safety glass manufacture

In the technology of tempered safety glass manufacture the quality of the glass and the acceleration of technology rate are the determining factors. In order to examine the quality of glass the hardenability parameters of glasses from Zagyvapálfalva and Rumania have been defined. Examining the conventional factors, above all the heat treatment and viscosity relations, it has been recognized that the absorption of different glasses in the infrared spectral range is different and it is also a characteristic parameter of hardenability. This parameter permits to select the glass which is the most adequate for the acceleration of the technology rate.

## Beszámoló az 1965. III. 22—27 között tartott berlini I. nemzetközi műanyagszál és epoxidgyanta konferenciáról

A konferencia nemzetköziségét igazolja az, hogy azon öt demokratikus és hat tőkés ország szakemberei vettek részt. A résztvevők száma 530 volt. Az üvegszállal kapcsolatban a következő előadások hangzottak el:

Wende A. professzor behatóan ismertette a témakör jelenlegi helyzetét. Az üvegszál három alapformája, a roving, matta és szövet közül alacsonyabb árak következtében az első kettő lép használatban előtérbe. Szövetet csak ritkán alkalmaznak. A rovingot a jövőben tovább fejlesztik darabolt rostok alakjában, mert az a laminátok gyártásánál tökéletesebb tartást biztosít. Felsorolta az üvegszálak összetételét, amelyből kitűnik, hogy megfelelő összetételű alkálitartalmú üvegből is lehet 5 mikronos szálat húzni. Ismertette az üvegszál különböző fajtáinak befolyását a laminátok tulajdonságára, a korszerű gyártási eljárásokat, a laminátok felhasználását és vizsgálati módszereit.

Wiedemann, E. az üvegszál-gyantakötés kémiai és technológiai problémáit tárgyalta a felületi és határfelületek jelenlegi ismeretei alapján és megállapította, hogy a határfelületek sűrűdési lehetőségeit, a textilmechanikai tulajdonságokat és a nedvesség diffúziójának megakadályozását figyelembe kell venni.

Gähde J. az üveg-gyanta határfelületén fellépő jelenségeket infravörös eljárással vizsgálta és megállapította, hogy az organoszilícium vegyületek kötése igen szilárd, erős és hatásuk főleg vegyi.

Gorbatkina Ju. A. eljárást ismertetett, amelylyel az üveg-gyanta adhézióját meg lehet határozni. Tárgyalta továbbá az üveg- és műgyanta összetételének a befolyását.

Knapp O. az üvegszál szerkezetére vonatkozó mai elméletekről számolt be. A három uralkodó elmélet, a lánc, a hibahely és a repedés elméletek közül az első kettőre cáfoló, a harmadikra meg erősítő érveket hozott fel.

Andrejewska G. D. a szálatmérő szerepét tanulmányozta orientált nem szövött betétű laminátoknál és eredményeit közölte.

Hörsch F. a cérnázott és cérnázatlan selyemfonal és szövetek szerepéről számolt be és megállapította, hogy a szál sodrási iránya befolyással van a laminátok szilárdságára.

Wiedemann E. az üveggyapot, a különböző szövetek és szalagok tapadó anyagokkal bevont

utókezeléséről számolt be és az üvegszál kedvező méretéről a különböző vastagságú laminátok részére.

Wende A. az alkálitartalmú és alkálimentes üvegszálak korszerű előállításáról, tulajdonságairól és felhasználásáról számolt be. Habár az alkálitartalmú üvegszálak tulajdonságai kedvezőtlenek, bizonyos technikai célokra kielégítő eredménnyel alkalmazhatják azokat. Kétségesnek véli, hogy az alkálitartalmú szál alkalmazása gazdaságosabb, olcsóbb, mert előállítása alig olcsóbb, mint az alkálimentes szálé.

Weisbart H. is megállapította saját tapasztalatai alapján, hogy alkálitartalmú szálak laminátokban széleskörűen használhatók, mert a laminátok tulajdonságait nem annyira az üvegszál összetétele, hanem az üveg-gyanta határfelületén fellépő jelenségek befolyásolják, amelyeket, ha alaposan meg fogják ismerni, az alkálitartalmú üvegszálak alkalmazása szélesebb területen fog érvényesülni.

Barthel megállapította, hogy vegyi készülékek és berendezések céljaira, amely esetben a fő cél a savállóság, alkálitartalmú üvegszálak is tökéletesen megfelelnek. Az üvegszálbetétes fedőlemezek betétjére 11 mikronos alkálitartalmú üvegszálak azonos mértékben megfelelőek, mint az alkálimentesek.

Pickthall D. hangsúlyozza, hogy az üvegszállal erősített műgyanták a laminátok fejlődésének az egyes országok technikai viszonyaihoz kell alkalmazkodni. Felsorolta azokat a laminátokat, amelyek az angol iparban használatosak. Közölte, hogy 1948-ban az USA laminát ipara nullponton állott, de 1965-ben már több mint 140 000 tonnára emelkedett.

Schmidt K. ismertette az üvegszál tulajdonságait, alakjának és összetételének befolyását, közölt egy minőségi vizsgálatot, a főzési próbát, tárgyalta a határfelületek befolyását, az üvegszál-tartalom szerepét a laminátokban és a felületvédelem fontosságát.

Kühne G. ismertetett egy folytonos eljárást üvegszálbetétes fedőlemez előállítására, amely Kelet-Németországban Glakresit néven kerül forgalomba és amely tetőfedés céljaira nagymértékben kiszorítja a kátránypapír alkalmazását.

Számos előadás hangzott el az epoxidgyantákról, amelyek azonban az üvegipari szakemberek érdeklődési körén kívül vannak.



## AZ ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

## SZTYEKLO I KERAMIKA

1964. 9. sz.

*Petrovskij, J. J. L.—Slevin, D. N.:* Technológiai vonal a szőnyegmozaikok kervite sempe gyártásra (p: 19—23, á: 4.)

Teljesen gépesített és nagymértékben automatizált technológiai vonal ismertetése. A vonal teljesítménye 100 000 m<sup>2</sup> csempe/év, szükséges üzemi terület 350 m<sup>2</sup>. Az öntőszalag energiaigénye 10 kW, a kemence-száritó összhossza 10 m. A kemence gázfűtésű, muffolás rendszerű.

*Gak, B. N.:* Földgáz alkalmazása épület-kerámiai gyárakban (p 23—26, t: 1.)

Annak bizonyítása, hogy a földgáz alkalmazása jóval gazdaságosabb, más tüzelőanyagokénál. A szovjet szanitérám-mettlachi lap-, falburkoló lap, kanálicső-gyárakban elért eredmények különböző fűtőanyagok alkalmazása esetén. A földgáz bevezetésével egyidejűleg végrehajtott technológiai változtatások.

*Levickuj, G. D.:* Csigamechanizmus sajtoló hatásának tanulmányozása (p: 26—31, á: 6, b: 2.)

A kerámiai szalagprések és vákuumprések üzemeltetése során fellépő nyomások és súrlódási körülmények. Példa a minimálisan engedélyezhető csigamenetek számára, amelyeket az anyaggal meg kell tölteni.

*Cserepanina, C. J.:* Ólommentes olvasztóanyagok a mázfeletti kerámiai festékek részére (p: 32—34, t: 6.)

Ólommentes olvasztóanyag előállítására irányuló kísérletek. A táblázatokból kiderül, hogy igen nehéz biztosítani a keletkező üveg jó tapadását a mázhoz, kellően alacsony olvadáspontot, jó fényáteresztő-képességet és csillogást, valamint jó savállóságot. Az egyes adalékanyagok hatása az ólommentes, kis hőmérsékleten olvadó üvegekre.

*Csisztova, E. M.—Csujko, A. V.:* Kerámiai padlóburkolatok tartóssága élelmiszeripari üzemekben. (p: 34—35, á: 4.)

A különféle élelmiszeripari üzemekben tapasztalt padlócsespekorróziós jelenségek (húsipari, konzervipari, borászati üzemek). A klasszikus savállósági vizsgálatok nem adnak választ a padlóburkoló anyagok tartósságára. A korróziós folyamatok beható vizsgálatának szükségessége.

## SZTYEKLO I KERAMIKA

1964. 11. sz.

*Szamodajev, E. T.:* Falburkoló kerámiai készítmények alkalmazása moszkvai építkezéseken. (p: 4—10, á: 5.)

A mázas falburkoló anyagok általános ismertetése után szerző rész-

letesen kitér a Moszkva környéki üzemek tendenciájára és ismerteti a moszkvai kerámiai gyár legújabb kervit-típusú csempeit előállító üzem technológiáját. Az üzem kapacitása 200 ezer m<sup>2</sup>/év. A csempek mérete min. 50×50×2,5—4 mm, max. 250×250×3—4,5 mm. Igen érdekes az alkalmazott szárító-égető berendezés, melynek összhossza 6,7 m (hűtőzóna nélkül).

*Bartenev, G. M.—Kolbasznikova, A. J.:* Magashőmérsékletű utókezelés hatása az üveg felületi szilárdságára (p: 10—12, á: 3, b: 6.)

A cikk foglalkozik a húzott síküveg felületi szilárdságának alakulásával az üvegvastagság függvényében, valamint az utólagos hőkezelés hatásával a közönséges, csiszolt és maratott síküvegre. Az utóhőkezelés nem befolyásolja a közönséges síküveg felületi szilárdságát, csökkenti a maratottét és növeli a csiszolt üveget.

*Danilova, N. P.—Piszklina, V. P.:* Rézrubin-üvegek célszerű összetételei (p: 14—16, á: 3, t: 1, b: 8.)

Olcso rézrubin összetételének és tulajdonságainak ismertetése. Redukáló anyagként alumíniumport, stabilizáló anyagként óxidot alkalmaztak. Szerzők szerint a kapott rubinüveg minősége eléri a szelénrubin minőségét.

*Avugustinnik, A. J.—Puzsova, A. P.:* A máz szerkezetének és tulajdonságainak változása a földpátnak azonos összetételű nyersanyag keverékkel való helyettesítése során (p: 19—24, á: 5, t: 4, b: 5.)

Földpáthelyettesítési kísérletek, amelyek során a földpátot a porcelánmázban azonos összetételű keverékkel helyettesítették. Kiderült, hogy ez csak abban az esetben lehetséges, ha a keveréket előzőleg összeolvasztják.

*Budnikov, P. P.—Siskov, N. V.:* Kerámiai féltermék egyenletességi kritériuma (p: 24—26, t: 1, b: 8.)

Képlet és számítási módszer a különféle formázási eljárásokkal előállított termékek egyenletességének meghatározására. A módszer bármilyen méretű és formájú kerámiai termék esetén használható.

*Kramarenko, V. P.:* Káliumdús földpátos nyersanyag problémájának megoldása Ukrajnában (p: 27—31, t: 2.)

Szovjet szabványok szerint a porcelániparban alkalmazott földpát összalumina-tartalma legalább 12%. (II. osztályúnál 11%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalom legfeljebb 0,2% (0,3%), K<sub>2</sub>O:Na<sub>2</sub>O arány legalább 2:1. Az egyes előfordulások dúsítási kérdései és a leggazdaságosabb nyersanyagelőkészítési módok.

*Krasznikova, G. J.:* Optikai üvegek összetételének és szennyező anyagának spektrális meghatározása (p: 31—33, t: 6.)

Az üveg Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-, CeO<sub>2</sub>-, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-, NiO-, MgO-, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmának meghatározása spektrográf, segítségével. Az alkalmazott módszerrel az elemzés ideje összesen 2 óra.

*Tkacsenko, Z. I.:* Nagyfeszültségű üvegszigetelők lágyítása konvekciós elektromos kemencében (p: 34—35 á: 2, t: 1, b: 1.)

Huszonnyolc méter hosszú feszültségmentesítő elektromos kemence, amelynél a hűtőzónákban 38 db levegőcirkulációs ventilátor van beépítve. A kemence teljesítménye igen nagy, az építési költségek kicsik.

*Popova, E. J.—Szmirnov, E. J.:* Üvegnyersanyagok ellenőrzése kromit-tartalom megállapítása végett (p: 36—38, b: 1.)

Fehérüveg gyártásánál időnként tömeges fekete pettyek fordulnak elő, melyeknek oka a nyersanyagok krómérc-szennyezése. A cikk módszert javasol az egyes nyersanyagok megbízható minősítésére krómércszennyezés szempontjából.

## BAUSTOFFINDUSTRIE

1965. 3. sz.

*Schneider, B.:* Karsdorfi Kamilit — új szigetelőanyag (p. 86—89, á: 8.)

Újszerű ásványi-gyapot szigetelőanyag. Lemez, szalag és héjformában gyártják. Előállításai technológiájának ismertetése. Gyártási problémák, megoldásuk módja, valamint a megoldásra váró feladatok, és további perspektívái.

*Maye, W.:* Cementmalom-páncéllemezi Mansfeld-i réz-salakból (p. 90—92, á: 4, t: 5, b: 6.)

Az elvégzett kísérletek szerint Mansfeld-i réz-salakból készített cementmalom-páncéllemezek az acéllemezeknél ellenállóbbaknak és olcsóbbaknak bizonyultak. 0,09 mm-es szítan 5—6%-os szitumarádék finomságra kohócementet őröltek és 6000 órai őrlés után sem észleltek a páncéllemezekben szemmel látható kopást, illetve elhasználódást.

## BAUSTOFFINDUSTRIE

1965. 4. sz.

*Giesea, E.:* Cementipari adagolás (p. 115—118, á: 5, b: 3.)

Összehasonlítás az adagolótányér és a folyamatos adagoló mérleg között, a mérlegadagolás a következő helyeken alkalmazható: nyersmalmok, granuláló tányér, lebegtető hőcserélő, szénmalmok, portlandcement- és kohócement-malmok. Kohócement őrlése esetén kimutatható az adagolómérleg alkalmazásának nagyobb hatékonysága az adagolótányérral szemben. Gazdasági számítások a mérlegadagoló alkalmazásával elérhető gazdasági megtakarításokról.



Stejnberg, J. G.—Nevorotina, M. I.: Falburkoló csempék és majolika-edények helyi, könnyen olvadó agyagból (p. 16—21, á: 5, t: 3, b: 4.)

Kis  $Al_2O_3$  és nagy  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ - és  $K_2O$ -tartalmú agyagot használtak fel falburkoló lapok és edények gyártásához. Az igen intenzív szín csökkentése és az alacsony hőtágulási tényező növelése érdekében, ami miatt az agyag önmagában alkalmatlan volt a feldolgozásra, mészkövet adagoltak a masszákba. Az anyagelőkészítés és a technológiai folyamatok jellemzői. A tárgyakon stroncium-mázát alkalmaztak átlátszó mázként, illetve bőrtitános mázát matt mázként.

Turovskij, E. D. és tsai.: Burkoló-csempék mázazási folyamatainak gépesítése (p. 24—26, á: 3). A kietti „Keramik” gyárban alkalmazott technológia ismertetése. A technológia jellegzetessége az infravörös gázsugárzók alkalmazása az előégetett csempékre felvitt mázréteg szárítása végett. A technológia alkalmazása által a csempék mázazása és szárítása 2 percig tart, szemben a korábbi 8 órával.

Szoldatov, G. A. és tsai.: Radiációs gáz-száritók (p. 26—28, á: 1.) A „Dorst” típusú polcos száritók helyett gáz-sugárzó gyors-száritókat alkalmaznak a harkovi csempegyárban. Jelenleg a gyárban 7 technológiai vonal üzemel 22 db kőnyökcuklóssal, 21 db szállítószalaggal és 7 db gáz-sugárzó száritóval. A csempék feladási nedvessége 9—10%, kimenő nedvessége 0,5—0,7%, a szárítási ütemesség 9,6 perc. A gyors-száritók alkalmazása által a gyár egy év alatt 183 ezer  $m^2$ -rel növelte termelését, 11%-kal növelte az I. osztályú áru mennyiségét és 22 fővel csökkentette létszámát.

#### SZTROITELNI MATERIALI 1965. 1. sz.

Butt, M.—Valkov, V. V.: Agyag-ásványok egyes tulajdonságainak módosulása hevítés folytán (p. 4—7, á: 4, t: 2, b: 11.) Agyagásványok fajlagos felületének módosulása különböző hőmérsékleten. A meghatározás alacsony hőmérsékleten nitrogén adszorpcióval történik. A szilárdság meghatározása tisztán, valamint  $CaO$ ,  $Ca(OH)_2$  illetve  $CaCO_3$ -mal alkotott keverékekben ment végbe.

Stemenov, N.—Gudev: Üvegszálerezítősű polieszter-beton (p. 8—10, t: 7, b: 4.)

Újfajta poliesztergyanta-alapú és ásványi töltőanyagokat tartalmazó, cement nélküli beton tulajdonságai. Térfogatsúlya 1,88 kg/liter, nyomószilárdsága 850 kg/cm<sup>2</sup>, szakítószilárdsága 184 kg/cm<sup>2</sup>. A hőszigetelést szolgáló poliesztergyanta és perlit alapú könnyűbeton tulajdonságai.

#### SZTROITYELNÛE MATERIALÛ 1964. 10. sz.

Oranszkij, N. I.: Rabdopisszitos műanyagból készült termékek (p. 7.) A Szovjetunió több részén fordul elő az ún. rabdopisszites kőszén, amelyre jellemző az igen magas kátránytartalom (egészen 60%-ig). A kátrányos rész főképpen fenolokból és telítetlen szénhidrogénekből áll. Szerző által javasolt technológia szerint a szenet finomra őrlik, némi hulladék azbeszttel vagy üvegyapotot adnak hozzá, majd a 350 C°-ra felhevített masszát 500 kg/cm<sup>3</sup> nyomáson sajtolják. Az így kapott lemezek és más idomok igen szilárdak, ütésállóak, hőállóak és egyéb kedvező tulajdonságokkal rendelkeznek.

Zavjalov, A. I.: Csiszolt hengerek a Tueskov-i kombinátban (p. 10, á: 1.)

Korábban az agyagörlő hengerek palástjait gyakran kellett cserélni, ami igen költséges. Az új eljárás szerint a kopott hengeralasztokra kopásálló bevonatot hegesztenek, majd a felületet csiszológépen lecsiszolják.

Szmírnova, I. A.—Ratimov, V. B.: Gipsz-cement-puzzolános termékek zsugorodásának vizsgálata (p. 13—15, á: 5, t: 2, b: 3.)

A gipsz és a gipszcement termékek számottevő zsugorodással rendelkeznek, különösen terhelés alatt. Puzzolán adagolása az anyagokhoz igen erősen csökkenti a zsugorodás mértékét. Hasonló hatással van a puzzolános portlandcement is, amelyből elegendő a 10—20%-os adagolás.

Kuznecov, G. F.: A téglalap felhasználása nagyüzemi építkezés céljaira (p. 25—28, t: 5.)

Szerző szembeszáll a nézettel, hogy a nagyüzemi gépesített építkezés elterjedése miatt a meglévő téglagyárakat le kell állítani és helyükben keramzit, vagy aglo-

porit üzemeket építeni. Szerző szerint sokkal célszerűbb a jelenlegi téglagyárak kiegészítése téglapanel-formázó gépsorokkal, ami által a falak önköltsége kisebb lesz mint az egyedi téglából emeltéké. A többéves tapasztalat bebizonyította, hogy a téglapanelekből épült házak közel azonos költséggel építhetők, mint a keramzitbeton panelekből épült házak és minőség tekintetében szintén nincs lényeges eltérés. Beruházási összegek szempontjából a téglapaneles mód elterjedése feltétlenül célszerűbb.

#### SZTROITELNÛE MATERIALÛ 1964. 11. sz.

Bustedt, I. I.: Emulbit — univerzális vízszigetelő anyag (p. 5—6, t: 4.) Bitumenes emulzió gyártástechnológiájának ismertetése. Az emulzió áll 55—60% bitumenből, 5% száraz szulfidból és 35—40% vízből. Az emulzió alkalmazható vízzáró réteggént, betonba való bekeverése esetén az emulzió rendkívüli mértékben emeli a beton vízzáró képességét. Az Emulbit-tartalmú betonok szilárdsága gyakorlatilag változatlan marad az adalékmentesekhez képest.

Gurevics, M. I.: Nagyméretű elemek előállítására téglagyárakban (p. 14, á: 1, t: 1.)

A Szovjetunióban napirenden van a téglagyárak átállítása keramzitgyártásra. Szerző hivatkozik a podolszki téglagyár tapasztalatára és kifejti, hogy célszerű a jelenlegi téglagyárak átállítása az üreges téglablokkok gyártására, majd a gyáron belül az üreges blokkok falpanellé való feldolgozása. A jelenlegi, nem gépesített körülmények között is egy 15 lakásos ház építése téglablokkos falpanellekből kb. 7000 rubellel olcsóbb mint keramitbetonos panelekből.

Cslenov, V. A.—Mihajlov, N. V.: Homok konduktív szárítása vibrációs-fluidizációs rétegben (p. 17—20, á: 7, b: 3.)

Laboratóriumi vizsgálatok ismertették, melyek során megállapították, a meleg felületen vibrált homok száradási intenzitását. Megállapították, hogy a száradásra a legnagyobb hatást a vibrálás amplitúdója gyakorolja. A frekvencia jóval kisebb mértékben befolyásolja a száradási intenzitását. A laboratóriumi kísérletek alapján üzem berendezést is építettek.

#### É P Í T Ő A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kládja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450  
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1450 példányban  
65.6. 22259 Réval Nyomda Budapest V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 82

Előfizetési díj: 1/4 évre 18,—Ft; félévre 36,—Ft; egy évre 68,—Ft. — Csekk számszám egyéni: 61.252; közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

## PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított „Petrik Lajos”-díjra

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázati hírdet az alábbi felsorolt tanulmányok kidolgozására.

### 1. A finomkerámiaipar területén

Samottpótló anyag kályhacsempe-masszához. Felvilágosítással szolgál: Borbély Ferenc FOV. Bp., X., Tárna u. 4.

Korszerű porcelánművészet kialakítása. Felvilágosítással szolgál: Veress Miklós FOV. Bp., X., Tárna u. 4.

A Finomkerámiaipari Országos Vállalat egységes költségelszámolási rendszerének kialakítása. Felvilágosítással szolgál: Tóth Dezső FOV. Bp., X., Tárna u. 4.

Nagyvállalati szervezetnek megfelelő tervezési módszer és rendszer kidolgozása, különös tekintettel a termelés választékának állandó változása következtében jelentkező tényezők hatásának figyelembe vételére. Felvilágosítással szolgál: Dr. Tomschey Ottó FOV. Bp., X., Tárna u. 4.

Finomkerámiai masszák megmunkálhatóságának javítása. (Cél, hogy a finomkerámiai masszákat gépi formálásra a jelenleginél alkalmasabbá tegyük.) Az öntés körülményeit befolyásoló tényezők vizsgálata. A szalagszerű gépi öntés bevezetése szélességessé teszi az öntési technológia részletesebb vizsgálatát. Ezen belül vizsgálni kell

a) az egyenletes szívóképességű gipszformák előállításának lehetőségét;

b) a gipszforma szívóképességének változását az öntésszám függvényében (azonos öntőiszapot feltételezve).

c) az öntőiszap hőmérsékletének és a gipszformák nedvességtartalmának befolyása a szívási időre.

Felvilágosítással szolgál: Molnár Gyula Építésügyi Min. Szilikát-titkárság Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

### 2. Az üvegear területén

Üvegben levő buborék gáztartalmának azonosítására gyors módszer kidolgozása.

Üvegolvadék homogenitásának vizsgálata, a homogenitási fok kidolgozása.

Dániagépen történő sapka elválasztásánál keletkező karima és a leszakadás helyének csökkentése.

Nagy átmérőjű fénymásoló csövek gépi előállításának kidolgozása.

Szelénrubin üvegből gyártott vékonyfalú üvegarú melegítés nélküli szín előállítás.

Kompresszorlevegő nedvességtartalom csökkentésére és teljes megszüntetésére vonatkozó javaslat kidolgozása.

Cseppadagolócsatornák gáz-levegő keveredés automatizálása hazai megoldással.

Automatikus hőfokszabályozás a cseppadagoló részére, hazai műszerek felhasználásával.

Korszerű zöldüveg összetétel kialakítása, figyelembe véve a fajlagos olvasztási teljesítmény növelését.

Felvilágosítással szolgál: Víg Jenő és Szalontai Károly. EM Üvegearipari Országos Vállalat Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

Kézi gyártású üzemek belső anyagmozgatásának operatív nyilvántartása (árulkísérés adminisztrációja). Salgótarjáni Öblösüveggyár durva feldolgozás csoport-bérezésének megoldása úgy, hogy az átlagbér emelkedéssel ne járjon.

Felvilágosítással szolgál: Tarnai Emil Hópalack és Ampullagyár Bp., XIII., Váci út 99.

### 3. A kőbányaipar területén

A külfejtés technológiájának korszerűsítése, azzal összefüggő műszaki és biztonságtechnikai kérdések.

Felvilágosítással szolgál: Vajda László EM Kő- és Kavicsipari Tröszt Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

Az osztályozás eljárásainak és gépi berendezéseinek tökéletesítése, a vibrátorok teljesítményének növelése és megbízható számítása.

Felvilágosítással szolgál: Szabó Elek EM Kő- és Kavicsipari Tröszt Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

A kőbányák hányóinak, illetve inkurrens készleteinek hasznosítása.

Felvilágosítással szolgál: Herendi György EM Kő- és Kavicsipari Tröszt Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

Feldolgozó üzemi gépegységek vagy gépsorok automatizálásának megoldása, figyelemmel a jelenleg alkalmazott géptípusokra.

Felvilágosítással szolgál: Serédi Béla EM Kő- és Kavicsipari Tröszt Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

### 4. A durvakerámiaipar területén

Az anyag minőségének és az alkalmazott technológiának befolyása a cserép fagyállóságára.

Széntüzelésű téglaiipari kemencék tüzelésének gépítése és automatizálása.

Felvilágosítással szolgál: Csizi Béla EM Tégl- és Cserépipari Tröszt Bp., V., Stollár Béla u. 3/a.

Kétrétegű padlólap sajtolására alkalmas hazai nyersanyag kikísérletezése.

Szajnyítások szerkesztésének alapelemei, különös tekintettel a nagyüregű elemek gyártására, különféle agyakok esetén.

Iparági kutató csoportok munkájának megszervezése maximális eredményesség elérésére.

Adott üzemi belső anyag mozgatásának átszervezése olyan módon, hogy csak minimális ráfordítást igényeljen a szervezés.

Felvilágosítással szolgál: Kakassy Gyula EM Műszaki Fejlesztési főosztály Bp., V., Beloiannisz u. 2—4.

### 5. A közgazdaság területén

A műszaki gazdasági mutatók rendszere és összehasonlítási lehetőségei az építőanyagiparban.

A termelékenységi alakulásának tényezők szerinti vizsgálata és tervezési módszerei az építőanyagiparban.

Tartalékgépek gazdaságos alkalmazásának elemzése és módszerei.

Felvilágosítással szolgál: Mátrai Ferenc EGSZI. Bp., VI., Lenin krt. 67.

### 6. A cementipar területén

Célszerű bányaművelési mód kialakítása a DCM. kőbányájában.

Felvilágosítással szolgál: Dobrányi L. DCM. Vác. A cementek és betonok hőérlelésénél előforduló hibák feltárása és azok kiküszöbölése.

Felvilágosítással szolgál: Dr. Kilián József Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Építőanyag tanszék Bp., XI., Műgyetem rakpart 3.

Cementgyári gépi berendezések korrózióvédelme. Felvilágosítással szolgál: Kurdi Lajos Cement- és Mészipari Országos Vállalat Vác.

A TMK szervezete és rendszere a cement- és mésziparban, valamint a TMK célszerű ügyvitelének kialakítása.

Felvilágosítással szolgál: Csillag Béla Cement- és Mészipari Országos Vállalat Vác.

Azbesztcement termékek belső szállításának megoldása.

Felvilágosítással szolgál: Kincsem Rudolf Eternitművek Nyergesújfalu.

Az Egyesület választmánya által kiküldött bírálóbizottság a beérkezett pályaművek közül a legjobbakat „Petrik Lajos” díjjal jutalmazza, melynek.

I. fokozata 5000,— Ft      II. fokozata 3500,— Ft  
III. fokozata 2500,— Ft

Fenti három díjban nem részesülő pályaművek közül a bírálóbizottság a legjobbakat 2000,— Ft-ig terjedő pénzjutalomban részesítheti.

A bírálóbizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát nem adja ki.

A felsorolt témákon kívül benyújthatók olyan pályaművek is, amelyek az Egyesület szakterületére tartozó más tudományos, termelési, gazdasági kérdéseket vizsgálnak és oldanak meg.

Ezen munkákat a bírálóbizottság ugyancsak 2000,— Ft-ig terjedő jutalomban részesítheti.

A pályázat benyújtásának határideje: 1965. aug. 31.

Az Egyesület Választmánya által kiküldött bírálóbizottság a beérkezett pályaműveket felülvizsgálja és az eredményeket 1965. nov. 30-ig nyilvánosságra hozza.

A pályázat jelíges. A jelíget a pályamunkán fel kell tüntetni, valamint egy zárt borítékban is, amelyben a pályázó a nevét, címét munkahelyét feltünteti.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

Az Egyesület fenntartja magának a jogot, hogy a megfelelőnek ítélt pályaműveket az „Építőanyag” c. folyóiratban leközölje.