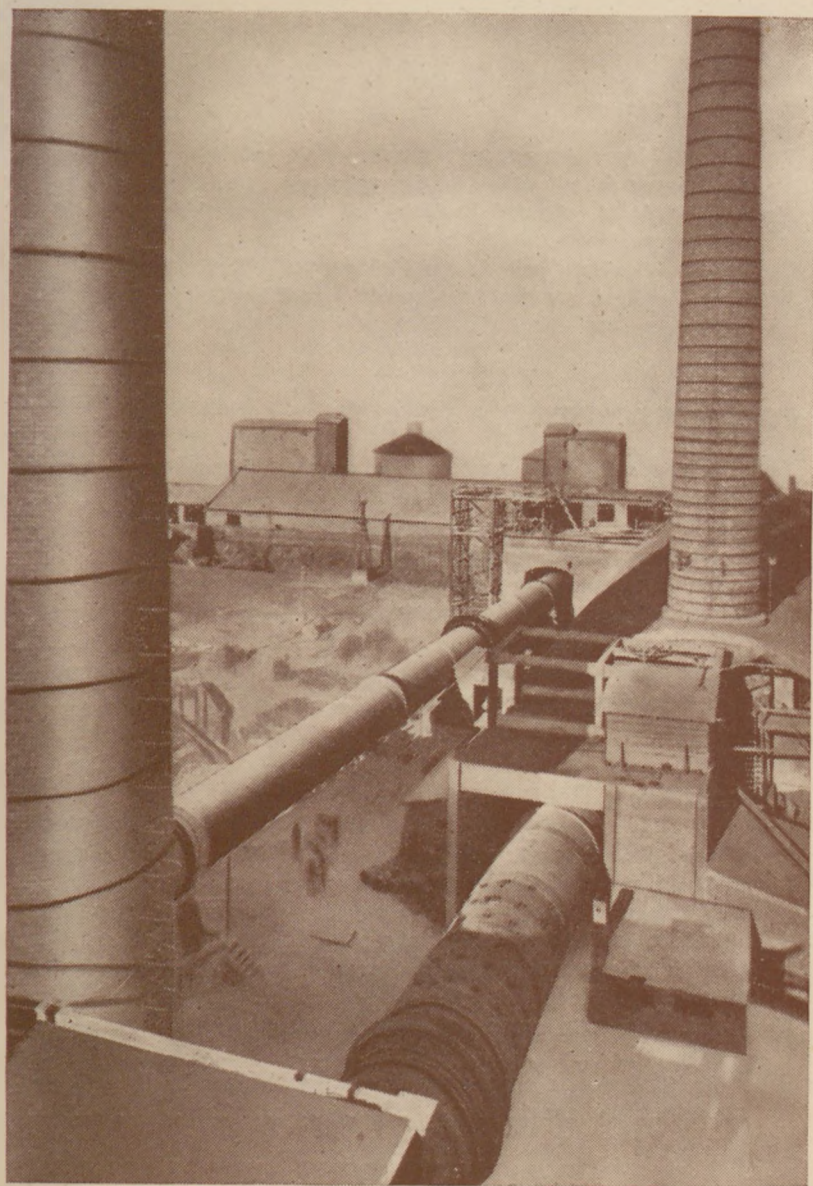


ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

12. SZÁM

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

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az Építőipari Könyv-
és Lapkiadó Vállalat
igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos utca 17.

Telefon: 384-324

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM:

	Old
<i>Dr. Albert János:</i> Az agyagok minőségének befolyása durvakera- miai anyagok száradási érzékenységre	417
<i>Halász András:</i> A sárisápi kaolinkötésű kvarchomokok hidrociklo- nos iszapolása	429
<i>Beke Béla:</i> Megjegyzések az aprítás alapvető kérdéseire	439
<i>Kitajgorodszkij:</i> A szovjet üvegipar és soronkövetkező feladatai	444
Az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciája	455

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
<i>Янош Алберт:</i> Влияние качества глины на чувствительность изделий строительной керамики к сушке	417
<i>Андрас Халас:</i> Обогащение и сортировка с гидроциклоном шаро- шаповых кварцевых песков, связанных каолином	429
<i>Бела Беке:</i> Замечания к основным вопросам дробления	439
<i>Китайгородский:</i> Советская стекольная промышленность и ее посл- довательные задачи	444
II-я конференция исследователей, работающих в промышленности строительных материалов	455

CONTENU:

	Nos. Pages
<i>Dr. János Albert:</i> L'influence de la qualité d'argile sur la sensi- bilité de séchage des matériaux de céramique rouge	417
<i>András Halász:</i> Décantage à hydrocyclone des sables quartzeux à liaison de kaolin de Sárisáp	429
<i>Béla Beke:</i> Quelques remarques concernant les problèmes fonde- mentaux du concassage	439
<i>Kitajgorodszkij:</i> L'industrie de verre soviétique et ses tâches ac- tuelles	444
II ^{ème} Conférence des chercheurs scientifiques dans le domain des matériaux de construction	455

ÉPÍTŐANYAG

6. ÉVFOLYAM 12. SZÁM

Az agyagok minőségének befolyása durvakerámiai anyagok száradási érzékenységére A száradási érzékenység csökkentése adalékanyagokkal*

DR. ALBERT JÁNOS

I. Durvakerámiai agyagok jellemzése

A téglá- és cserépgyártásra használt agyagok képlékeny agyagásványokat tartalmazó üledékes kőzetek. Az agyagásványokat kísérő nem képlékeny alkatrészek túlnyomó részben kvareból és a kvarc mellett alkáli- és alkáliföldfém-szilikát-tartalmú kőzetmálladékból állanak és mindig sok vasoxidot tartalmaznak. Márgás agyagokban ezenkívül 5—35% mészkarbonát is van. A kísérő alkatrészek között káros szennyeződések is lehetnek, darabos mészkő és kemény márga, kvarc-kavics, pirit és oldható sók formájában.

Az agyagok olvadáspontja általában 1150—1250°, de mindig 1350° alatt van. Hazai téglá- és cserépagyagaink olvadáspontja azonban az 1200°-ot nem haladja meg és jellemző tulajdonságuk, hogy tömörre-égésük hőmérséklete olvadáspontjukhoz mindig közel esik.

A téglá- és cserépagyagok többféleképpen csoportosíthatók. A szakirodalomból ismert csoportosításuk azonban egyoldalú, mert vagy csak geológiai eredetük és képződésmódjuk, vagy csak valamely kiválasztott anyagtulajdonságuk alapján történik. Több száz hazai agyag rendszeres vizsgálata alapján és a gyártástechnikai szempontból jellemző anyagtulajdonságok figyelembevételével a következő csoportosítást tartjuk helyesnek és kívánjuk használni.

1. Mészkarbonátmentes vagy mészszegény agyagok:

a) nagy képlékenységgűek, sok agyagásványt tartalmaznak és 50%-nál nagyobb mennyiségben 0,01 mm-nél kisebb méretű szemcsékből állanak. Ilyenek a mályi és miskolci agyagok stb. Az ásványi felépítésükben résztvevő kvarehomok és alkálioxidtartalmú kőzetmálladék túlnyomó részben finomszemcsésű, a 0,025 mm-nél nagyobb méretű szemcsék mennyisége aránylag kevés. Egyes agyagokban, különösen a sok vasoxidot tartalmazó, 1100° alatt olvadó és égetésnél duzzadó agyagokban a 0,01 mm-nél kisebb szemcsék mennyisége 70%-ot is meghalad. Ilyenek a mezőtúri és karcagi duzzadó agyagok;

b) kevésbé képlékenyek, kevés agyagásványt tartalmaznak és a 0,01 mm-nél kisebb szemcsék mennyisége 50% alatt van. Ilyenek a debreceni és szombathelyi homokos agyagok stb. Az agyagásványokat kísérő, sokszor túlsúlyban levő kvarehomokban és kőzetmálladékban sok a durvaszemcsésű, 0,025 mm-nél nagyobb méretű alkatrész.

2. Mészkarbonáttartalmú vagy márgás agyagok:

a) képlékenyek, vagy közepes képlékenységgűek, sok agyagásványt tartalmaznak és a 0,01 mm-nél kisebb méretű alkatrészek mennyisége 50%-nál nagyobb. Jellemző példái az óbudai kiscelli, mátraderecskei, soproni agyagok stb. A kísérő mészkarbonát, kvarc és alkálioxidban dús kőzetmálladék legnagyobb részét finomszemcsésű, a 0,025 mm-nél nagyobb méretű szemcsék mennyisége kevés;

b) kevésbé képlékenyek, agyagásványtartalmauk kicsi, a 0,01 mm-nél kisebb méretű szemcsék mennyisége 50%-nál kisebb, sok esetben a 30%-ot sem éri el. Jellemző példái a rákosi, kecskemeti agyagok stb. Az agyagok fő tömegét képező nem képlékeny alkatrészek közül a kvarehomok és alkáli-tartalmú kőzetmálladék nagyrésze 0,025 mm-nél nagyobb szemcsésű.

Az agyagoknak ebbe a csoportjába tartozik a lösz és a nagy homoktartalmáról ismert vályog is. A vályog azonban sokszor mészkarbonátmentes állapotban is előfordul.

II. Száradási érzékenység

Az agyagok száradási érzékenysége a kiformázott testek repedésében és eltorzulásában jelentkezik. A kiformázott testek külső és belső rétegei között nedvesség- és zsugorodásbeli különbségek lépnek fel. A zsugorodásbeli különbségek, vagyis a rétegeknek egymáshoz viszonyított méretváltozásai húzó- és nyírófeszültségeket váltanak ki az anyagban. Ezeknek hatására a kerámiai test eltorzul és ha a feszültségek az anyag szilárdságát meghaladják, megreped.

* Az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet közleménye.

A szárítás első szakaszában a víz a száradó test felületén párolog és kapilláris erők hatására vándorol az anyag belsejéből a felszín felé. A második szakaszban a test felülete már száraz, a párologó felszín fokozatosan a száradó test belsejébe húzódik vissza és az egyre vastagodó kiszáradt réteg diffúzióellenállása a párologást megnehezíti. Az első szakaszban a szárítási sebesség — az időegységben elpárolgó víz mennyisége — megközelítőleg állandó, a másodikban a szárítási sebesség csökken, és a szárítási folyamat az anyagra jellemző egyensúlyi nedvességtartalomnál befejeződik.

Kerámiai anyagok száradási érzékenysége kicsi, repedés- és torzulásmentesen száríthatók, ha az anyagban a kapilláris vízáramlás intenzitása — a keresztmetszet egységén az időegységben átáramló víz mennyisége — nagy, az anyag belsejéből a felületre áramló víz könnyen tudja pótolni a felületen elpárolgó víz mennyiségét, a szárítás állandó sebességű szakasza hosszú, és a párologó felszín kis átlagos nedvességtartalom mellett helyeződik át az anyag belsejébe. Ekkor ugyanis a felületi réteg és az anyag belseje között mind nedvességtartalom, mind zsugorodásban kicsi a különbség és kicsik az anyagban fellépő feszültségkülönbségek is.

A száradási érzékenység nagy és a repedés meg eltorzulás veszélye bekövetkezik, ha a kapilláris vízáramlás intenzitása kicsi, a száradó test kapilláris hálózatában a felület felé áramló víz nem tudja pótolni a felületen elpárolgó víz mennyiségét, a szárítás állandó sebességű szakasza rövid, és a párologó felszín nagy átlagos nedvességtartalom mellett húzódik az anyag belsejébe. Ez esetben a felszíni réteg és anyag belseje között nedvességtartalomban és zsugorodásban egyaránt nagy a különbség és az anyagban fellépő feszültségkülönbségek is nagyok.

A kapilláris áramlás intenzitását, G_f , a

$$G_f = k_f \frac{df}{dx} \text{ kg/m}^2\text{ó} \quad (1)$$

egyenlet adja meg, ahol k_f az anyag nedvességvezetési tényezője $\text{kg/m}^2\text{ó}/\%$ -ban, vagyis az a vízmennyiség, amely $1\%/m$ nedvességésés mellett 1 m^2 felületen óránként áthalad, $\frac{df}{dx}$ a nedvességgradiens $\%/m$ -ben, vagyis a hosszegységre eső nedvességváltozás.

A száradó test felületegységén elpárolgó víz mennyiségét, vagyis a szárítás intenzitását, G , a szárítás első szakaszában a

$$G = \frac{\beta}{R_g T} (p_{g1} - p_{g2}) \text{ kg/m}^2\text{ó} \quad (2)$$

egyenlet alapján számíthatjuk ki, ahol p_{g1} a párologó felület, p_{g2} a szárító közeg vízgőzténziója kg/m^2 -ben, R_g a vízgőz gázállandója mkg/kg abs° -ban, T a száradó test hőmérséklete abs° -ban, β a párologási vagy vízgőzátadási tényező $\text{m}^2/\text{ó}$ -ban. Ez az érték a szárítás második szakaszában a kiszáradt réteg diffúzióellenállása következtében fokozatosan csökken és a szárítási folyamat végén

a szárítás intenzitását a

$$G' = \frac{D}{\mu d} \frac{1}{R_g T} (p_{g1} - p_{g2}) \text{ kg/m}^2\text{ó} \quad (3)$$

egyenlet fejezi ki, ahol μ a diffúzióellenállás, vagyis az a szám, amely megadja, hogy a vízgőz-diffúzióval szemben fellépő ellenállás a száradó anyagban hányszor nagyobb, mint a nyugvó levegőben, D a vízgőzdiffúzió tényezője a levegőben $\text{m}^2/\text{ó}$ -ban, vagyis az a vízgőzmennyiség, amely a felületegységen egységnyi nyomáskülönbség mellett átdiffundál, d a száradó test vastagsága m -ben [1].

Fent előadottak alapján a szárítás zavartalanul akkor megy végbe, ha a kapilláris áramlás intenzitása a felületen elpárolgó víz mennyiségével egyenlő:

$$G_f = G$$

$$k_f \frac{df}{dx} = \frac{\beta}{R_g T} (p_{g1} - p_{g2}) \quad (4)$$

Minél nagyobb a kapilláris áramlás intenzitása, annál könnyebben és gyorsabban szárítható a kerámiai test repedés és torzulás nélkül.

A kapilláris áramlás intenzitását — mint az (1) egyenletből látszik — elsősorban az anyag nedvességvezetési tényezője határozza meg. A nedvességvezetési tényező a kapillárisok sugarával és számával nő. Minél nagyobb a kapillárisok sugara és minél jobban át van szőve az anyag kapillárisokkal, annál nagyobb a kiszáradt test porustérfogata vagy porozitása és annál nagyobb az anyagban a kapilláris áramlás intenzitása.

A száradási érzékenység nagymértékben függ az anyag száradási zsugorodásának nagyságától is. Általában ha az anyag száradási zsugorodása kicsi, még ha nagy nedvességkülönbség lép is fel a külső szárazabb réteg és az anyag belseje között, nagy zsugorodásbeli különbségek nem fognak jelentkezni a száradó testben és a feszültségkülönbségek is kicsik maradnak. Az anyag zsugorodása szoros összefüggésben van a kiszáradt test porustérfogatával és térfogatsúlyával. Minél nagyobb mértékben foglalják el az anyagban a szárítás folyamán a megmunkálási víz helyét levegővel kitöltött pórusok, annál nagyobb lesz a porustérfogata és kisebb a térfogatsúlya és annál kisebb lesz a zsugorodás értékszáma. A zsugorodás nagysága a megmunkálási víz mennyiségétől is függ; növelésével a zsugorodás nagysága emelkedik.

A száradási érzékenységet bizonyos mértékben a diffúzióellenállás is növeli, különösen azoknál az anyagoknál, amelyeknek átlagos nedvességtartalma a második szárítási szakaszba való átmenetnél nagy. A diffúzióellenállás főképpen a szárítási sebesség csökkenésében nyilvánul meg. Az anyag diffúzióellenállása elsősorban annak porustérfogatától függ; minél nagyobb az anyag porozitása, annál kisebb a diffúzióval szembeni ellenállása. Durvapórusú anyagoknál a diffúzióellenállás nagyságrendileg megegyezik a porozitás reciprok értékével.

Hogy valamely anyag száradási érzékenységét jellemeznünk tudjuk, fentiek alapján szükséges, hogy

azonos szárítási feltételek mellett meghatározzuk a kiformázott test

1. szárítási görbét, ami az anyag nedvességtartalmának időbeli változását ábrázolja a szárítás folyamán;

2. szárítási sebességgörbét, ami az időegységben eltávozó víz %-os mennyiségét szemlélteti a szárítási folyamat alatt;

3. a száradási zsugorodását, pórustérfogatát és térfogatsúlyát és ezeknek a száradás folyamán észlelhető változását, végül meghatározzuk

4. az anyagban a kapilláris vízáramlás intenzitását.

Ezek a száradási érzékenységre jellemző tulajdonságok az agyagok különböző kémiai, fizikai és ásványi felépítésétől függően jelentkeznek.

Tanulmányunk célja, hogy ezeket a tulajdonságokat az egyes agyagcsoportok jellemző agyagaira megállapítsuk, továbbá megvizsgáljuk, hogy adalékanyagok alkalmazásával milyen mértékben tudjuk a száradási érzékenységet befolyásolni és csökkenteni.

III. Az agyagok kémiai és fizikai összetétele és a szárításuknál végbemenő folyamatok közötti összefüggés vizsgálata

Vizsgálatainkhoz építőanyagiparunk alábbi öt jellegzetes agyagfajtáját választottuk:

a) a sok agyagásványt tartalmazó mészszegény mályi agyagot,

b) az agyagásványban szegény, kevés mészkarbonátot tartalmazó debreceni agyagot,

c) az agyagásványban dús, márgás (mészkarbonátos) kiscelli és mátraderecskei agyagokat,

d) a kevés agyagásványt tartalmazó márgás (mészkarbonátos) rákosi sárga agyagot.

Száritási kísérleteinknél a következő vizsgálati módszereket alkalmaztuk.

A 2 mm szemese finomságúra örlött agyagból megfelelő vízmennyiséggel képlékeny masszát készítettünk.

Az agyagok szárítási- és szárítási sebességgörbéjének meghatározása céljából az előkészített anyagból $7,6 \times 3,8 \times 2,2$ cm méretű, $107,9$ cm² felületű próbatestet formáztunk. A próbatestet $35 \times 23 \times 30$ cm belső méretű szárítószekrényben szárítottuk úgy, hogy súlya, ill. nedvességtartalma állandóan mérhető legyen. Ebből a szárítószekrényre 500 g-os táramérleget szereltünk, melynek egyik serpenyője a szárítótérbe nyúlt be és erre helyeztük a vizsgálandó testet. A súlymérést a szárítás elején félóránként, később óránként, majd kétóránként végeztük. A szárító levegő hőmérsékletét és nedvességtartalmát száraz-nedves-hőmérővel ellenőriztük. A szárító levegő hőmérséklete $t_i = 50^\circ$, relatív nedvességtartalma $\varphi = 0,40$ volt. A levegő áramlási sebessége $V = < 0,05$ m/sec. A szárítási görbe megszerkesztésénél abszcisszákul a szárítási időt órákban, ordinátákul a nedvességtartalmat mértük fel száraz anyagra vonatkoztatott százalékban kifejezve. A szárítási sebességgörbét a

szárítási görbéből grafikus differenciálás útján nyertük; abszcisszái a nedvesség%-ot, ordinátái a száradási sebességet jelzik nedvesség%/ó-ban.

Az agyagok lineáris és térfogati zsugorodásának, térfogatsúlyának és pórustérfogatának és azok változásának megállapítására ugyancsak $7,6 \times 3,8 \times 2,2$ cm méretű próbatesteket készítettünk. A próbatestekből 6–10 darabot a szárítószekrény polcára helyezve, azokat az előbbi próbatesttel egyidejűleg és azonos körülmények között szárítottuk. A szárítási folyamat bizonyos meghatározott időpontjaiban a testeket rendre kiemeltük és táramérleggen megmértük súlyukat, tolómércevel hosszukat, azután vízhatlan kollódiumlakkal bevonva volumenométerrel térfogatukat, végül 105° -on kiszárítva megmértük a teljesen száraz testek súlyát.

A lineáris zsugorodás nagyságát a hossz-mérések, a térfogati zsugorodást a térfogatmérések adataiból számítottuk ki.

A térfogatsúlyokat a próbatestek súlyának és térfogatának hányadosából határoztuk meg.

A pórustérfogatot az agyagok fajsúlyának ismeretében a

$$P = \frac{V - (V_a + V_o)}{V} 100 \quad (5)$$

képlet alapján számítottuk, ahol $V_a = \frac{s_a}{f s_a}$

A képletben P a próbatest pórustérfogata %-ban, V a volumenométerben mért térfogata cm³-ben, V_a és V_o a próbatestben lévő száraz anyag és víz térfogata cm³-ben, s_a a teljesen kiszárított próbatest súlya g-ban és $f s_a$ az anyag fajsúlya g/cm³-ben. A V_o víztérfogat számértékét cm³-ben a próbatest teljes kiszárításakor bekövetkező és g-ban mért súlycsökkenése adja meg, mivel a víz fajsúlya 1.

A pórustérfogat kiszámítására a

$$P = \frac{fs - tfs}{fs} 100 \quad (6)$$

képletet is felhasználhatjuk; fs a próbatest fajsúlya, tfs a térfogatsúlya g/cm³-ben. Ez esetben a próbatest fs fajsúlyát agyag- és víztartalmának aránya alapján, mint átlagos fajsúlyt vesszük figyelembe.

A pórustérfogat a fajsúly számértékének ismerete nélkül is kiszámítható a szárítás folyamán elpárolgott vízmennyiségből és az előálló térfogatcsökkenésből a következő összefüggés segítségével [2].

$$P = \frac{(N_0 - N) - (V_0 - V)}{V} 100 \quad (7)$$

E kifejezésben N_0 jelenti a próbatest nedvességtartalmát g-ban, V_0 térfogatát cm³-ben a kezdeti nedves állapotban, míg N és V a szárítási folyamat adott időpontjára vonatkozó értéket. Ez a képlet azonban csak megközelítő értékeket ad, mert nem veszi figyelembe a kiformázott testben már a szárítás előtt légzárványok formájában jelenlévő pórusokat.

A kapilláris vízáramlás intenzitásának megállapítására S. A. Nossova módszerét alkalmaztuk [3]. A vizsgálati eljárás az intenzitás pontos

1. táblázat

Durvakerámiai agyagok kémiai, fizikai és ásványi összetétele és kerámiai adatai

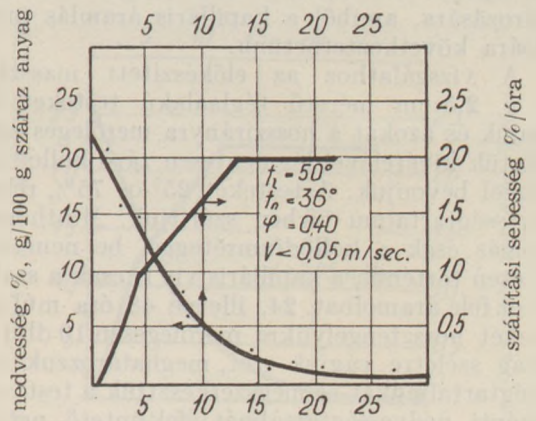
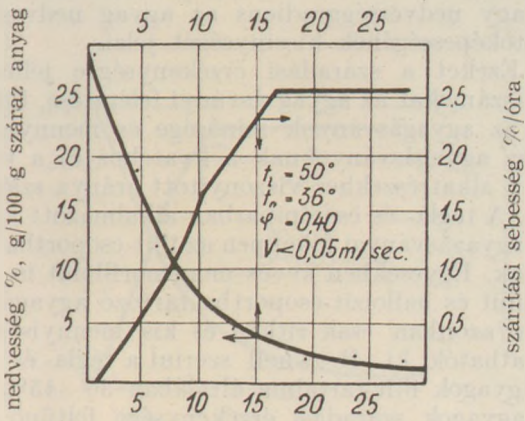
Az agyag megnevezése	Mályi	Debreceni	Óbuda-Kiscelli	Mátra-derecskei	Rákosi sárga
1. Kémiai összetétel					
Izzítási veszteség %	6,9	7,3	12,8	11,7	15,0
SiO ₂ %	62,1	68,9	50,6	49,5	46,1
Al ₂ O ₃ · TiO ₂ %	19,1	12,3	16,2	17,5	14,3
Fe ₂ O ₃ %	6,8	5,9	5,2	4,7	4,0
CaO %	1,5	2,5	9,7	9,8	14,9
MgO %	0,2	nyomok	2,9	3,7	3,1
Alkálioxidok és maradék %	3,4	3,1	2,6	3,1	2,6
2. Az agyagásványok minősége (4.) ...					
	illit és kevés montmorillonit	illit	illit	illit	illit
3. Fajsúly g/cm³					
	2,55	2,65	2,62	2,61	2,64
4. Kationkicszerélőképesség mg ekv/100 g					
	35	15	22	23	19
5. Atterberg képlékenységi szám					
	19,0	4,1	17,0	18,0	10,8
6. Szemcseösszetétel					
>0,200 mm %	1	3	1	1	2
0,200—0,040 mm %	8	27	19	5	19
0,040—0,025 mm %	8	20	8	4	14
0,025—0,010 mm %	17	21	18	18	26
0,010—0,005 mm %	12	8	15	19	11
<0,005 mm %	54	21	39	53	28
7. Fajlagos felület cm²/g					
	5,8 · 10 ³	2,6 · 10 ³	4,4 · 10 ³	5,6 · 10 ³	3,3 · 10 ³
8. Olvadáspont					
	1180°	1180°	1200°	1200°	1180°
9. A kiformázott próbatestek kerámiai adatai					
a) megmunkálási víz %	28,5	22,5	26,5	26,3	26,5
b) a kiszáritott próbatestek egyensúlyi nedvességtartalma 20°-on %	2,3	1,2	1,3	1,4	1,1
c) lineáris száradási zsugorodás %	8,0	4,0	5,6	5,6	4,5
d) lineáris zsugorodás %					
950°-on kiégetve	8,2	3,7	6,0	6,1	4,7
1000°-on kiégetve	8,5	4,1	6,0	6,2	4,9
1100°-on kiégetve	9,2	5,9	7,4	7,8	6,6
Vízfelvőképesség %					
950°-on kiégetve	12,8	20,2	19,4	18,4	25,6
1000°-on kiégetve	12,2	19,1	19,3	18,2	25,6
1100°-on kiégetve	7,1	17,0	16,3	16,0	21,7
f) a 950°-on kiégetett próbatestek térfogatsúlya g/cm ³	1,81	1,68	1,67	1,66	1,53
g) a 950°-on kiégetett próbatestek porüstérfogata %	23,2	33,9	32,4	30,5	39,2
h) a 950°-on kiégetett próbatestek nyomószilárdsága kg/cm ²	225	80	190	195	95

MÁLYI AGYAG

DEBRECENI AGYAG

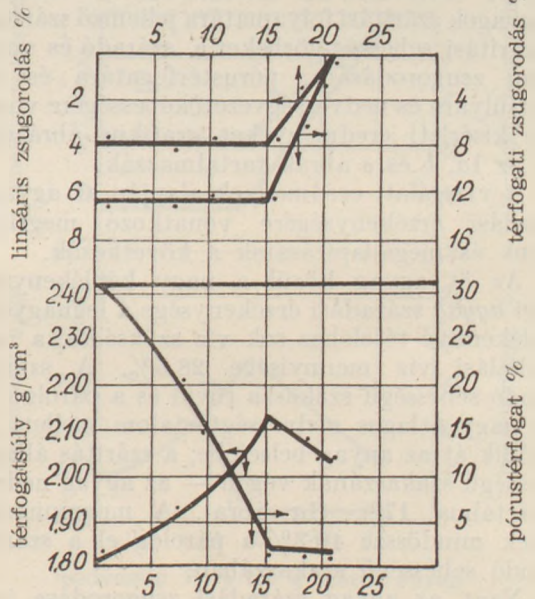
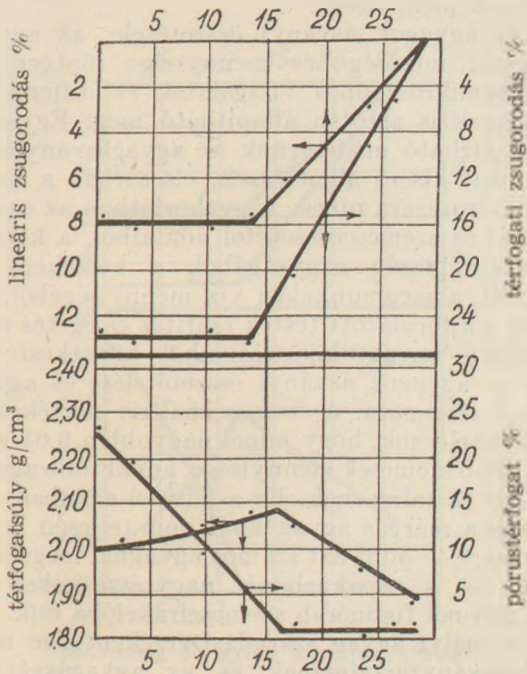
szárítási idő, óra

szárítási idő, óra



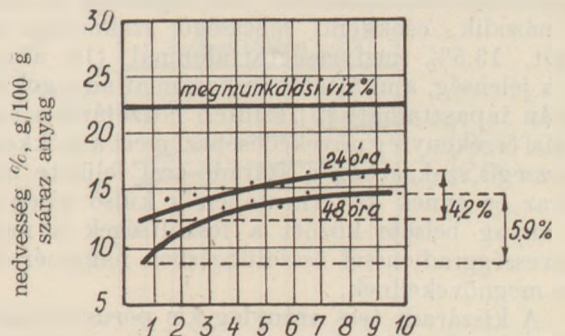
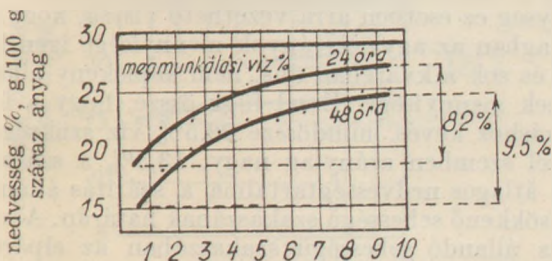
nedvesség %, g/100 g száraz anyag

nedvesség %, g/100 g száraz anyag



nedvesség %, g/100 g száraz anyag

nedvesség %, g/100 g száraz anyag



a száradó felülettől számított távolság cm

a száradó felülettől számított távolság cm

1. ábra. Agyakok szárítási- és szárítási sebesség-görbéje (a), száradási zsugorodásának, pórustérfogatának és térfogatsúlyának változása a szárítás folyamán (b), és a száradó test rétegenkénti nedvességeloszlása (c)

értékszámának meghatározására nem használható, de igen alkalmas a különböző agyagfajták nedvességvezetőképességének összehasonlítására és a száradó testben lévő nedvességeloszlás meghatározására, amiből a kapilláris áramlás intenzitására következtethetünk.

A vizsgálathoz az előkészített masszából 10 5 2,5 cm méretű téglalakú testeket formázunk és azokat a hosszirányra merőleges egyik felületük kivételével légmentesen záró kollódiumréteggel bevonjuk. A testeket 25°-os 75% relatív nedvességtartalmú térben szárítjuk. Minthogy a párolgás csak a kollódiumréteggel be nem vont felületen történik, a kapilláris víz is csak a szabad felület felé áramolhat. 24, illetve 48 óra múlva a testeket hossz tengelyükre merőlegesen 10 db 1 cm vastag szeletre vágjuk szét, meghatározzuk nedvességtartalmukat és megszerkesztjük a test rétegenkénti nedvességtartalmát feltüntető nedvességeloszlási görbét. Minél nagyobb a két szélső réteg közötti nedvességkülönbség, annál kisebb az anyag nedvességvezetőképessége, annál kisebb a kapilláris vízáramlás intenzitása.

A megvizsgált 5 agyag kémiai, fizikai és ásványi összetételének adatait az 1. táblázat, az agyagok szárítási folyamatára jellemző szárítási- és szárítási sebesség-görbéket a száradó és száraz anyag zsugorodására, pórustérfogatára és térfogatsúlyára és nedvességvezetőképességére vonatkozó kísérleti eredményeket grafikus ábrázolásban az 1a, b és c ábrák tartalmazzák.

A vizsgálati eredmények alapján az agyagok száradási érzékenysége vonatkozó megfigyeléseink és megállapításaink a következők.

Az öt agyag közül a nagy képlékenyséű *mályi agyag* száradási érzékenysége a legnagyobb. Képlékeny tételéhez sok víz szükséges, a megmunkálási víz mennyisége 28,5%. A szárítás állandó sebességű szakasza rövid és a párolgó felszín nagy átlagos nedvességtartalom mellett helyeződik át az anyag belsejébe; a szárítás állandó sebességű szakaszának végén — az agyag nedvességtartalma 17% (1a ábra). A megmunkálási víznek mindössze 40,3%-a párolog el a szárítás állandó sebességű szakaszában.

Nagy az agyag száradási zsugorodása is; a lineáris zsugorodás számértéke 8,0%, a térfogati zsugorodásé 26,0%. Feltűnő, hogy a zsugorodás a szárítás első szakaszában nem fejeződik be, csak a második, csökkenő sebességű szakaszban ér véget, 13,5% nedvességtartalomnál (1b ábra). Ez a jelenség, ami általában kerámiai anyagoknál ritkán tapasztalható [5], szintén hozzájárul a száradási érzékenység növekedéséhez, mert a csökkenő sebességű szakaszban a száradó test felülete már száraz és ennek következtében a külső réteg és az anyag belseje között a feszültségek a nagy nedvességgradienssel összefüggésben nagymértékben megnövekednek.

A kiszáradt test aránylag kis pórustérfogata és nagy térfogatsúlya ugyancsak a nagy száradási érzékenységű agyagok jellemzői. A próbatest porozitása 22,3%, térfogatsúlya 1,98 g/cm³.

Igen jól szemlélteti a mályi agyag száradási érzékenységét a Nossova-féle nedvességeloszlási

görbe is (1c ábra). A száradó test párolgó felülete és a legmélyebben fekvő belső rétege között a nedvességkülönbség igen nagy, a szárítás kezdetétől számított 24 óra után 8,2%, 48 óra után 9,5%. A nagy nedvességgradiens az agyag nedvességvezetőképességének kicsinységét jelzi.

Ezeket a száradási érzékenységre jellemző értékszámokat az agyag ásványi felépítése, főképpen az agyagásványok minősége és mennyisége, ill. az agyagásványoknak a kvarchoz és a többi kísérő alkatrészekhez viszonyított aránya szabják meg. A tégl- és cserépiparban alkalmazott agyagok agyagásványai főképpen az illit-csoportba tartoznak. Egyesekben kevés montmorillonit is van, kaolinit és halloizit-csoportba tartozó agyagásványok azonban csak ritkán és kis mennyiségben mutathatók ki. Brownell szerint a tégl- és cserépanyagok illit-tartalma általában 30–45% [6]. Az agyagok száradási érzékenysége feltűnő módon akkor jelentkezik, ha agyagásványtartalmuk túl nagy és ha az illit mellett montmorillonit is van jelen, de akkor is, ha igen kicsi az agyagásványok mennyisége.

Az agyagok ásványi összetétele, az agyagásványok minősége és mennyisége röntgen- és elektronmikroszkópos vizsgálatok és differenciál termoanalízis alapján állapítható meg. Egyszerű és megbízható módszerünk az agyagásványok és az azokat kísérő alkatrészek, elsősorban a kvarc meghatározására nincs. A gyakorlatban az oxidos elemzés és szemcseösszetétel adataiból, a kationkieserélőképesség nagyságából, a képlékenységi számból, a megmunkálási víz mennyiségéből, továbbá a kiformázott testek szárítás és égetés után észlelhető anyagtulajdonságaiból következtethetünk az agyagok ásványi összetételére és agyagásványtartalmára. A szemcseanalízis kiértékelésénél feltételezzük, hogy minél nagyobb a 0,01 mm-nél kisebb szemcsék mennyisége, annál több agyagásványt tartalmaznak. Ez a feltétel azonban, különösen a márgás agyagoknál, nem teljesen helytálló, mert — mint azt számos agyagnál megállapítottuk — a mészkarbonát nagyrésze sokszor a 0,01 mm-nél finomabb szemcsefrakcióba esik.

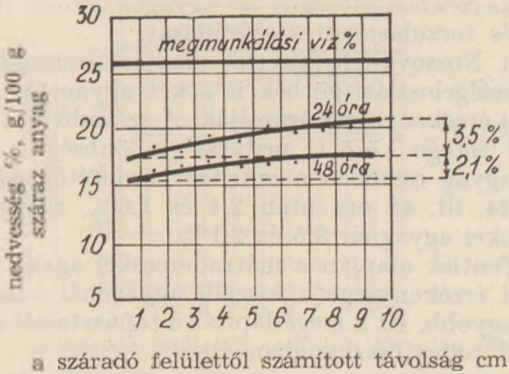
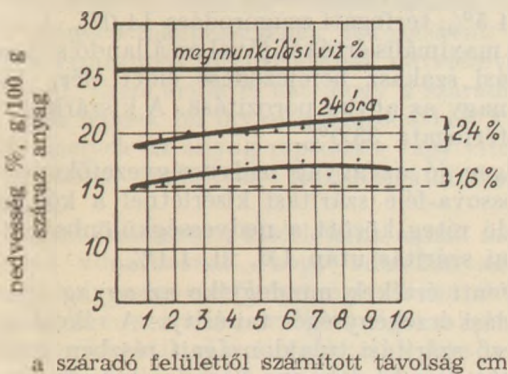
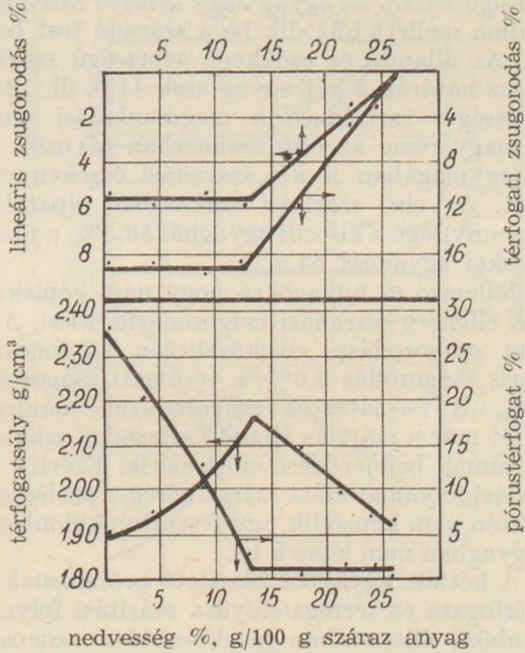
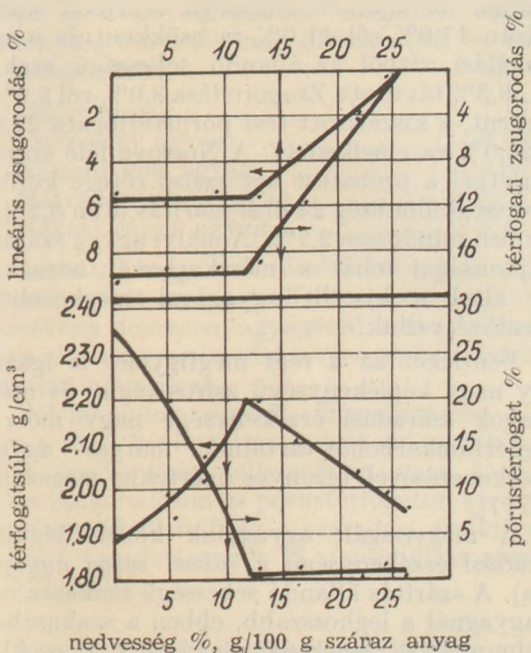
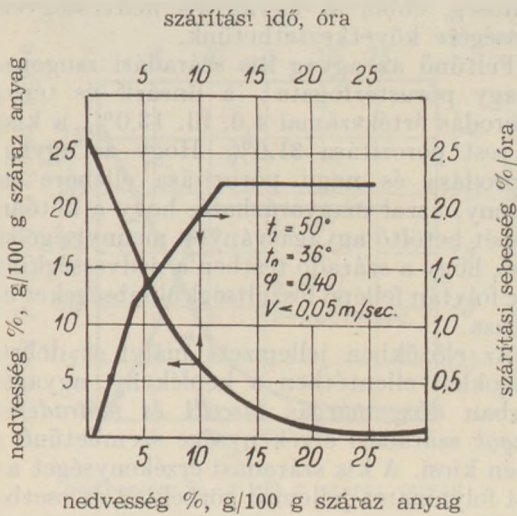
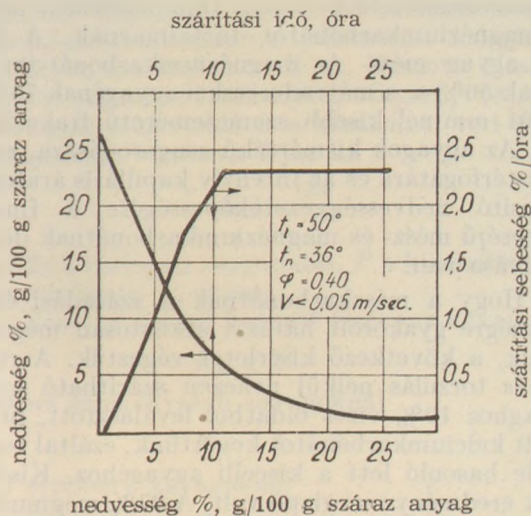
A mályi agyag száradási érzékenysége nagy agyagásványtartalmának és az agyagásványok között szereplő montmorillonitnak a következménye.

Érzékeny a száradásnál a kevésbé képlékeny *debreceni agyag* is (1. ábra), de száradási érzékenysége a mályi agyagénál kisebb. A száradási érzékenység ez esetben arra vezethető vissza, hogy az agyagban az agyagásványok mennyisége igen kevés és sok a kvarcban dús, nem képlékeny alkatrészek mennyisége. Ezzel függ össze, hogy a formázáshoz kevés, mindössze 22,5% víz szükséges. Ezzel szemben aránylag nagy, 13,5% a száradó test átlagos nedvességtartalma a szárítás állandó és csökkenő sebességű szakaszának határán. A szárítás állandó sebességű szakaszában az elpárolgott víz mennyisége ennek megfelelően kevés, a megmunkálási víznek csak 40,1%-a.

A száradó test rétegenkénti nedvességeloszlását feltüntető görbéből leolvashatjuk, hogy a test párolgó felülete és a legmélyebben fekvő belső

KISCELLI AGYAG

MÁTRADERECSKEI AGYAG



2. ábra. Agyakok szárítási- és szárítási sebesség-görbéje (a), száradási zsugorodásának, pórustérfogatának és térfogatsúlyának változása a szárítás folyamán (b), és a szárító test rétegenkénti nedvességeloszlása (c)

rétege közötti nedvességkülönbség nagy; 24 és 48 órai szárítás után 4,2, ill. 5,9% a nedvességkülönbség, ebből az agyag kis nedvességvezetőképességére következtethetünk.

Feltűnő az agyag kis száradási zsugorodása és nagy pórusterfogata; a lineáris és térfogati zsugorodás értékszámai 4,0, ill. 13,0%, a kiszáritott test porozitása 31,0%. Hogy az agyag kis zsugorodása és nagy porozitása ellenére mégis érzékeny, azzal magyarázható, hogy a kötőanyag szerepét betöltő agyagásványok mennyisége kevés ahhoz, hogy a száradó testben a nedvességkülönbségek folytán fellépő feszültségkülönbségeket ellensúlyozza.

Az előzőekben jellemzett mályi és debreceni agyagokkal ellentétben a képlékeny, agyagásványokban dús, márgás *kiscelli és mátradereskei agyagok* száradási érzékenysége szembevető mértékben kicsi. A kis száradási érzékenységet a szárítási folyamatot jellemző görbékből ez esetben is megbízható módon megállapíthatjuk (2. ábra).

A szárítás állandó sebességű szakasza hosszú, a párolgó felszín az agyag nagy átlagos nedvességtartalma mellett húzódik be a száradó test belsejébe. Az állandó és csökkenő sebességű szárítási szakasz határán a két agyag csak 11,0, ill. 12,0% nedvességet tartalmaz, a megmunkálási víznek igen nagy része az első szakaszban távozik, ami már egymagában is kis száradási érzékenységre mutat. Az első szárítási szakaszban elpárolgott víz mennyisége a kiscelli agyagnál 58,5%, a mátradereskei agyagnál 54,5%.

Jellemző ez agyagokra, hogy nagy képlékenyséjük ellenére száradási zsugorodásuk kicsi. A két agyag zsugorodása megközelítően egyforma, a lineáris zsugorodás 5,6%, a térfogati zsugorodás 18,0%. A formatestek zsugorodásuk maximális értékét már a szárítás állandó sebességű szakaszában, annak befejeződése előtt elérik. Ezért a zsugorodási folyamat alatt száraz kéreg a próbatestek felületén nem képződik, így feszültségkülönbségek az agyagban nem lépnek fel.

A kétféle agyagból készített próbatestek pórusterfogata és térfogatsúlya a szárítási folyamat különböző állapotában megközelítően azonos értékű. A száraz testek térfogatsúlya 1,90 g/cm³, pórusterfogata 27%. A nagy porozitás az előbb felsorolt kedvező anyagtulajdonságok mellett nagymértékben elősegíti az agyagok gyors, repedés- és torzulásmentes száradását.

A Nossova-féle kísérlet alapján szerkesztett nedvességeloszlási görbék is a két agyag kis száradási érzékenységét igazolják. A száradó test két szélső rétege közötti nedvességkülönbség a kiscelli agyag esetében a szárítás kezdetétől számított 24, ill. 48 óra után 2,4 és 1,6%, a mátradereskei agyagnál 3,5 és 2,1%.

Fentiek alapján a mátradereskei agyag száradási érzékenysége a kiscelli agyagénál valamivel nagyobb. Ez a megállapítás a tapasztalati adatokkal teljes összhangban áll.

A kiscelli és mátradereskei agyagok kis száradási érzékenysége annak tulajdonítható, hogy agyagásványai illit-jelleűek s hogy kapilláris víz-áramlást gátló montmorillonitot nem tartalmaz-

nak, továbbá annak, hogy a nagy mennyiségben jelenlévő nem képlékeny alkatrészek kedvező szemeseösszetételűek és sok finomeloszlású mészes és magnéziumkarbonátot tartalmaznak. A kiscelli agyag mészes és magnéziumkarbonát-tartalmának 56%-a, a mátradereskei agyagénak 73%-a a 0,01 mm-nél kisebb szemcseméretű frakciókba esik. Az agyagok kismértékű zsugorodására, nagy pórusterfogatára és az intenzív kapilláris áramlást biztosító nedvességvezetőképességére a finomszemcsésű mészes és magnéziumkarbonátnak döntő befolyása van.

Hogy a mészkarbonátnak a száradási érzékenységre gyakorolt hatását szabatosan megállapítsuk, a következő kísérletet végeztük. A repedés és torzulás nélkül nehezen szárítható mályi agyaghoz 19% vizes oldatból leválasztott, precipitált kalciumkarbonátot kevertünk, ezáltal összetétele hasonló lett a kiscelli agyagéhoz. Kísérletünk eredménye meglepő volt. A 27% megmunkálási vízzel készült próbatest szárításánál a szárítás állandó sebességű szakasza megnőtt, nedvességtartalma az állandó sebességű szárítási szakasz határán 17,0%-ról 11,0%-ra csökkent és a megmunkálási vízből az állandó sebességű szakaszban 59,3% távozott. Zsugorodása 8,0%-ról 5,9%-ra csökkent, a kiszáritott test pórusterfogata 22,3%-ról 28,0%-ra emelkedett. A Nossova-féle szárítási kísérletnél a próbatest két szélső rétege között a nedvességkülönbség 24 órai szárítás után 8,2%-kal szemben mindössze 2,7%. A mályi agyag száradási tulajdonságai tehát a mészkarbonát hozzákeverése által a kiscelli agyagéval megközelítőleg egyenlővé váltak.

Fentieket az a régi megfigyelés is igazolja, hogy nagy képlékenyséű zsiros téglá- és cserépagyagok száradási érzékenysége nagy mészes és magnéziumkarbonát-tartalmú márgás agyagok hozzákeverésével bizonyos mértékig megszüntethető [7].

A megvizsgált agyagaink között legkisebb száradási érzékenyséű a *rákosi sárga agyag* (3. ábra). A szárítás állandó sebességű szakasza ennél az agyagnál a leghosszabb, ebben a szakaszban a megmunkálási víznek 68%-a távozik. A csökkenő sebességű szárítási szakasz kezdetén mindössze 8,5% az agyag átlagos nedvességtartalma.

Az agyag zsugorodása kicsi, lineáris zsugorodása 4,5%, térfogati zsugorodása 14,0%. A zsugorodás maximális értékét jóval az állandó sebességű szárítási szakasz befejeződése előtt eléri. Feltűnően nagy az agyag porozitása. A kiszáritott test pórusterfogata 33,0%.

Igen jó az agyag nedvességvezetőképessége. A Nossova-féle szárítási kísérletnél a két szélső száradó réteg között a nedvességkülönbség 24 és 48 órai szárítás után 1,6, ill. 1,1%.

Fenti értékek mindegyike az agyag igen kis száradási érzékenységét tanúsítja. A rákosi agyag kedvező szárítási tulajdonságait részben a képlékeny és nem képlékeny alkatrészek kedvező arányával, azonban nagyrészt finomeloszlású mészes és magnéziumkarbonát-tartalmával magyarázhatjuk.

A száradási érzékenység tényezője. A száradási érzékenységet újabban többféle módon próbálták a szárítás folyamán végbemenő változásokból kiszámítható értéksszámmal jellemezni. A legismertebb ilyen értéksszám az S. A. Nossova által bevezetett száradási érzékenység tényezője [8], amit a térfogati zsugorodás és a kiszáritott test pórus-térfogatának viszonya fejez ki.

$$K_{sz} = \frac{Z_s}{P} \quad (8)$$

ahol Z_s a térfogati zsugorodás, P a kiszáritott test pórustérfogata %-okban.

Nossova szerint kevéssé érzékeny agyagoknál

$$K_{sz} < 1$$

közepes érzékenységű agyagoknál

$$K_{sz} = 1 - 2$$

igen érzékeny agyagoknál

$$K_{sz} > 2$$

Megvizsgált agyagaink e képlet szerint számított és a következőkben megadott száradási érzékenység-tényezői nem illeszkednek be ezekbe az értékközökbe.

Agyag típusa	K_{sz}
Mályi agyag	1,17
Debreceni agyag	0,42
Kiscelli kék agyag	0,64
Mátradereskei agyag	0,64
Rákosi sárga agyag	0,42

Látható, hogy a kevéssé érzékeny kiscelli és mátradereskei agyagok K_{sz} -tényezői nagyobbak az érzékeny debreceni agyagénál, a majdnem érzéketlen rákosi agyagé pedig megegyezik az érzékeny debreceni agyagével.

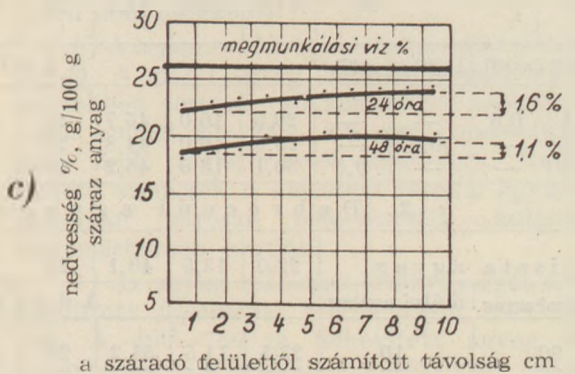
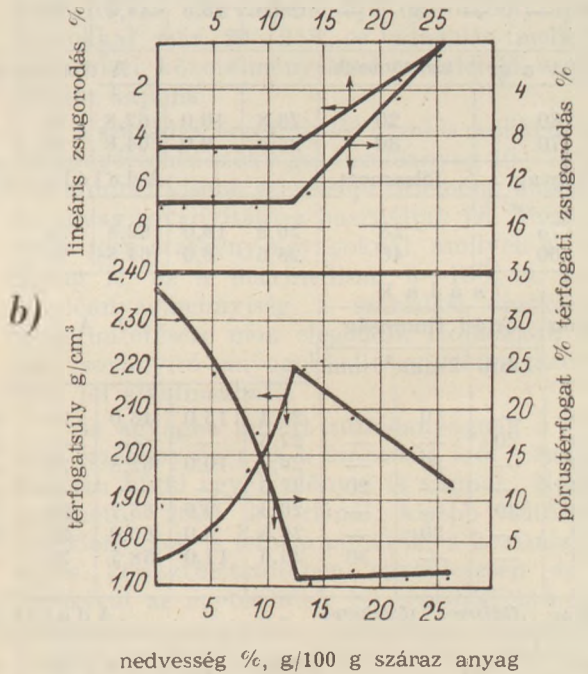
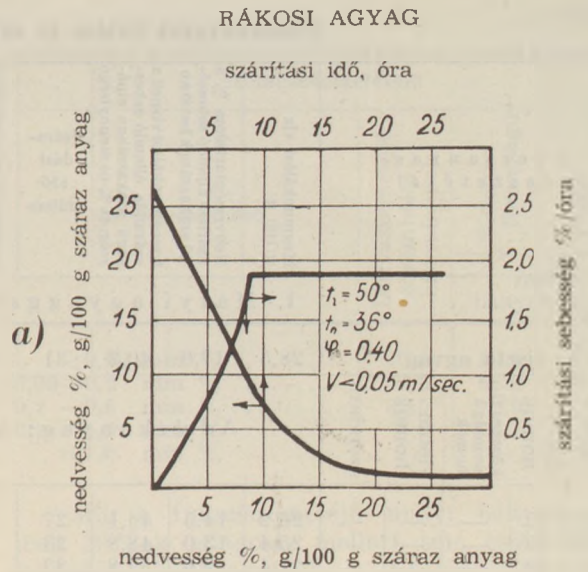
Véleményünk szerint durvakerámiai agyagokra a fenti képlettel megadott számérték a száradási érzékenység jellemzésére nem kielégítő, mert a zsugorodáson és pórustérfogaton kívül még más tényezőktől is függ a száradási érzékenység, mint azt tanulmányunk II. fejezetében részletesen kifejtettük.

IV. A száradási érzékenység csökkentése adalékanyagokkal

A száradási érzékenység csökkentése, mint az az előzőkből következik, lényegében az agyag nedvességvezetőképességének fokozásával, a kapillaris vízáramlás intenzitásának növelésével biztosítható. Ezzel érjük el azt, hogy a száradó testben nem lépnek fel olyan zsugorodásbeli különbségek, melyek az anyag repedését vagy eltorzulását előidéző veszélyes feszültségkülönbségeket okoznak.

Az itt ismertetett kísérleteink annak megállapítására vonatkoznak, hogy adalékanyagok az agyag nedvességvezetőképességét mennyiben befolyásolják és száradási érzékenységét milyen mértékben csökkentik. De vizsgálataink arra is kiterjednek, hogy az adalékanyagok a kiegészített termék anyagtulajdonságait mennyiben módosítják.

Mint már megállapítottuk, az agyagok száradási érzékenységét vagy az idezi elő, hogy agyag-



3. ábra. Agyagok szárítási- és szárítási sebesség-görbéje (a), száradási zsugorodásának, pórustérfogatának és térfogatsúlyának változása a szárítás folyamán (b), és a száradó test rétegenkénti nedvességeloszlása (c)

Adalékanyagok hatása az agyagok száradási érzékenységre

2. táblázat

Nyersanyag-összetétel				Megmunkálási víz g/100 g	Nedvességtartalom % száritás állandó sebességű szakaszának határán	A megmunkálási víznek a száradás állandó sebességű szakaszában elpárologtatt %-os mennyisége	Száradási idő órában	A száradó test az árső rétegnek nedvességkülönbsége % Nossova szerint	A kiszáritott test			A kiégetett test						
agyag		durva homok	közepes finomságú homok	finom homok	széndara	Adalékanyag												
agyag	durva homok	közepes finomságú homok	finom homok	széndara	28,5	17,0	40,3	31	8,2	8,0	1,98	22,3	8,2	12,8	1,81	23,2	225	
1. Mályi agyaggal végzett kísérletek																		
tisztá agyag					Adalékanyag: homok, illetve homok és széndara													
agyag	durva homok	közepes finomságú homok	finom homok	széndara	26,9	14,5	46,1	27	7,1	7,3	1,98	23,8	7,5	13,2	1,83	24,2	220	
80	20	—	—	—	25,4	13,0	48,8	23	4,9	6,4	2,01	22,7	6,7	13,7	1,84	25,2	225	
70	30	—	—	—	22,4	9,0	59,8	22	3,9	5,9	2,02	22,3	6,1	14,7	1,85	27,2	215	
70	20	—	—	10	23,1	9,5	59,0	22	3,9	5,6	1,92	24,7	5,8	17,1	1,64	28,0	205	
80	—	20	—	—	26,3	14,0	46,8	24	6,8	7,0	2,02	22,4	7,1	12,9	1,84	23,8	220	
70	—	30	—	—	23,5	12,5	55,2	23	5,9	6,7	2,04	21,2	6,8	14,3	1,86	26,6	210	
70	—	—	30	—	28,0	15,5	44,7	28	7,5	7,6	1,94	24,8	7,8	14,4	1,82	26,2	210	
agyag		téglatörmelék			Adalékanyag: téglatörmelék													
80	—	—	20	—	26,8	10,0	62,8	24	4,3	6,1	1,90	25,5	6,4	14,7	1,76	25,9	195	
70	—	—	30	—	25,5	9,0	64,8	23	3,9	5,3	1,85	27,5	5,6	15,6	1,72	26,8	185	
agyag		félsamott			Adalékanyag: 550°-on égetett félsamott													
75	—	—	25	—	26,9	10,0	62,8	24	4,1	6,2	1,95	23,5	6,4	13,1	1,80	23,6	215	
60	—	—	40	—	25,6	9,0	64,8	21	3,5	4,0	1,91	25,1	4,5	14,8	1,82	25,9	225	
agyag		salak			Adalékanyag: kazánsalak													
		őrlési finomság																
		1mm	2mm	3mm														
90	—	10	—	—	27,3	15,0	45,0	25	6,8	6,7	1,83	28,3	7,0	16,2	1,73	28,0	180	
80	20	—	—	—	27,5	—	—	—	3,7	5,5	1,75	30,0	5,8	17,0	1,70	29,0	175	
80	—	20	—	—	26,9	10,0	62,8	23	4,1	5,7	1,78	28,8	6,0	17,2	1,68	28,9	175	
80	—	—	20	—	27,5	—	—	—	—	5,4	1,71	31,6	5,6	19,0	1,62	30,8	90	
70	30	—	—	—	26,3	9,0	65,7	22	3,4	5,0	1,67	33,0	5,2	21,0	1,53	32,2	155	
70	—	30	—	—	26,5	9,0	66,0	21	3,7	4,6	1,70	32,0	5,5	20,1	1,54	30,9	155	
70	—	—	30	—	26,6	11,0	58,7	20	—	3,7	1,55	38,0	4,0	25,4	1,45	36,8	80	
agyag		fűrészpor, tőzegkorpa			Adalékanyag: fűrészpor, tőzegkorpa													
97	3	—	—	—	29,5	14,5	50,8	26	7,2	7,2	1,82	25,7	7,5	16,9	1,66	31,4	175	
95	5	—	—	—	32,0	12,0	62,6	23	6,4	4,1	1,72	28,0	6,5	21,6	1,56	33,7	170	
90	—	—	10	—	30,8	14,0	54,5	27	7,1	6,4	1,66	28,5	6,8	23,4	1,44	33,7	105	
80	—	—	20	—	34,0	12,5	63,3	23	6,5	5,7	1,48	30,8	6,3	37,8	1,30	49,2	80	
agyag		Ca(OH) ₂ , Al ₂ (SO ₄) ₃ , AlCl ₃			Adalékanyag: elektrolit													
99,5	0,5	—	—	—	29,5	16,0	45,7	28	5,9	7,5	1,93	24,3	7,7	13,9	1,78	24,7	215	
99,5	—	0,5	—	—	29,0	16,0	44,8	27	4,9	7,6	1,90	25,5	7,8	14,2	1,75	24,9	195	
99,5	—	—	0,5	—	30,1	16,5	45,2	28	4,2	7,6	1,90	25,5	7,8	13,2	1,78	23,5	195	
2. Debreceni agyaggal végzett kísérletek																		
tisztá agyag					22,0	13,5	40,1	25	4,2	4,0	1,82	31,0	3,7	20,2	1,68	33,9	80	
debreceni agyag		mályi agyag			Adalékanyag: mályi agyag													
90	—	—	10	—	23,5	11,5	51,2	20	3,7	4,0	1,85	29,9	4,1	20,0	1,70	34,0	95	
80	—	—	20	—	24,0	9,5	60,4	21	3,4	4,2	1,87	29,3	4,3	19,5	1,72	33,5	115	
agyag		bentonit			Adalékanyag: bentonit													
95	—	—	5	—	24,5	12,0	51,0	20	3,6	4,7	1,86	29,3	4,9	19,5	1,72	33,5	90	
90	—	—	10	—	25,8	13,0	50,5	21	3,9	5,9	1,89	27,6	6,0	19,0	1,75	33,2	85	

3. táblázat

A száradási érzékenységre csökkentésre használt homokok szemeseösszetétele

Szemeseátmérő	Durvaszemcséjű gömbölyű bányahomok	Közepes finomságú	Finom- szemcséjű
		mályi bányahomok	
<0,09 mm %	10,5	30,8	87,0
0,09—0,2 mm %	49,5	68,2	10,6
0,2—0,5 mm %	32,5	0,9	1,8
0,5—1,0 mm %	6,0	0,1	0,5
>1,0 mm %	1,5	—	0,1

ásványtartalmuk túl nagy és az agyagásványok között montmorillonit is van jelen, vagy pedig az, hogy túl kevés agyagásvány van bennük. Az intenzív kapillaris vízarámlást biztosító nedvességvezetőképesség egyik esetben sem kielégítő és a szárítási folyamat alatt a zsugorodás következtében fellépő feszültségek a száradó test repedéséhez vagy eltorzulásához vezetnek. Az első esetben az érzékenység csökkentésére nem képlékeny soványító anyagokat használunk, esetleg kis mennyiségű koagulátorokat alkalmazunk. A második esetben az érzékenységet azáltal csökkentjük, hogy agyagásványokban dús adalékanyagot keverünk az agyaghoz. A száradásnál erősen érzékeny, ásványi felépítésükben különböző agyagok két jellegzetes csoportjából a mályi és debreceni agyagot használtuk kísérleteinkhez.

Vizsgálatainknál a III. fejezetben részletezett módszereket alkalmaztuk. Megmértük a próbatest megmunkálási víztartalmát, azután az adalékanyag nélkül készült próbatesteknél alkalmazott szárítási feltételek mellett megszerkesztettük a szárítási- és szárítási sebességgörbéket és ennek alapján megállapítottuk nedvességtartalmát a szárítás állandó sebességű szakaszának végén, és kiszámítottuk, hogy a megmunkálási víz hány százaléka távozik el az állandó szárítási sebességű szakaszban. Megmértük a szárítás időtartamát, továbbá meghatároztuk a kiszáritott test száradási zsugorodását és pórusterfogatót. Külön kísérletben megállapítottuk a Nossova-féle eljárással a száradó test szélső rétegeinek nedvességkülönbségét 24 órai szárítás után. A kiégetett termék anyagtulajdonságainak megállapítására megmértük a kiégetett próbatest zsugorodását, vízfelvevőképességét, térfogatsúlyát, pórusterfogatót és nyomószilárdságát. Az égetési hőmérséklet a mályi agyagnál 950°, a debreceni agyagnál 1000°.

A kísérleti adatokat a 2. táblázat tartalmazza. A kísérletek részletes leírását és a vizsgálataink eredményeiből levonható gyakorlati következtetéseket a következőkben foglaljuk össze.

1. A mályi agyag száradási érzékenységének csökkentésére homokot, téglatormeléket, az agyagból előállított félsamottot, kazánsalakot, fűrészport és tőzegkorpát, végül koagulátorokat használtunk.

a) A homok a legismertebb és leggyakrabban használt adalékanyag a nagy képlékenységgű agyagok soványítására. Kísérleteinknél főképpen a homok szemeseösszetételének az agyag száradási érzékenységre gyakorolt befolyását vizsgáltuk. Durvaszemcséjű, közepes finomságú és finomszemcséjű bányahomokot kevertünk az agyaghoz különböző mennyiségben. A három homok összetételét a 3. táblázat tünteti fel.

A kísérleti eredményekből kitűnik, hogy a homok soványító, ill. száradási érzékenységszökkentő hatása csak az esetben érvényesül, ha összetételében a 0,09 mm-nél kisebb alkatrészek mennyisége kevés, a szemcsék túlnyomó része a 0,09—0,50 mm-es frakcióba esik, de ezen belül nagymennyiségű 0,20—0,50 mm-es alkatrészeket tartalmaz.

Míg a finomszemcséjű mályi bányahomok még 30%-os adagolás mellett sem csökkenti a száradási érzékenységet, a közepes finomságú homok hatása csak 20%-ot meghaladó adagolás mellett érvényesül és még 30%-nál sem teljesen kielégítő, a durvaszemcséjű gömbölytapoleai homokkal már 20—25%-os adagolás mellett a gyakorlati követelményeknek megfelelő eredményeket kapunk.

A száradási érzékenység azzal is csökkenthető, ha az égetéshez szükséges tüzelőanyag 40—70%-át 2,5 mm-nél kisebb szemcséjű őrlemény alakjában az agyag soványítására használjuk fel. Természetesen igen érzékeny agyagoknál, amilyen a mályi agyag is, ez a maximálisan 8—10%-ot kitevő tüzelőanyagmennyiség a száradási érzékenység megszüntetésére nem elegendő. Homokkal, vagy más soványító anyagokkal együttesen azonban igen jól alkalmazható.

Az agyagba kevert tüzelőanyagnak a száradási érzékenységet és a száradási időt csökkentő hatásán kívül egyéb előnyei is vannak. Nehezen tüzelhető, 2000 kalóriánál kisebb fűtőértékű tüzelőanyagok is felhasználhatók, a kerámiai test teljes keresztmetszetében egyenletesen ég ki, ezenkívül az égetés ideje is megrövidül, s így a kemencében nagyobb tűzsebesség biztosítható. A bekevert tüzelőanyag kismértékben növeli a kiégetett termék pórusterfogatót, ez azonban az anyag szilárdságát a tökéletesebb átégés következtében nem csökkenti.

b) A téglatormelék is régóta használt soványító anyag. A mályi agyag érzékenységének kielégítő mértékben történő csökkentéséhez kísérleti adataink szerint 20—25% 2,5 mm szemese finomságúra őrlött téglatormelék szükséges. Nagyobb méretű szemcsék a kiégetett termék agyagtulajdonságait károsan befolyásolják, szilárdságát nagymértékben rontják.

c) Az agyag száradási érzékenységét a belőle előállított félsamottal is hatásosan csökkenthetjük. A 400—750°-ra felhevített agyag többé-kevésbé elveszti kémiaiilag kötött vizét és egyben képlékenysége is fokozatosan csökken, majd megszűnik [9]. P. P. Budnikov szerint a dehidratált agyag önmagában is alkalmas kerámiai testek formázására [10].

A mályi agyag érzékenységének csökkentésére az 550°-on kiégetett félsamott volt a legalkalmasabb és a legkedvezőbb eredményeket 25—40% hozzáadásával érték el.

d) A *kazánsalak* is jól felhasználható adalékanyag. Száradási érzékenységet csökkentő hatását azonban ugyanúgy, mint a legtöbb soványító anyag, csak megfelelő szemcseméretet betartása mellett fejti ki. Durvaszemcséjű örlemény alkalmazásánál a kiformázott testeken már száradásnál térképes repedések mutatkoznak, a kiégetett terméknek hiányzik a kerámiai anyagokra jellemző csengő hangja és nincs meg a kellő szilárdsága. A salak laza, pórusos szerkezete következtében még megfelelő szemcsefinomság mellett is bizonyos mértékben csökkenti a szilárdságot. A mályi agyagból égetett testek 150 kg/cm² nyomószilárdsága azonban 20—25% 2 mm-es salakadagolás mellett még biztosítható.

Erőtepeinkben a kazánsalak egyre nagyobb mennyiségben halmozódik fel és elhelyezése igen nagy gondot okoz. Felhasználása a durvakerámiai iparban azért indokolt, mert 12—17% éghető anyagot tartalmaz és ezzel egyenértékű tüzelőanyagmegtakarítást érhetünk el.

e) A *fűrészpor* és *tőzegkorpa* a kevésbé hatásos adalékanyagok közé tartoznak. A fűrészpor legkedvezőbb hatását 3—5%, a tőzegkorpa 10—20%-os adagolás mellett éri el. Ez a két adalékanyag nem alkalmas a mályi agyag száradási érzékenységének csökkentésére. Az előbb ismertetett adalékanyagokkal szemben még az is hátrányuk, hogy az agyag megmunkálásához szükséges víz mennyiségét növelik és a kiégetett termék szilárdságát rontják. A szilárdságcsökkenés különösen a tőzegkorpa használata esetében feltűnő.

Kísérleteinkhez 3 mm-es szitán átrostált fenyőfűrészport és fonyódi tőzegkorpát használtunk. Utóbbi 24% nedvesség és 40% hamu mellett 36% éghető anyagot tartalmazott.

f) A száradási érzékenység csökkentésére *elektrolitok* is felhasználhatók, azonban ez az eljárás nem minden agyagnál vezet célhoz [11]. Többnyire mészhidroxidot, alumínium- és vasvegyületeket alkalmaznak 0,2—0,5%-nyi mennyiségben. Ez utóbbiak hatására az agyag koagulálódik és közben nedvességvezetőképessége nagymértékben megnövekszik.

Kísérleteinknél *koagulátorokként* kalciumhidroxidot, alumíniumszulfátot és alumínium-

kloridot használtunk 0,5%-nyi mennyiségben. Egyik esetben sem kaptunk kedvező eredményeket. Feltűnő azonban, hogy míg a száradó test párolgó felülete és legmélyebben fekvő belső rétege közötti nedvességkülönbségben számottevő csökkenést észleltünk, addig az érzékenységre jellemző többi tényező alig változott.

Fentiek szerint tehát a mályi agyag érzékenysége elektrolitokkal nem csökkenthető.

2. A *debreceni agyag* érzékenységének csökkentésére adalékanyagként mályi agyagot és mád-koldui bentonitot alkalmaztunk.

a) A két nagyképlékenyséű adalékanyag közül a *mályi agyag* hatása volt kedvezőbb a debreceni agyag anyagtulajdonságainak megjavítására. Az agyag száradási érzékenységéből már 10%-os adagolás mellett is sokat veszít, 20%-os adagolásnál pedig száradási tulajdonságaiban már a közepes képlékenyséű agyagokhoz hasonlít. Egyidejűleg a kiégetett termék szilárdsága is nagymértékben növekszik, 80 kg/cm²-ről 95, ill. 115 kg/cm²-re emelkedik.

b) A cca 50% montmorillonitot tartalmazó *mád-koldui bentonit* száradási érzékenységet csökkentő hatása lényegesen kisebb a mályi agyagénál és kísérleti adataink szerint ha 5%-nál nagyobb mennyiségben alkalmazzuk, az agyag száradási érzékenysége ismét emelkedni kezd.

IRODALOM

1. O. Krischer: Grundgesetze der Feuchtigkeitbewegung in Trockengütern. V. D. I. Zeitschrift. Bd 82. 1938. 373. 1.
P. Görling: Trocknung fester Stoffe. Ullmann Enz. d. techn. Chemie. I. 1951. 565—568. 1.
2. A. Selecki: Trocknungsverlauf keramischer Massen. Silikatechnik 1954. 910. 1.
3. P. P. Budnikov: Technologie d. keramischen Erzeugnisse. 1953. 63—64. 1.
4. Nehézvegyipari Kutató Intézet vizsgálati eredményei.
5. A. V. Likov: A szárítás elmélete. 1952. 201. 1.
6. E. Brownell: Ziegelindustrie. 1951. 613. 1.
7. H. Hecht: Keramik. 1930. 54. 1.
8. P. P. Budnikov: Technologie d. keramischen Erzeugnisse. 1953. 33—34. 1.
9. A. Rittgen—H. Salmang: Sprechsaal. 1931. 447. 1.
10. P. P. Budnikov: Technologie d. keramischen Erzeugnisse. 1953. 68—71. 1.
11. H. Salming: Keramik. 1951. 70. 1.

A sárisápi kaolinkötésű kvarchomokok hidrociklonos iszapolása*

HALÁSZ ANDRÁS

Azon természetes törekvés alól, hogy hazai iparunkat a lehető legnagyobb mértékben elsősorban hazai nyersanyagokkal lássuk el, a kerámiai ipar egyik legfontosabb nyersanyaga, a kaolin sem kivétel.

Eddigi ismereteink szerint a sárisápi kaolin-előfordulás az, amely kerámiai iparunk hazai kaolinnal való ellátásában elsősorban jöhet figyelembe. Ezért ipari vezetőségünk régóta foglalkozik a sárisápi kaolinkötésű kvarchomokok iszapolási kérdésével és számos vizsgálatot és kísérletet végeztetett el egyrészt a sárisápi iszapolt kaolinok várható minőségének és technikai értékének, másrészt magának az iszapolás technológiájának korszerű kísérleti alapon álló megállapítása céljából.

Legutóbb egyik, a kerámiai iparban prominens baráti állam kutatóintézete végezte el ezeket a vizsgálatokat, melyeknek eredményeiről be is számolt. A kutatási eredmények alapján ugyanezen baráti állam tervezőintézete megállapította az esetleg felállítandó iszapológomű technológiáját. Ezen technológia szerint a nyers kaolintartalmú kőzetből a finom iszapolt kaolin kinyerését klaszszikus, ún. csatorna-iszapolással végeznék.

A Bányászati Kutató Intézet ezen klasszikus iszapolással szemben sokkal korszerűbb, hidrociklonozó iszapolást ajánlott, mely egyrészt finomabb iszapolt kaolint és nagyobb kihozatazt ér el, másrészt a technológiai folyamatot lényegesen egyszerűsíti.

Ipari vezetőségünk felszólítására Kutató Intézetünk kísérleteket végzett az ajánlott iszapolási eljárással elérhető eredmények megállapítására és egyben kidolgozta a ciklonozó eljárással dolgozó mű technológiáját.

Jelen cikkünk ezen kísérletekről és az ajánlott technológiáról számol be.

I. A sárisápi kaolinbánya és a vizsgálat alapjául szolgáló minták

I/1. A bánya a sárisápi MÁV vasúti állomástól mintegy 3 km-re fekszik és az állomással 60 cm nyomtávú iparvasúttal van összekötve.

A kaolinos kötésű kvarchomokok oligocénkorú üledékek, melyek a triász-korú dolomit alapkőzetre települnek és takarórétegét agyagok és agyagos löszök képezik. A kaolinos réteg vastagsága 5—40 méter között változik és 1—5 méter vastagságú fedőréteggel van letakarva.

A művelés kráterszerű külfejtéssel történik. A külfejtés talpa — a bányaudvar — a domboldalt átszelő rövid táróval van alávájva. A kibányászott anyagot a tárón át szállítják ki a domboldalon kiképzett sikló fejállomáshoz, ahonnan a rakott csilléket a vaspálya szintjére siklőzzák.

A külfejtés mintegy 20 m mély kráterszerű csonkakúp, melynek felső átmérője mintegy 50—60 méter. A kráter meredek rézsűjű falait robbantással és csakánymunkával fejtik és a fejtmény a fejtési fal rézsűjén halad le a külfejtés udvarára, ahol a fal alá helyezett csillékbe kapják.

A kaolinos kőzet padosan válik el, és padokra merőleges repedések táblás tömbökre osztják, úgyhogy jövesztése rendkívül könnyű. Minősége nem egységes. Foltosan és padosan változik az alapanyagot képező kvarchomokok granulometriai összetétele is, és változik a kötőanyagát képező kaolintartalma.

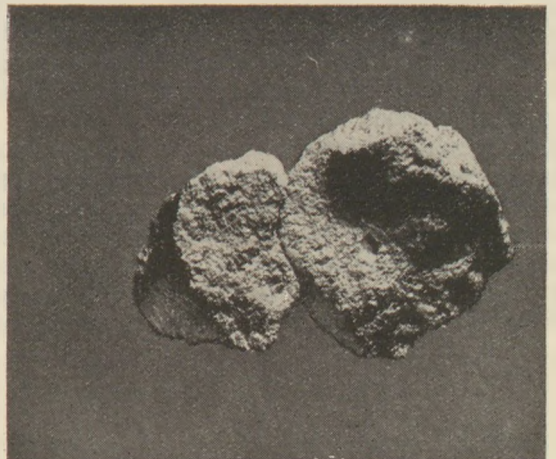
Általában a bányában a kaolinos kvarchomokok három típusát lehet megkülönböztetni:

a) Középfinom szemcsézetű kvarchomok alapanyagú kaolinos kőzet. Ilyen típusú a kőzet a külfejtés északi falának felső padjában. Az innen kivett minta a továbbiakban 57/I. jelzéssel szerepel.

b) Durva homok és finom kavics alapanyagú kőzet. Ilyen típusú a kaolinos kőzet a külfejtés déli falának felső padjában. Az itt kivett minta jelzése a továbbiakban 57/II.

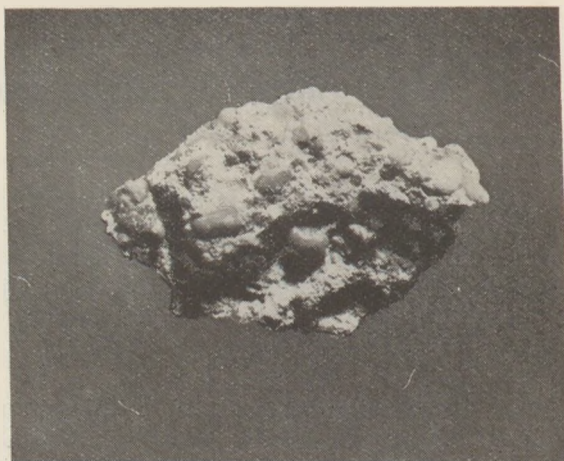
c) Finomszemcséjű homok alapanyagú kőzet. Ilyen típusú a kaolinos kőzet a külfejtés északi falának alsó padjában. Az innen kivett minta a továbbiakban 57/III-mal van jelezve.

De nemcsak granulometriában és kaolintartalomban változó a kőzet, hanem változó a vaszennyeződése is. A szemmel megítélhető vasas szennyeződés főleg a rétegesen — táblásan — leváló tömbök határoló felületeire szorítkozik. A tömbök a rétegek és repedések mentén válnak le, és a rétegszerűlések és repedések vashidroxidos kitöltésűek. A tömb belseje vasfoltmentes, tiszta fehér vagy gyengén krémszínű. A mértéken felüli



1. ábra

* Bányászati Kutató Intézet közleménye.



2. ábra



3. ábra

vasszennyeződést gondos fejtéssel és főleg a fejtett blokkok felületének megtisztításával nagymértékben lehet csökkenteni.

Izapolómű felállítása esetén a gondos jövesztés és a felületi vasszennyeződések durva eltávolítása elengedhetetlen.

A település eredeti vasszennyeződése mellett azonban a kaolint recens vasszennyeződés is rondítja. A hiányos letakarítás miatt a vasas lösszel szennyezett vizek a fejtési falon folynak le a bányába és vasas hordalékaikkal erősen szennyezik a kőzetet. Megfelelő letakarítással és árkolással ez a szennyeződés elkerülhető.

Az előkészítési kísérletek alapjául szolgáló mintákat ez év június 11-én vettük. A mintavételnél jelen volt az Ásványbányászati Igazgatóság szakembere, valamint a bánya vezetősége, és a jelenlévők egyöntetű véleménye az volt, hogy a minták megfelelnek annak a minőségnek, amelyet kellő gondossággal mellett tömegben termelni lehet.

1/2. A minták jellemzése

57/I. sz. minta („északi front felső padok“): kézzel könnyen morzsolható, kevés durva kavicszemet tartalmazó, különben apró homokszemek-

ből összeálló rögök, melyeknek túlnyomó része cca 20 cm átmérőjű, a legkisebb darabok cca 5 cm átmérőjűek voltak. Színe sárgásfehér. Egy jellemző darab fényképfelvételét 2:1 kicsinyítésben az 1. ábra mutatja.

57/II. sz. minta („déli durvaszemű felső padok“): kézzel rendkívül könnyen morzsolható, feltűnően sok durva kavicsot tartalmazó, 20 cm \varnothing -nél kisebb rögök és aprós anyag. Száradáskor a rögök lemezesen szétesnek. Színe hófehér. Fényképfelvételét a 2. ábra mutatja.

57/III. sz. minta („északi finomszemű alsó padok“): kézzel nem morzsolható, fakalapáccsal könnyen törhető, 8—10 cm \varnothing -jű rögök. A rögökben egy-egy 2—20 mm \varnothing -jű legömbölyödött kavicszemet található elszigetelten, a kőszerűen összeállt homokba ágyazva. Színe szürkésfehér. Fényképfelvételét a 3. ábra mutatja.

1/3. A minták fizikai tulajdonságai

A minták jellemző fizikai tulajdonságait az alábbiakban közöljük:

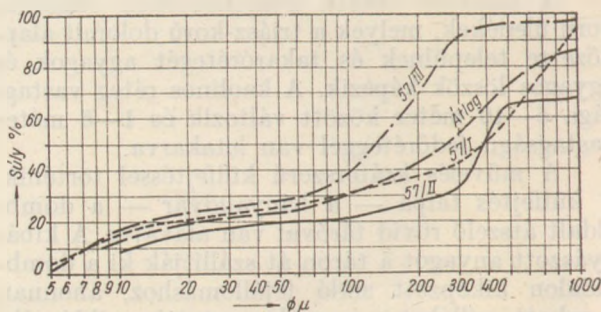
Fajsúly (minták átlagából, légpiknométerrel mérve):

57/I.	2,71
57/II.	2,71
57/III.	2,74

Szemcseeloszlás. A minták szemcseeloszlási kumulatív görbéit részint az MNOSZ szitasorozat, részint (60 μ -tól lefelé) Köhn—Robinson-féle pipetta segítségével vettük fel, csapvízben való feláztatás után. A minták szemcseeloszlását és a hozzá tartozó kumulatív görbéket az 1. táblázat és a 4. ábra mutatja.

1. táblázat

$\varnothing \mu$	Súlyszázalék			Számított átlag
	57/I.	57/II.	57/III.	
+1000	6,7	32,5	1,7	13,6
—1000	93,3	67,4	98,3	86,3
— 500	58,9	64,7	95,7	73,1
— 300	41,4	32,4	91,8	53,1
— 200	37,6	27,1	67,2	43,9
— 100	31,0	21,7	30,2	30,3
— 60	26,8	19,4	28,0	24,7
— 50	25,6	18,9	28,0	24,1
— 40	23,7	18,6	27,6	23,3
— 30	22,3	16,9	25,6	21,6
— 20	20,3	15,7	23,4	19,8
— 10	15,5	8,3	17,0	13,6
— 5	4,0	—	2,0	3,0



4. ábra. 57/I., 57/II., 57/III. sz. minták és átlagértékük szemcsemegoszlási görbéje

A minták nedvességtartalma. Az Intézetünkbe küldött minták légszáraz állapotban érkeztek. Nedvességtartalmuk 105 C°-on súlyállandóságig tartó szárítással meghatározva, a következő volt:

57/I.	1,0%
57/II.	1,3%
57/III.	0,8%

A minták feláztathatósága. A rögök vízben könnyen áznak fel. Az 57/I. sz. és 57/II. sz. minták darabjai légszáraz állapotban vízzel való érintkezésük pillanatában azonnal, az 57/III. sz. minta darabjai kis idő múlva teljesen szét-esnek.

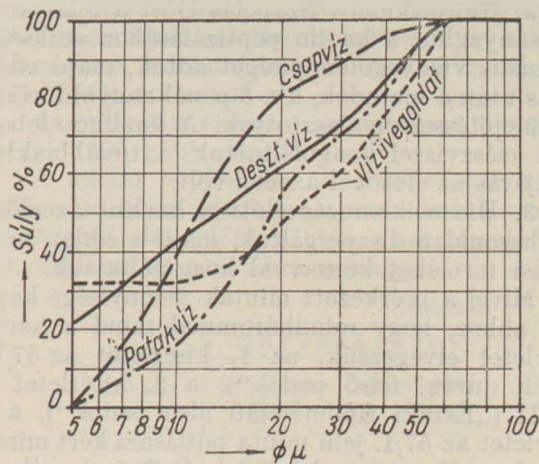
Vízben való diszpergálódás vizsgálata. A finom rész (-60μ) diszpergálódó képességének meghatározására vizsgálatokat végeztünk különböző vízféleségekkel: vízvezetéki vízzel, sárisápi patak-vízzel, a peptizációra optimálisan beállított víz-üvegoldattal és desztillált vízzel. A peptizáció mértékét a felvett kumulatív szemcseeloszlási görbék az 57/II. sz. mintára vonatkoznak. A többi minta hasonló viselkedést mutat.

2. táblázat

$\emptyset \mu$	S ú l y %			
	deszt. víz	vízveze-téki víz	patak-víz*	0,066%-os Na_2SiO_3 oldat
-60	100,0	100,0	100,0	100,0
-50	93,8	97,3	99,5	86,9
-40	84,2	95,8	81,4	75,4
-30	72,2	87,0	70,1	60,2
-20	61,9	80,8	56,6	48,1
-10	42,5	41,0	16,1	32,1
-5	21,8	—	—	32,0

* Megjegyzés. A hozzánk beküldött, Sárisápról származó patakvíz 5 liter mennyiségben érkezett. Vizsgálati adatai a következők voltak:

Állandó keménység	13,8 német fok
Változó keménység	36,4 német fok
Összkeménység	50,2 német fok
Szilárd tartalom	2,36 g/liter
CaO	19,64 mg/liter
MgO	30,65 mg/liter
pH	7,8



5. ábra. 57/II. sz. minta különböző vízben való diszpergálhatósága

I/4. A minták kémiai összetétele

Mindhárom mintát átlagolás után az MNOSZ-szíták segítségével szemcse nagyság szerint szétválasztottuk és az egyes frakciókat kémiai elemzés alá vetettük. A 3. táblázat a minták jelét, az egyes kumulatív frakciók felső szemcseméretét, kémiai összetételüket és az Al_2O_3 tartalomtól számított kaolintartalmukat mutatja.

II. Kaolin iszapolása

II/1. A kísérletek menete

A ciklonozási kísérletek előtt a mintákat, melyeket -40 mm-re előtörtünk, 24 óráig csapvízben feláztattuk. Ezután a $+1$ mm-es részt szita segítségével elválasztottuk és a -1 mm-es terméket hidrociklonoztuk és a finom terméket ülepitettük (57/II. minta).

A kísérleteket a fentín kívül még három változat szerint végeztük el:

1. Hidrociklonos iszapolás után a ciklon felülfolyásban kapott kaolinos terméket optimális víz-üveggel peptizáltuk, a nem peptizálódó, főleg kvarcos részeket ülepitéssel leválasztottuk. Ezután a lebegő, kaolinban dús részt mésvízzel koaguláltattuk és a szuszpenziót ülepitettük. A 290 g/liter zagysűrűségű üledékről a vizet leszívtuk és szűrőprés hiányában gipszkádban víztelenítettük. A maradék, mintegy 25% víztartalmat termikus szárítással távolítottuk el.

3. táblázat

Minta száma	Szemcse-nagyság	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	CaO %	MgO %	SO_3 %	Izz. vesz. %	Számított kaolin %	Számított kvarc %
57/I	-1000	87,7	0,41	8,07	0,23	0,10	0,45	0,015	2,79	20,4	78,2
57/I	-300	74,8	0,67	16,53	0,46	0,15	0,60	0,015	5,77	41,9	55,3
57/I	-60	62,7	0,83	25,50	0,40	0,15	0,70	0,015	8,95	64,6	32,7
57/II	-1000	88,1	0,41	7,52	0,35	0,10	0,50	0,010	2,24	19,05	79,2
57/II	-300	85,9	0,41	8,80	0,42	0,10	0,50	0,010	3,32	22,3	74,5
57/II	-60	62,4	1,20	24,5	1,63	0,20	0,80	0,010	8,39	62,05	33,5
57/III	-1000	89,2	0,52	6,17	0,67	0,10	0,60	0,015	2,40	15,6	81,7
57/III	-60	65,8	0,83	23,3	0,61	0,15	0,65	0,010	7,91	59,0	38,3

2. Hidrociklonos iszapolás előtt a feláztatott nyersanyaghoz a kaolin peptizálásához szükséges optimális vízüvegmennyiséget adtuk, majd ciklonozás után a maradék, kb. 5 μ -nél nagyobb részeket ülepitéssel elválasztottuk. A kaolinos lebegő részt mézvízzel koaguláltattuk, a továbbiakban az eljárás az előzővel azonos volt.

3. Hidrociklonozás előtt a kaolint az előzőhöz hasonlóan diszpergáltuk, majd a ciklon felülfolyási terméket kénsavval koaguláltattuk.

Mivel a beérkezett minták mennyisége kevés volt ahhoz, hogy mindhárommal mind a három kísérletet elvégezzük, az 1. kísérletet az 57/II. („Déli durva, felső padok“), a 2. kísérletet az 57/III. („Északi finomszemű alsó padok“), a 3. kísérletet az 57/I. jelű minta pótlására kért mintával végeztük, mely a kémiai és fizikai vizsgálatok szerint megegyezett az 57/III. jelű mintával.

Az 57/I. sz. mintával („Északi front, felső padok“) annak kis mennyisége miatt hidrociklonozási kísérleteket nem tudtunk végezni.

II/2. Az 57/II. mintaanyag iszapolása

Ciklonozási kísérlet

A +1 mm nagyságú homokszemektől elválasztott anyagot hidrociklonoztuk, a ciklon finomtermék peptizálása után ülepitéssel a még ülepedő részeket megszabadítottuk, majd koaguláltattuk és víztelenítettük.

A kísérlethez a fenti nyersanyag 25 kg-ját használtuk.

Feláztatás után a +1 mm-es szitán fennmaradt a nyersanyagnak 33,2%-a. Ez az anyag gyakorlatilag kaolinmentes, homok szempontjából azonban a felhasználástól függően még tisztítandó.

A ciklon feladás 16,7 kg volt. Ezt a mennyiséget zagyosítottuk és kb. 150 g/liter zagyosűrűségre állítottuk be.

A kísérlethez használt hidrociklon adatai a következők voltak:

ciklon átmérő	7 cm
bemenő átmérő	0,8 cm
felső átmérő	1,8 cm
alsó átmérő	0,8 cm
nyomás	1,8 atm.
Finom termék : 1 liter zagyban	24,6 g szilárd
Durva termék : 0,125 l zagyban	132,3 g szilárd

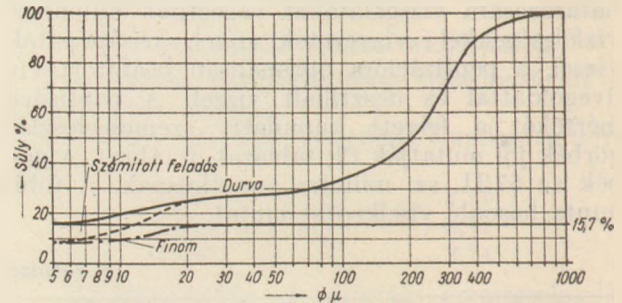
Súlykihozatal:

	A feladásra (-1 mm-es részre) számítva	Az egész anyagra számítva
Feladás	100,0 súly-%	66,8 súly-%
Finom termék ...	15,7 súly-%	10,6 súly-%
Durva termék ...	84,3 súly-%	56,2 súly-%

Az elválasztásra jellemző ciklonozási görbét a 6. ábra és a hozzá tartozó 4. táblázat mutatja.

4. táblázat

Átmérő mikron	Súlyszázalék			
	számított feladás %	finom %	durva %	durva + 15,7 %
—1000	100,0		84,3	100,0
— 500	95,0		78,3	95,0
— 300	72,6		56,9	72,6
— 200	48,6		32,9	48,6
— 100	35,5		19,8	35,5
— 60	28,3	15,7	12,6	28,3
— 50	27,4	15,1	12,3	28,6
— 40	27,4	15,1	12,3	28,0
— 30	26,3	15,0	11,3	27,0
— 20	24,8	15,0	9,8	25,5
— 10	12,9	9,1	3,8	19,5
— 5	8,9	8,1	0,8	16,5



6. ábra. 57/II. sz. minta ciklonozási görbéje

Mint az ábrából látható, a hidrociklon kb. 12 μ -nél választott. Elválasztás alatt itt azt a méretet értjük, amely méretű részecskékből mind a két termékben egyenlő mennyiség van jelen.

A ciklonozás termékeinek vizsgálata

Szemcseelosztás

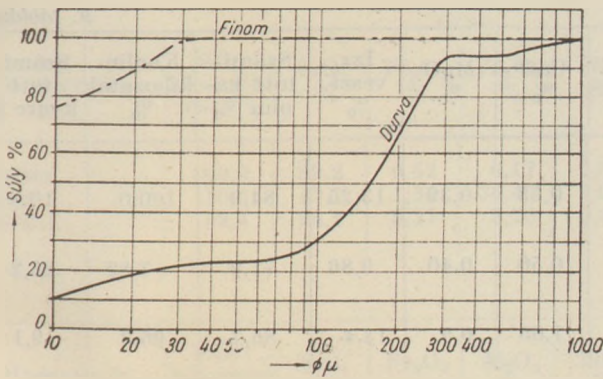
A hidrociklonos iszapolásnál nyert finom és durva termék kumulatív szemcseeloszlását az 5. táblázat és a 7. ábra mutatja.

5. táblázat

Átmérő mikron	Súlyszázalék	
	felülfolyás	alulfolyás
—1000		100,0
— 500		94,1
— 300		67,8
— 200		39,0
— 100		23,5
— 60	100,0	15,0
— 50	96,5	14,6
— 40	96,4	14,6
— 30	96,0	13,4
— 20	95,9	11,6
— 10	77,2	4,6
— 5	51,9	0,9

6. táblázat

Megnevezés	Súlykihozatal, súly-%	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %	Számít. kaolin %	Kaolin kihozatal %
Feladás ...	100,0	88,1	0,41	7,52	0,35	0,10	0,50	2,24	19,05	100,0
Finom	15,7	50,4	0,88	33,6	0,54	0,53	0,39	13,25	84,9	70,1
Durva	84,3	95,1	0,21	2,5	0,30	0,24	0,10	1,02	6,31	28,0



7. ábra. 57/II. sz. minta ciklonozási termékeinek szemcsegörbéi

Kémiai analízis

A termékek kémiai analízisét a 6. táblázat mutatja.

Kísérlet a ciklon felülfolyásában nyert termék peptizálás és ülepitéssel való szétválasztására.

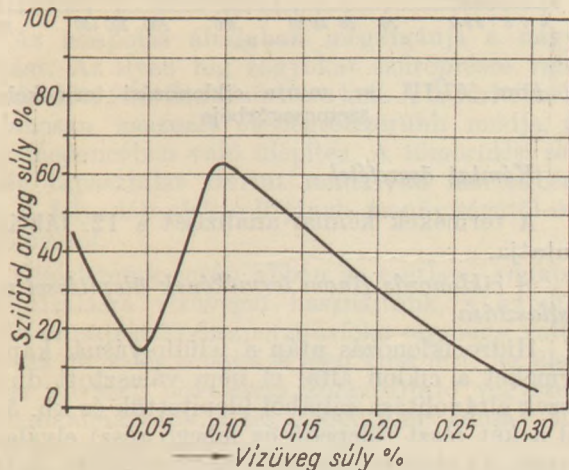
Az 1. ciklonozási kísérlet ciklon felülfolyásában nyert kaolinos terméket optimális vízüvegmennyiséggel maximálisan diszpergáltuk.

Az optimális vízüvegmennyiséget a következő kísérlettel állapítottuk meg:

Azonos zagysűrűségű szuszpenziókhöz különböző mennyiségű vízüveget adtunk. A szuszpenziót alaposan felkevertük és a diszpergáltság mértékének meghatározására Köhn-Robinson-pipettával meghatároztuk a -5μ szemcse nagyságú frakció súlyszázalékát. Ezeket az adatokat a 7. táblázat és a 8. ábra mutatja.

7. táblázat

Vízüveg súly %	-5μ -os mennyiség súly %
0,00	45,0
0,04	14,6
0,08	59,6
0,15	47,0
0,31	4,8



8. ábra. A peptizáció fokának változása a vízüvegmennyiség függvényében

(Az ábrán látható 0,05% vízüvegadagolás körül mutatkozó minimum valószínűleg a csapvízben lévő kalciumionoknak a vízüveggel való reakciójától származik.)

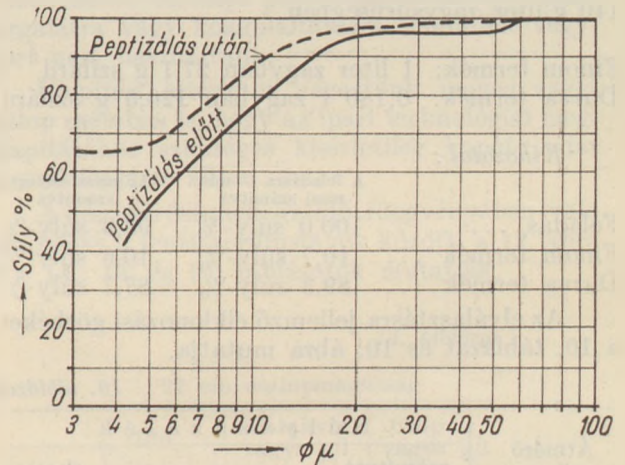
Az optimális vízüveg mennyisége a kísérletek szerint 1000 g/m^3 zagy.

A ciklon felülfolyási termékéhez ezt a vízüvegmennyiséget adtuk és alaposan összekevertük.

A peptizálás előtt és után a szemcseeloszlást a 8. táblázat és a 9. ábra mutatja.

8. táblázat

Átmérő mikron	Súlyszázalék	
	peptizálás előtt	peptizálás után
-60	100,0	100,0
-50	96,5	99,4
-40	96,4	99,0
-30	96,0	98,7
-20	95,9	96,6
-10	77,2	87,8
-5	51,9	68,0



9. ábra. 57/II. sz. minta szemcsegörbéje peptizálás előtt és után

A peptizált kaolinsuszpenzió kvarctartalmának csökkentése érdekében a szuszpenziót nyugalomban állni hagytuk és a -5μ -os részt az üledékről leszívattuk. Ezt az eljárást többször megismételtük.

A -5μ -os kaolindús részt mésvízzel koaguláltattuk, ülepitettük, majd az üledék felett lévő tiszta víz leöntése után az üledék víztartalmát gipszkádákban való elszívás és termikus szárítás útján csökkentettük.

A termékek kémiai összetételét és súly- és kaolinkihozatalát a 9. táblázat mutatja.

II/3. Az 57/III. mintaanyag iszapolása

E kísérletnél az 57/III. sz. minta 24 kg-jából indultunk ki. Feláztatás után a $+1 \text{ mm}$ -es terméket szita segítségével a -1 mm -es terméktől elválasztottuk:

$+1 \text{ mm}$ -es termék	0,40 kg	1,7%
-1 mm -es termék	23,60 kg	98,3%

A kísérlet menete: feláztatás után a kaolint vízüvegadagolással maximálisan peptizáltuk, majd

9. táblázat

Megnevezés	Súly-kihozatal súly-%	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %	Számitott kaolin %	Kaolin-kihozatal %	Számitott kvarc %
Kiindulás (ciklon finom termék)	100,0	50,4	0,88	33,6	0,54	0,53	0,39	13,25	84,9	100,0	10,8
Üledett kvarcos rész	4,6	58,7	1,05	28,4	0,75	0,50	0,40	9,86	71,9	3,89	25,2
Lebegő kaolinos rész	95,4	49,1	0,9	33,9	0,66	1,05	0,5	13,4	85,7	96,3	9,1

hidrociklonnal iszapoltuk. A ciklon felülfolyásban kapott terméket ülepítettük, így a terméket az üledő részektől megszabadítottuk. Elválasztás után mézsvízzel koaguláltattuk és víztelenítettük az előzőek szerint.

A kísérletnél használt hidrociklon adatai és beállítása az előző kísérletben leírtakkal azonos volt.

A hidrociklon feladás 23,6 kg volt, kb. 140 g/liter zagysűrűségben.

Finom termék: 1 liter zagyban 27,1 g szilárd

Durva termék: 0,180 l zagyban 126,5 g szilárd

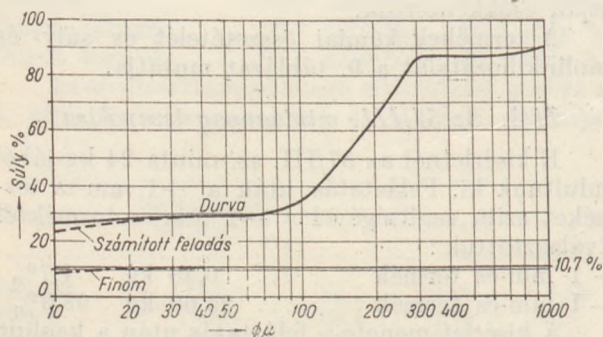
Kihozatal :

	A feladásra (—mm rész) számitva	Az egész anyagra számitva
Feladás	100,0 súly-%	98,3 súly-%
Finom termék . . .	10,7 súly-%	10,6 súly-%
Durva termék . . .	89,3 súly-%	87,7 súly-%

Az elválasztásra jellemző ciklonozási görbéket a 10. táblázat és 10. ábra mutatja.

10. táblázat

Átmérő mikron	Súlyszázalék			
	számitott feladás	finom	durva	durva + 10,7%
—1000	100,0		89,3	100,0
— 500	86,3		75,6	86,3
— 300	85,7		75,0	85,7
— 200	64,1		53,4	64,1
— 100	34,8		24,1	34,8
— 60	29,2		18,5	29,2
— 50	29,2		18,5	29,2
— 40	29,2	10,7	18,5	29,2
— 30	28,9	10,6	18,4	29,1
— 20	27,2	9,7	17,5	28,2
— 10	24,2	8,2	16,0	26,7



10. ábra. 57/III. sz. minta ciklonozási görbéje

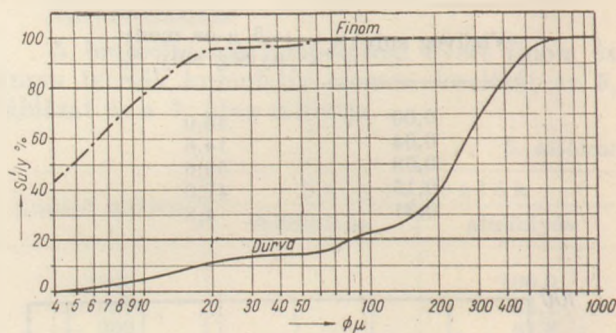
A ciklontermékek vizsgálata

Szemcseeloszlás

A hidrociklonos iszapolásnál nyert felülfolyás és alulfolyás kumulatív szemcseeloszlását a 11. táblázat és a 11. ábra mutatja.

11. táblázat

Átmérő mikron	Finom	Durva
—1000		100,0
— 500		94,0
— 300		93,4
— 200		65,4
— 100		30,0
— 60		23,1
— 50		23,0
— 40	100,0	23,0
— 30	99,2	21,6
— 20	90,7	18,4
— 10	76,6	10,9



11. ábra. 57/III. sz. minta ciklonozási termékeinek szemcseeloszlás görbéje

Kémiai összetétel

A termékek kémiai analízisét a 12. táblázat mutatja.

A ciklonozás finom termékének ülepítéssel való elválasztása.

Hidrociklonozás után a felülfolyásnál kapott terméket a ciklon által el nem választott durva részek eltávolítása céljából ülepítettük és kb. 5 μ-nél a két részt (üledő és lebegő rész) elválasztottuk. Az eljárást többször megismételtük. A termékeket az előző kísérletben leírt módon kezeltük, a koagulálást itt is mézsvízzel eszközöltük.

12. táblázat

Megnevezés	Súly-kihozatal súly-%	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %	Számított kaolin %	Kaolin-kihozatal %	Számított kvarc %
Feladás	100,0	89,2	0,52	6,17	0,67	0,10	0,60	2,40	15,60	100,0	81,7
Finom	10,6	49,1	1,35	34,40	2,00	0,49	0,40	12,40	87,11	59,2	8,4
Durva	89,4	96,1	0,37	2,70	0,50	0,25	0,15	0,70	6,84	39,2	92,9

13. táblázat

Megnevezés	Súly-kihozatal súly-%	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %	Számított kaolin %	Kaolin-kihozatal %	Számított kvarc %
Kiinduló (ciklon finom termék)	100,0	49,1	1,35	34,4	2,0	0,49	0,40	12,4	87,11	100,0	8,4
Ülepedett (kvarcos) rész.....	7,85	53,8	1,28	31,8	1,5	0,56	0,45	10,9	80,5	7,25	16,3
Lebegő (kaolinos) rész.....	92,15	48,7	1,32	34,6	2,25	0,42	0,40	12,4	87,6	92,4	7,9

A termékek kémiai összetételét és a súly- és kaolinkihozatalt a 13. táblázat mutatja.

Ciklonozás előzetes peptizálással

E kísérletnél az 57/III. sz. minta 24 kg-jából indultunk ki. Iszapolás után a + 1 mm-es részt szitával elkülönítettük, a - 1 mm-es részt kb. 140 g/liter zagysűrűsége állítottuk be. Optimális vízüvegmenyiség hozzáadása és a szuszpenzió alapos összekeverése után hidrociklonnal iszapoltuk. A ciklon felülfolyási termékét kénsavval koaguláltattuk.

A kísérleti körülmények és a végtermékek összetétele az előző ciklonozási kísérlettel megegyeztek. E kísérlet azt mutatta, hogy a kénsavval való koagulálás után a végtermék képlekenyebb volt, mint akkor, amikor a koagulálást mézsvízzel végeztük. Az ülepedés sebessége kénsavadagolás esetén kisebb ugyan, de a maximális tömörödés után az üledék nagyobb zagysűrűségű.

II/4. Ülepedési kísérletek

Az iszapolás általában megkívánja a nagy hígítást. Az ilyen híg zagyokat szűrőprésre való feladás előtt feltétlenül sűríteni kell. A besűrítésnek általánosan használt és legcélszerűbb módja a nagy medencében való ülepedés. A tömörülési sebesség tapasztalat szerint rendkívüli mértékben függ a folyadék elektrolitjának mennyiségétől és minőségétől.

Kísérleteink során abban az esetben, amikor a peptizálásra vízüveget használtunk, a kapott kaolin szuszpenzió diszperzitásfoka oly nagy volt, hogy az ülepedés sebessége igen kicsi lett. Az ülepedési sebesség növelésére koagulálató vegyszereket alkalmaztunk. Ezek: 4000 g/m³ kénsav, illetve 3000 g/m³ méz.

Végeztünk ülepedési kísérleteket olyan finomtermékekkel is, melynél a feláztatás budapesti csap-

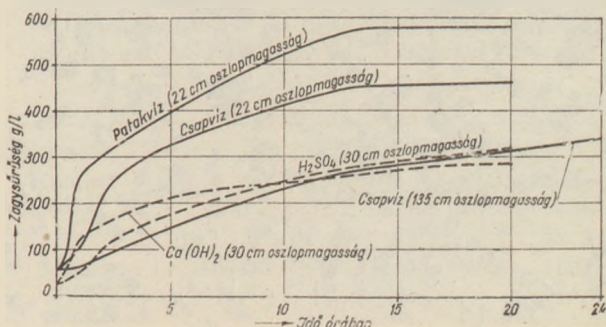
vízzel, illetve sárisápi patakvízzel történt, és diszpergálásra vagy koagulálatásra semmiféle vegyszert nem használtunk.

Ülepedési kísérletet végeztünk magas zagyoszlop esetében is, hogy az ipari technológiai megállapításához szükséges kísérletileg kapott adat is rendelkezésre álljon.

A zagysűrűségnek az idő függvényében való változását a fenti körülmények között, a 12. ábra és a 14., 15. és 16. táblázatok mutatják.

14. táblázat

22 cm oszlopmagasság		
Idő	Patakvíz zagys. g/l	Csapvíz zagys. g/l
0'	55	55
30'	125	75
60'	260	110
90'	285	155
120'	300	220
3 óra	335	270
4 óra	370	300
5 óra	395	325
10 óra	520	410
15 óra	580	455
20 óra	585	460



12. ábra. A zagysűrűség változása az idő függvényében

15. táblázat

135 cm oszlopmagasság	
Idő	Csapvíz zagys. g/l
0'	55
30'	57
60'	60
90'	70
120'	85
3 óra	105
4 óra	125
5 óra	145
10 óra	230
15 óra	284
20 óra	315
24 óra	340

16. táblázat

30 cm oszlopmagasság		
Idő	CaO zagys. g/l	H ₂ SO ₄ zagys. g/l
0'	25	25
10'	32	28
20'	50	30
30'	65	37
40'	72	42
50'	100	48
60'	120	52
80'	138	66
100'	148	81
150'	170	120
200'	185	142
300'	210	175
10 óra	260	280
15 óra	280	310
20 óra	290	320

II/5. A végtermékek mikroszkópiai vizsgálata

Az egyes kísérletek végtermékeinek mikroszkópiai fényképfelvételét a 13—17. ábrák mutatják, 500-szoros nagyításban.

A 13. és 14. ábrákból, melyek az 1. ciklonozási kísérlet (57/II. minta) ciklon felülfolyásból származó, továbbá a peptizálás és koagulálás utáni végtermék mintáinak felvételét mutatják,

látható, hogy a peptizálás és üleítés után a felülfolyásban lévő nagyobb szemek eltűntek.

A 15. és 16. ábrák ugyanennek a kísérletnek az üleítéssel kinyert kvarcos rész felvételeit mutatják. Mint az ábrákból látható, a kvarcos rész durva szemekben dúsult, de a termék sok apró szemet is tartalmaz.

Ezen vizsgálatok a kémiai elemzés adataival összhangban vannak.

A 17. ábra a 2. ciklonozási kísérlet (57/III. minta) ciklon felülfolyási termékét mutatja, üleítés előtt. Az ábrából látható, hogy durva szemeket ez a termék nem tartalmazott.

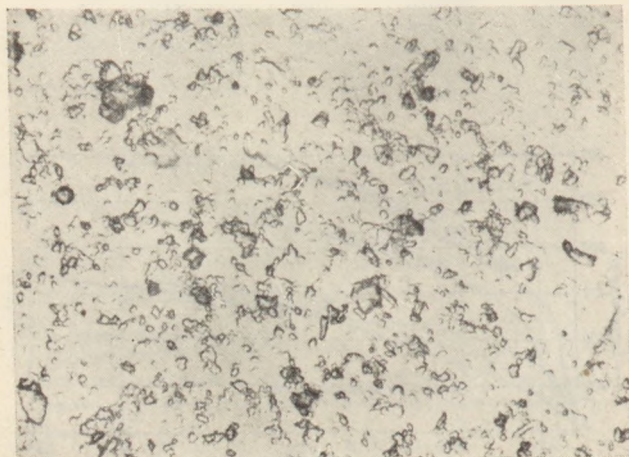
III. A kísérletek eredményeinek összehasonlító kiértékelése

A cikloniszapolási kísérlet alapjául szolgáló mintáink számított átlagos kaolintartalma (tisztá kaolinra Al₂O₃ 2SiO₂ 2H₂O-ra számítva) 15% volt.

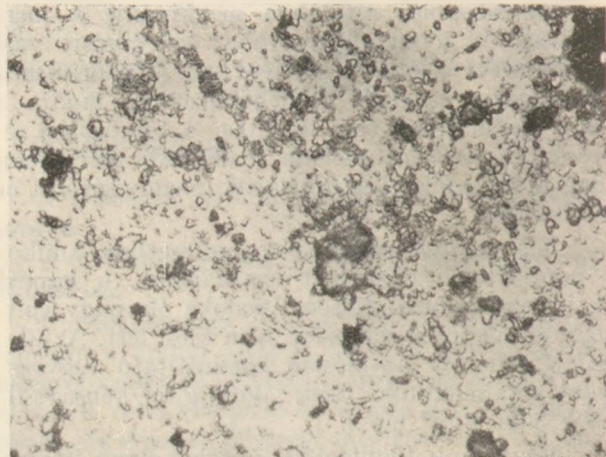
Cikloniszapolással kétszeri átciklonozást véve alapul, az iszapolt termékben kinyerhető a nyersanyag összkaolin-tartalmának 84%-a, 86,4% tiszta kaolint tartalmazó finom termék alakjában. A cikloniszapolat termék granulometriája szerint 93% a —20 μ méretű rész és a legnagyobb szemnagyság sem nagyobb 60 μ-nél. A ciklon ezt a finom iszapolt terméket minden diszpergáló és koagulátató szer alkalmazása nélkül, tisztán mechanikai diszpergálás útján éri el.

Annak ellenére, hogy a fenti eredmények további javítása diszpergálás útján már nem volt remélhető, mégis kísérleteket végeztünk arra vonatkozólag, hogy az iszapolt termék kaolintartalmát a kvarctartalom diszpergálás és szétüleítés útján való kiejtésével csökkentjük. A kísérlet eredménye azt igazolta, hogy gyakorlatilag számottevő javulás ezzel már nem érhető el. Hasonlóan nem mutatott jobb eredményt az sem, ha a ciklonozás előtt az anyagot peptizáltuk. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a ciklon mechanikai diszpergáló hatása önmagában elegendő az iszapolás jó eredményel való elvégzésére.

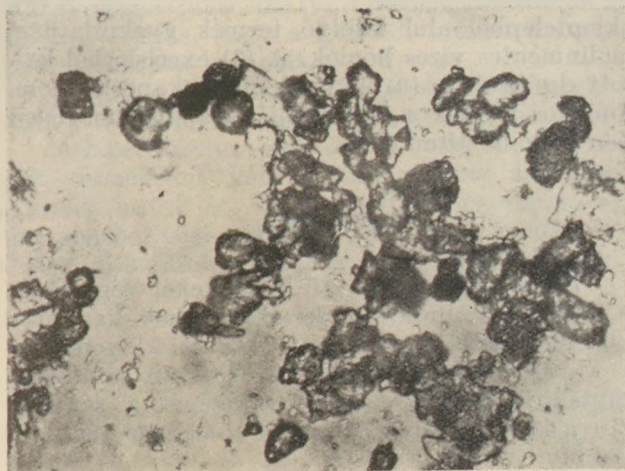
A kaolinos zagy csapvízzel készült szuszpenziójának és a vízüveggel optimálisan peptizált szuszpenziónak szemcsegörbéjéből látható, hogy



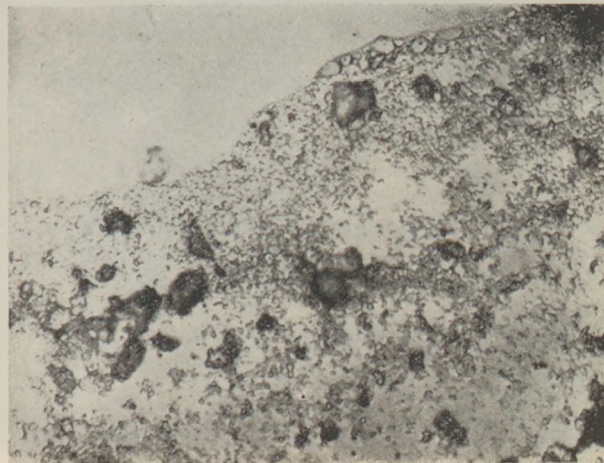
13. ábra



14. ábra



15. ábra



16. ábra

ez utóbbi szuszpenzió szemcsegörbéjének meredeksége a 10—20 μ méretű szemek tartományában egészen lecsökken. Ez azt jelenti, hogy az ilyen méretű szemek csaknem teljes mennyiségben felaprózódtak, tehát diszpergálás előtt aggregálódott kaolinszemek voltak. Ezért a diszpergálatlanul 20 μ méretnél elválasztott kaolinszemekben ugyanazt a kaolinminőséget kapjuk, mint peptizálás utáni iszapolás esetén.

A különböző magasságú üvegsövekben és különböző folyadékokban végzett ülepedési vizsgálatok nélkülözhetetlen kísérleti adatokat nyújtanak üzemi méretű ülepítőberendezés megtervezéséhez. E kísérletek azt mutatják, hogy budapesti csapvízben vagy sárisápi patakvízben a szűrőpréshez megkívánt 300 g/literes zagysűrűséget koaguláltató szerek alkalmazása nélkül is el lehet érni 24 óra alatt.

Összehasonlítottuk a hidrociklonos iszapolást a klasszikus iszapolással és alapul vettük azon kísérletek eredményeit, amelyeket a már bevezetöben említett baráti állam kutatóintézete ért el és amelyeknek alapján a klasszikus iszapolás technológiáját kidolgozták.

A két eljárás eredményeinek az általunk javasolt módszer javára való különbségét világosan feltünteti az alábbi táblázat.

Meg kell jegyeznünk, hogy ha figyelembe vesszük, hogy a külföldi kísérletek lényegesen magasabb kaolintartalmú mintából indultak ki, úgy egyszerű átszámítás útján világos, hogy a nyersanyag azonos kaolintartalma mellett hidrociklonnal elsősztályú finom kaolinban egyedül is nagyobb súlykihozattal jobb minőségű termék

nyerhető ki, mint klasszikus csatornaiszapolással finomiszapolat kaolin és durva minőségű kaolin együttesen. Tegyük ehhez hozzá, hogy a hidrociklonos iszapolásnál semmiféle vegyszer nem szükséges és azt, hogy a klasszikus iszapolásnál a durva iszapolt termék, mely a súlykihozatal és a kaolinkihozatal zömét teszi, olyan termék, mely nem tekinthető teljes értékűnek, hanem legfeljebb közép-terméknek, sőt részben hulladéknak.

IV. A végtermékek kerámiai vizsgálata

A végtermékek kerámiai vizsgálata már nem tartozik Intézetünk profiljába. Ezért a nagylaboratóriumi mértékben előállított iszapolt kaolin-termékek minőségi tulajdosságait, valamint felhasználhatóságát magának a felhasználónak, tehát a kerámiai iparnak kell megállapítania. E célból a nagylaboratóriumi mértékben nyert termékeket két prominens kerámiai gyárunk laboratóriuma fogja vizsgálni.

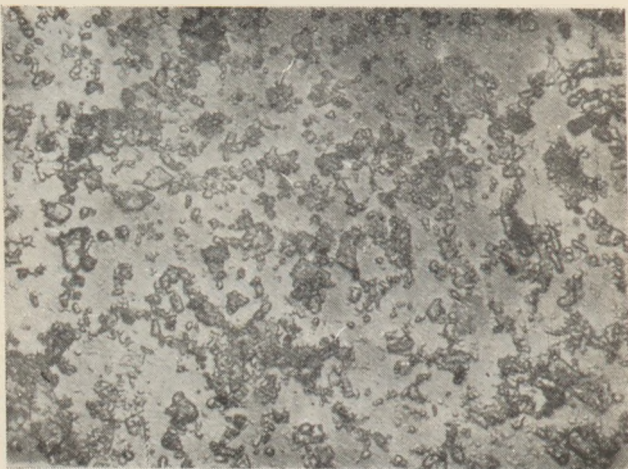
V. Az iszapolás technológiája

A laboratóriumi kísérletek eredménye alapján kialakított iszapolási technológia törzsfája (18. ábra) a következő:

A bányanyers kaolint az (1) durva rácson keresztül a (2) fogas hengerre adjuk. A hengerről a tojásnagyságúra megtört anyag a (3) excelsiorba jut. Az excelsior kiemelőkösarai a durva homokterméket adják. A túlfolyó szuszpendált kaolin és finom homok a (4) ráfolyótartályba, ebből pedig az (5) szivattyúba folyik. A szivattyú a (6) cik-

17. táblázat

	Külföldi vizsgálatok			Hazai vizsgálatok		
	Súly-%	Kaolintart. %	Kaolinkihozatal %	Súly-%	Kaolintart. %	Kaolinkihozatal %
Nyersanyag	100,0	22,4	100,0	100,0	15,0	100,0
Finom iszapolt kaolin	9,9	82,5	36,6	14,6	86,4	84,0
Durva iszapolt kaolin	11,6	69,6	36,2	—	—	—
Meddő	78,5	3,5	27,5	85,4	2,8	16,0



17. ábra

lonba nyomja a homokos kaolintejet. A (6) ciklon felül távozó, már csak finom homokot tartalmazó, kaolinsuszpenziója a (10) tartályon át a (11) szivattyúba jut. A (11) szivattyú a (12) ciklontelepét táplálja. A (12) ciklontelepből a finomtermék a (13) szitán át a (14) ülepítőmedencébe

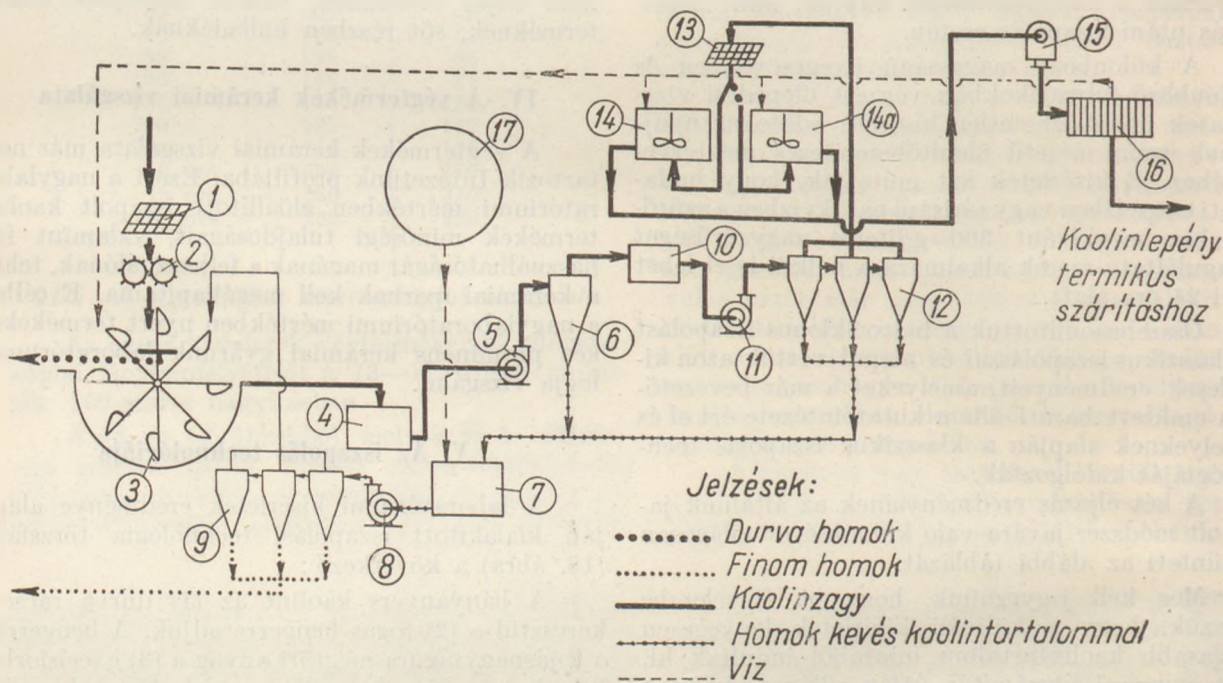
híg kaolinsuszpenziót a (3) excelsiorba adja. A (9) ciklontelepből alul kifolyó termék gyakorlatilag kaolinmentes vizes homok. A (3) excelsiorból kapott durva és a (9) ciklontelepből kapott finom homokos termék a felhasználás céljának megfelelően még tisztítandó.

Összefoglalás

Laboratóriumi méretű kísérleteket végeztünk a sárisápi kaolinkötésű kvarchomokok kaolinjának hidrociklonos iszapolással való kinyerésére. A kísérletek kiinduló anyagául olyan minőségű minták szolgáltak, amely minőséget a sárisápi bánya kellő gondosság mellett tömegben tud termelni.

A minta kaolintartalmát 15%-nak találtuk. Ciklonozó iszapolással a kőzet kaolintartalmának 84%-a nyerhető ki, 86,4% tiszta kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) tartalmú finom iszapolt termék alakjában.

A finom iszapolt kész kaolin szemcseösszetétele 93% -20μ és csak 7% $+20\mu$, de a termékben a legnagyobb szem sem éri el a 60μ nagyságrendet.



18. ábra. Kaolinszapoló törzsfája

ömlik. 24 óra múlva a (12) ciklontelep finomtermékét a (14a) ülepítőmedencében váltjuk át. A már megtelt (14) medence kaolinsuszpenzióját állandó keverés közben a (15) membrán-szivattyúval a (16) szűrőprésbe nyomjuk.

A (6) ciklonból és a (12) ciklontelepből alul távozó homokos zagy még tartalmaz kaolint, azért a (17) víztárolóból vett vízzel felhígítva a (7) tartályba vezetjük és a (8) szivattyúval a (9) ciklontelepbe nyomjuk. A (9) ciklontelep a felül távozó

Megállapítottuk, hogy hidrociklonozó eljárás esetén diszpergáló és koaguláló szerekre nincsen szükség, mivel a hidrociklon ezeknek a szemeknek a szerepét gyakorlatilag tisztán mechanikai hatás folytán is betölti.

A kísérletek eredményeit összehasonlítottuk egy külföldi prominens szakkutató intézet klaszikus iszapolási eljárással elért eredményeivel és megállapítottuk, hogy a ciklonozó iszapolás mind súly-, mind koalkinhiozatalban még annak ellenére

is lényegesen jobb mint a külföldi intézet által ajánlott eljárás, hogy a külföldi intézet diszpergáló szereket is használt.

Ülepitési kísérleteket végeztünk a zagybesűrités technológiájának meghatározására.

A laboratóriumi mértékben nyert finom iszapolt termékeket két hazai promines kerámiai gyárnak adtuk át azon célból, hogy kerámiai szempontból végezzék el azoknak a vizsgálatát és a sárisápi kaolinból nyert iszapolt termékek tech-

nikai és felhasználhatósági értékéről mérvadó véleményt mondjanak.

A kísérletekkel megállapított technológia alapján elkészítettük a hidrociklonozó iszapológiai technológiai folyamat-ábráját (törzsfáját) és megállapítottuk a szükséges gépberendezéseket.

Feltűnő az az egyszerűség, amely a ciklonozó iszapológiumvet jellemzi és amely mind beruházásban, mind üzemköltségben igen előnyösen fog kifejezésre jutni.

Megjegyzések az aprítás alapvető kérdéseihöz

BEKE BÉLA

Az aprítás elméletének két főproblémája az energiaigény és a folyamat során keletkező szemcseösszetétel megállapítása. Mint ismeretes, e problémákkal a tudomány még nem volt képes megbirkózni, mindkét kérdés tekintetében a mai napig közelítő megoldásokkal kell megelégednünk.

Az „Építőanyag“ közelmúlt számaiban több tanulmány érintette ezeket a problémákat, a tanulmányok megállapításai nem mindenben fedték egymást és egynémely megállapítás vitára is adott okot.

A következőkben a két alapvető problémához kívánok — részben a lapban felvetett vitás kérdések tisztázása céljából is — néhány megjegyzést fűzni. Fejtegetéseim a korábbi közleményekhez kapcsolódóan túlnyomórészt a durva aprítás tárgykörére vonatkoznak.

1. Az aprítás energiafogyasztása

Az energiafogyasztás tekintetében, mint ismeretes, évtizedeken át a felületi és térfogati elmélet versengett az általános elismerésért. A nagy számban végzett kísérletek nem tudták egyik elméletet sem egyeduralmukodóvá tenni, sőt bebizonyították azok pontatlanságát, de ugyanakkor rámutattak, hogy mely üzemi körülmények mellett közelíti meg egyik vagy másik elmélet a gyakorlati követelményeknek megfelelő mérvben a valóságot.

Legutóbbi közleményemben [1] rámutattam, hogy még a két elmélet hiányosságai hatására kifejlesztett újabb elméletek (elsősorban Bond általános érvényűnek szánt „harmadik“ elmélete) sem adják és nem is adhatják a probléma megoldását, bár a gyakorlatban megkívánt pontosságot az üzemi körülményektől függően, de elérik.

Hazánkban a közelmúltban Lázár Jenő végzett kőbányaipari törökkel illyirányú kísérleteket és kísérletei során arra a megállapításra jutott, hogy a pofás és kúpos török energiafogyasztása a Rittinger törvényt követi. Ezen megállapítását az általa kidolgozott és a gyakorlatban is alkalmazott felületmegállapítási eljárás eredményeire alapozza [2]. Miután a kérdés ilyen módon a szemcseösszetétel kérdésével kapcsolódik, erre az alábbiakban még visszatérek.

A kőbányaipar említett kísérleteibe a Magyar Tudományos Akadémia Alkalmazott Matematikai Intézete is bekapcsolódott. Ők ugyanezen kísérletek alapján a Rittinger törvény érvényessége tekintetében már más megállapításokat tettek.

Valamely adott anyagmennyiség egyenletes szemcsekékre való ideális aprítása (hasítása) során az összfelület fordítva arányos a termék szemcséinek lineáris méreteivel, ebből pedig a Rittinger törvény figyelembevételével az következik, hogy az aprítás előrehaladásának bármely fázisában a befektetett A munka és az elért δ szemcseméret szorzata állandó

$$A \delta = \text{konst} = c \quad (1)$$

illetve

$$A = \frac{c}{\delta} \quad (2)$$

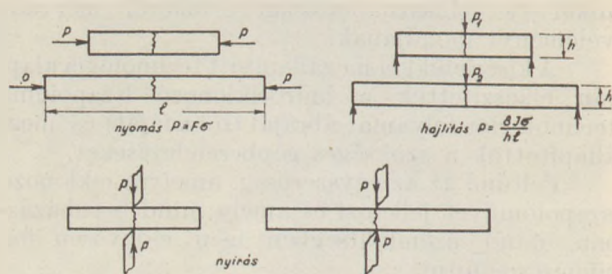
Ezzel szemben az Alkalmazott Matematikai Intézet a kísérleti eredmények pontosabb átszámítása, illetve a mutatkozó szórás kiegyenlítése után az

$$A = \frac{c}{\delta^\alpha} \quad (3)$$

alakú képlethez jutott, ahol $\alpha \neq 1$. Az Uzsabányán 1953-ban végzett kísérletek bazaltra $\alpha = 2,237$ és $c = 1,8436 \cdot 10^4$ értéket eredményeztek, ha A -t kWó-ban mérték és a δ szemmagyságot a X. törő mm-ben mért pofanyílásával helyettesítették [3].

Megjegyzendő ezzel kapcsolatban, hogy Bond harmadik elméletében ugyancsak a (3) képlettel egyező alakra jut, α azonban nála 1-től ellenkező értelemben különbözik és értékét $\frac{1}{2}$ -ben adja meg [4].

Érdekes arra is rámutatni, hogy az uzsabányai kísérletek során mutatkozott egy jelenség, ami a Rittinger-féle elmélettel nem magyarázható meg, a térfogati elmélet tükrében viszont azonnal megérthető. A felületi és térfogati elmélet alapvető eltérése, mint ismeretes, az, hogy a felületi elmélet csak a kohéziós erők legyőzésével számol, a térfogati elmélet pedig figyelembe veszi az erő útját, a rugalmas deformációt is, azaz a rugalmas alakváltozás munkájával számol.



1. ábra

Az említett kísérletek eredményei szerint a nagyobb σ törőszilárdságú bazaltnak kisebb volt az aprítási energiaigénye, mint a kisebb szilárdságú andezitén.

A térfogati elmélet erre azonnal megadja a magyarázatot. Az aprítás energiafogyasztása a térfogati elmélet szerint arányos a $\frac{\sigma^2}{E}$ értékkel és miután az andezitén E rugalmassági modulusa jóval kisebb a bazaltnál, $\frac{\sigma^2}{E}$ bazaltra kisebb értékű, mint andezitre. (Bazaltra $\sigma = 2600 \text{ kg/cm}^2$, $E = 800\,000 \text{ kg/cm}^2$, andezitre $\sigma = 2100 \text{ kg/cm}^2$, $E = 230\,000 \text{ kg/cm}^2$ [5].

Ezzel kapcsolatban kívánatos élesen rámutatni két, sokszor egymástól meg nem különböztetett fogalomra, az aprítás erőszükségletére és energia-szükségletére.

Világossá teszi a kettő közötti különbséget, ha az 1. ábra szerinti hosszabb és rövidebb rúdnak a megjelölt keresztmetszetben végbemenő aprítását vizsgáljuk, éspedig axiális igénybevétel (húzás vagy nyomás), hajlítás és nyírás esetén.

Axiális igénybevételnél a $P = F\sigma$ törőerő azonos a két rúdnál, de nem azonos a törési munka, amelynek értéke a Hooke-féle törvény közelítő érvényességét elfogadva, a törőerő és nyúlás fél szorzata:

$$A = \frac{1}{2} F\sigma l = Fl \frac{\sigma^2}{2E} \quad (4)$$

azaz a törési munka arányos a rudak hosszával, illetve térfogatával.

Hajlítói igénybevételnél a törési nyomaték

$$M = \frac{J}{h} \sigma = \frac{2J\sigma}{h} \quad (5)$$

ahol J a keresztmetszet másodrendű nyomatéka, h pedig annak magassága.

A törési nyomatékot kiváltó P erőre felírható

$$M = \frac{P}{2} \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4}$$

és a törőerő

$$P = \frac{4M}{l} = \frac{8J\sigma}{hl} \quad (6)$$

azaz a törőerő a rúd hosszával fordítva arányos, hosszabb rúdnál kisebb.

A törési munka ismét a törőerő és a (rúd tengelyére merőleges) rugalmas deformáció fél

szorzata:

$$A = \frac{Pl}{2}$$

ahol a rugalmas lesüllyedés

$$f = \frac{Pl^3}{48EJ} = \frac{1}{6} \frac{\sigma}{E} \frac{l^2}{h}$$

és a munka

$$A = \frac{1}{2} \frac{8J\sigma}{hl} \frac{\sigma l^2}{6Eh} = \frac{2}{3} \frac{J\sigma^2}{h^2E} l \quad (7)$$

arányos a rúd hosszával, azaz hajlítás esetén is igaznak bizonyul a térfogati elmélet.

Végül nyírásnál a nyíróerő is, annak útja is azonos a hosszabb és rövidebb rúdnál, azaz itt már nem a térfogati, hanem a felületi elmélet érvényes. Ehhez megjegyzendő, hogy túlnyomórészt nyírással végbemenő aprítás törés-zúzásnál nem fordul elő, csakis őrlésnél (dörzsölés formájában), ily műveletknél pedig a Rittinger törvény közelítő érvényessége általánosan elfogadott. Ezzel kívántam a Lázár Jenő által felvetett hosszabb és rövidebb rudak aprításának kérdését [6] közelebbről megvilágítani.

Az eddigi megfontolásokban nem szerepelt az aprítandó anyag szerkezetének kérdése, de az az aprítás technikai végbemenetele szempontjából elengedhetetlenül szükséges mikroszkopikus repedésektől és egyenlőtlenségektől eltekintve, makroszkopikusan homogénnek volt feltételezve.

Érdekes megállapítást tett Benedek Dénes arra az esetre vonatkozóan, ha a kőzetek élesen kifejlődött várolapjai a keletkező töret méretét determinálják, azaz makroszkopikus homogenitás sem áll fenn. Ilyenkor pontról pontra ismételhető az először Hönig által közölt gondolatmenet, amely erre az esetre a felületi és térfogati elmélet egyező eredményét állapítja meg [7].

2. Aprított halmazok szemcseösszetétele

Aprítási energetikai számításoknál mindig szerepel az aprítási fok fogalma, illetve a kiindulási és töretszem nagyság. Ezek megadása körül nagy a bizonytalanság. Az aprítási műveletnél kiindulásul is általában vegyes szemcseösszetételű halmaz szolgál és a töret halmaza is a szemcse-megoszlás általános törvényszerűségeihez igazodik. Valamely halmaz átlagos vagy jellegzetes szemcsemérete nem egységesen definiált, az utóbbi években számos irodalmi közlemény igyekezett e kérdést megvilágítani. Ezzel most nem foglalkozom, csupán arra mutatok rá, hogy az európai irodalom a halmazt általában a $\frac{100}{e} = 36,8\%$

szitamaradékhoz tartozó szemcsemérettel kívánja jellemezni (amely megfelel a Rosin—Rammler megoszlás \bar{x} értékének), az amerikai irodalom pedig — minden elméleti megokolás nélkül — teljesen önkényesen többnyire a 80% áthullás, illetve 20% szitamaradékhoz tartozó szemcseméretet tekinti jellemzőnek.

A megoszlási függvények — mint ismeretes — általában két független állandót tartalmaznak,

azaz egyetlen mérettel jellemezni valamely halmazt elméletileg helytelen.

Az ismert és elterjedt megoszlási összefüggések és közte az *Építőanyag* utolsó számaiban bemutatott összefüggések nem adnak egységes és ellentmondásmentes képet, ezért e kérdést egységes szempontból kívánom az alábbiakban áttekinteni:

1. Rényi Alfréd a *Kolmogorov*-féle valószínűségi megfontolások alapján az aprított halmazok szemceszám szerinti logaritmikusan normális megoszlását mutatta ki. Eszerint az egyes méretekhez tartozó szemcsék száma a szemnagyság logaritmikusan léptékében normális eloszlást mutat. Az elméleti levezetés kiinduló feltétele az aprítóbehatások nagy száma és a hatás azonos valószínűsége a halmaz bármely szemcséjére, függetlenül annak az aprítás előrehaladása során elért méretétől. E kiinduló feltételek fennállása előfeltétele a Rényi-féle képletek érvényességének [8].

E feltételek nyilvánvalóan nem állnak fenn pofás, kúpos és hengeres törőknél, ahol a kiömlés méretére redukálódott szemcse a törőtérből azonnal kiesik, azaz a résméretnél nem nagyobb szemcse továbbaprításának valószínűsége ugrászerűen 0-ra csökken. Az uzsabányai pofás és kúpos törőkkel végzett kísérletek eredményeinek feldolgozásánál tehát a *Kolmogorov*—*Rényi*-féle függvények csak bizonyos fenntartással alkalmazhatók (pl. extrapoláció nem engedhető meg, l. még alább is).

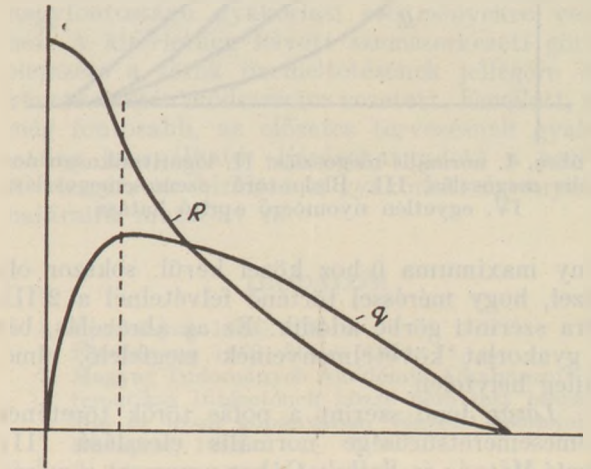
Bár nem képezi e közlemény tárgyát a finomórlás üzemszabályainak tárgyalása, mégis rámutatok, hogy az említett kiinduló feltételek nem állnak fenn a golyós és rudas malmokra sem, mert a nagyobb méretű, a halmazból kiemelkedő szemcsék továbbaprításának valószínűsége nagyobb, mint a közepes, vagy kisebb szemcséké. A logaritmikusan normális megoszlás nagymértékben meg kell hogy közelítse a valóságot dinamikus hatással működő aprítógépeknél, pl. kalapáccstörőknél.

2. A *Rosin*—*Rammler*—*Bennet*-féle megoszlás

$$R = 100 e^{-\left(\frac{x}{x_0}\right)^n}$$

tapasztalat szerint érvényes minden olyan műveletnél, ahol nagyszámú behatással az ún. végaprítás végbemegy, azaz nem vonnak ki egyes

— bizonyos méretet már elért — szemcséket a további folyamatból. Ugyancsak nem érvényes tehát a kevés számú behatással működő és amellett beállított kiömlőréssel bíró készülékekre, a pofás, kúpos és hengeres törőkre. Ha azonban ezek töretét osztályozás nélkül visszaterelve ismételtén átvezetjük a törőn, a *Rosin*—*Rammler* eloszlás e törőknél is beáll. A *Rosin*—*Rammler*-féle megoszlás a legapróbb, 0-hoz közeledő frakciónál ellentmondásokra vezet, a mikronos nagyságrendnél alkalmazhatósága megszűnik.



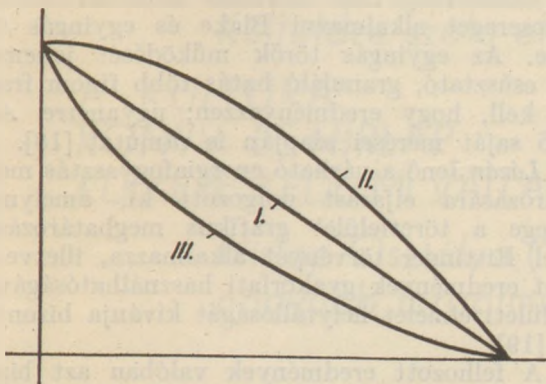
3. ábra

3. Pofás és kúpos törők tekintetében *Lázár Jenő* számos kísérlet alapján arra a megállapításra jutott, hogy azok töretének szemcsézete a normális megoszlástól kevéssé tér el, továbbá, hogy a törő nagyságától és típusától, valamint az aprított anyagtól független görbesor jelentkezik, amelyből a megfelelő görbe kizárólag a halmaz legnagyobb szemcsemérete figyelembevételével kiválasztható [9].

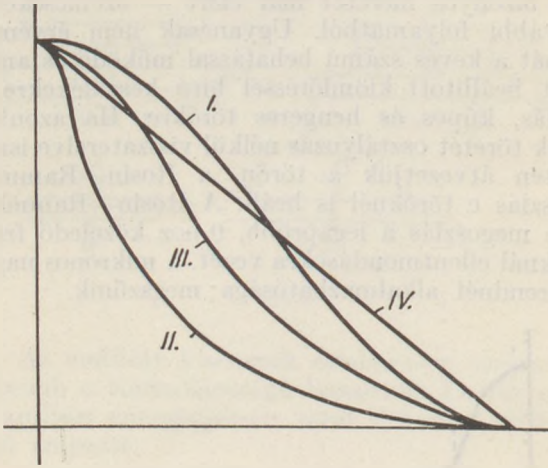
4. *Ary* Ernő a *Ganz* gyár próbatermében az 1920-as és 30-as években végzett méréseinek eredményeként megadja az egyes aprítógépek termékének jellegzetes szemcseösszetételi görbéit. *Ary* szerint — de ugyanezt találjuk a legtöbb irodalmi összefoglaló munkában — az aprítási termékek szemszerkezete a 2. ábra szerinti három jellegzetes eloszlást mutathatja [10].

Az ábra szerinti görbék ilyen leegyszerűsített alakjukban az elméleti követelményeknek nem felelhetnek meg. A szitamaradék görbéből egyszeri deriválással (és negatív előjellel) adódik a szemcsemegoszlás sűrűségi görbéje. A megoszlás sűrűsége természetesen 0 szemcseméretnél 0 és a halmaz legnagyobb szemcseméreténél ismét eléri a 0 értéket, valamely közbenső helyen az eloszlás folyamatosságára való tekintettel maximum van; e helyen a szitamaradéknak, az integrálgörbének inflexiója van, a sűrűség görbe 0 helyein pedig érintője vízszintes (3. ábra). Legyen tehát egyébként bármilyen a szemcsemegoszlás, a szitamaradék görbének a 100%-tól vízszintesen kell indulnia és valamely közbenső helyen inflexiója van.

A gyakorlatban — elsősorban a nagy finomfrakciótermelő folyamatoknál — a sűrűségfügg-



2. ábra



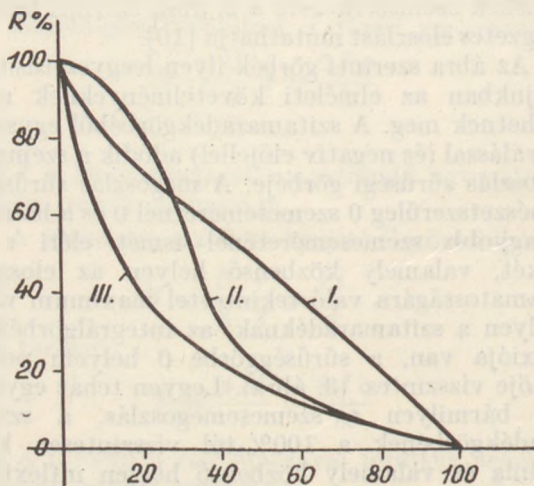
4. ábra. I. normális megoszlás, II. logaritmikusan normális megoszlás, III. Blake-törő szemcsemegoszlása, IV. egyetlen nyomóerő aprító hatása

vény maximuma 0-hoz közel kerül, sokszor oly közel, hogy mérésel történő felvételnél a 2/III. ábra szerinti görbe adódik. Ez az ábrázolás, bár a gyakorlat követelményeinek megfelelő, elméletileg helytelen.

Lázár Jenő szerint a pofás törők töretének szemcseméretsűrűsége normális eloszlású [11]. Arató Máttyás és Székely Gábor ugyanezt a mérésorozatot logaritmikusan normális eloszlással közelítették meg [12].

Fentiekből világosan következik, hogy egyik közelítés sem fedheti teljesen a valóságos viszonyokat. A Blake-féle pofás törők tényleges szemcseösszetétele a normális és logaritmikusan normális megoszlás közé kell hogy kerüljön (4. ábra). Ugyanebbe az ábrába be van rajzolva a lineáris megoszlás is, amely egyetlen test egyetlen nyomóhatásra való aprózódásának eredménye [13].

Ezzel kapcsolatban elvileg megjegyzendő, hogy valamely kísérletileg felvett pontsorból alakuló görbe a legkülönbélebb típusú függvényekkel közelíthető. Ilyenkor az empirikus közelítő függvény matematikai kezelése mindig bizonyos kritikával történjék, interpoláció többnyire meg-



5. ábra. I. szabad adagolás, II. szabad adagolás, zárt körfolyam, osztályozóval, III. túltömött adagolás, zárt körfolyam, osztályozóval.

engedhető, de az extrapolációnak semmiféle jogsultsága sincs. Ez a megállapítás tárgy körünkben főleg a szemcsefelület számítása tekintetében lényeges, mert hisz a nagy felületet ép a legapróbb, sohasem mért, hanem extrapolált frakciók adnák; nyilvánvaló, hogy az így számított halmazfelület hasonló jellegű folyamatok termékének összehasonlítására alkalmas lehet, de a számított értékek a valóságos felülethez semmi köze sincs.

Lázár Jenő pofás törőkkel végzett vizsgálatainak legfeltűnőbb megállapítása az anyagtól és a gép típusától és méreteitől független görbesereggel ábrázolt szemcseösszetétel.

Ennek helytállósága tekintetében vegyük figyelembe az Alkalmazott Matematikai Intézet e tárgyban végzett számításait [14]. A görbék közelítése mindenkor a Rényi-féle képlettel történt, amely szerint a megoszlás sűrűségfüggvénye

$$q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}ba^3e^{\frac{1}{2}\left(\frac{\ln \frac{x}{a}}{b}\right)^2}} x^2 e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln \frac{x}{a}}{b}\right)^2} \quad (8)$$

E képletben az a és b paraméterek közül a a szemcsees szám szerinti megoszlás átlaga, b pedig a logaritmikusan normális megoszlás szórása [15].

Változó pofanyílás mellett felvett görbeseregek (8) szerinti közelítése egy mérésorozathoz $a = 0,491 p$, a pofanyílástól függő és $b = 0,391$ állandó értéket eredményezett, másik mérésorozathoz $a = 3,121 \sqrt{p}$, a pofanyílástól függő és $b = 0,492$, ugyancsak konstans érték adódott. A b parameter állandósága rámutat a maximális szemnagyságtól függően alakuló görbesereg-jellegre, de a két kísérletnél nyert eltérő b érték arra vall, hogy a két görbesereg nem azonos.

Ily görbesereget mutat be Levenszon—Cigelj-nij nemrégiben magyar fordításban is megjelent könyve is [16]. A Levenszon és Lázár-féle görbékét összehasonlítva, Ary Ernő megállapította, hogy azok nem teljesen fedik egymást [17]. Megjegyzendő egyébként, hogy Levenszon ugyanezen a helyen meg egy görbesereget mutat be és a két görbesereg egymást sem fedi!

Mindebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a Lázár-féle (vagy akár bármelyik Levenszon-féle) görbesereg tervezésnél igen hasznos szolgálatot tehet, de a valóságos frakcióhozamban 10% körüli eltérések lehetségesek.

Elméletileg nem indokolt azonban azonos görbesereget alkalmazni Blake és egyingás törőkre. Az egyingás törők működését jellemző erős csúsztató, granuláló hatás több finom frakciót kell, hogy eredményezzen; ugyanerre Ary Ernő saját mérései alapján is rámutat [18].

Lázár Jenő a várható energiafogyasztás meghatározására eljárást dolgozott ki, amelynek lényege a töretfelület grafikus meghatározása. Ezzel Rittinger törvényét alkalmazza, illetve a nyert eredmények gyakorlati használhatóságával a felületi elmélet helytállóságát kívánja bizonyítani [19].

A felhozott eredmények valóban azt bizonyítják, hogy az eljárás megfelelő pontosságú

eredményeket szolgáltat, gyakorlati használhatósága kétségbe nem vonható. Ebből azonban még nem következik a Rittinger törvény érvényessége, annál kevésbé, mert az eljárás nem a tényleges, hanem annál kisebb felülettel számol, miután az alsó szemnagyságrációt önkényesen csak 0,5 mm-ig veszi tekintetbe.

Az eljárás használhatóságához valószínűleg hozzájárul a vizsgált közetek hasadó jellege, azaz a termék-szemnagyság fentebb említett determináltsága is.

A szemszerkezeti görbék rendellenes alakulása tekintetében ugyancsak érdekes megállapítások találhatók a Lázár-féle vizsgálatokban. Bemutatja pl. egy VIII. sz. Ganz-féle egyingás törő szemcseösszetételét normális működés és egyodálú kopás következtében hibás működés esetén [20].

Rá kell itt mutatni általánosabb formában a pofás törők helyes üzemeltetésének fontosságára. A pofás törők helyes fordulatszám tudvalevőleg a löketnagysággal táguló rés feletti, már aprított anyagmenyiség szabad eséssel való kiürülésének idejéhez igazodik. Ha a törőt ennél gyorsabban járatjuk, a rés kiürülése előtt megkezdődik annak összezárása, a szemcsék további törést, morzsolást szenvednek, nem is annyira a törőelemek, mint inkább egymás által. Ennek következménye káros porképződés, a finom frakciók arányának megnövekedése és a fajlagos energiafogyasztás leromlása lesz. Hasonló jelenségek mutatkoznak tületetett törőnél, vagy túl nagy aprítási foknál is, ezeket van hivatva enyhíteni az ívelt pofakialakítás.

Azonos jelenségek mutatkoznak a kúpos törőknél, de még inkább a hengerműveknél. Étekinetben túl merész általánosításnak tartom *Ary* Ernő megállapítását, amely szerint a hengermű töretének szitamareadék görbéje a 2/II. ábra szerinti lefolyású [21]. Bizonyosnak látszik, hogy az általa közölt két görbe oly folyamat eredményét szemlélteti, amelynél különleges ok volt kevés finom frakció képződésére (pl. kemény anyag, kis aprítási fok, kevés adagolás, lágy rugók stb.). A hengermű ép a felsorolt körülmények tekintetében rendkívül érzékeny. Néhány hengerműtöret szitamareadék görbéje az 5. ábrán látható [22].

Összefoglalólag a következő megállapításokat tehetjük:

1. A hazai kísérletek értékes adatokat szolgáltatottak a durva aprítás energetikai viszonyai tekintetében; a felületi és térfogati elmélet érvényessége és használhatósága tekintetében pedig az irodalomból ismert külföldi megállapítások helytállóságát támasztották alá.

2. A szemcseösszetétel vizsgálata tekintetében Rényi Alfréd matematikai vizsgálatai teljesen új utakat nyitnak, az elmélet továbbfejlesztése nagyfontosságú gyakorlati eredményekre vezethet. A kísérletileg felvetett szemszerkezeti görbék elemzése a törők üzemeltetésének jellegére való következtetés módszereire vezetett. Emellett, ami még fontosabb, az előzetes tervezésnek gyakorlatilag használható eljárásokat adott a kezébe. A vizsgálatok bírálata a gyakorlati érvényesség határait mutatott rá.

IRODALOM

1. Építőanyag 1954. 156. o.
2. Építőanyag 1950. 69. és 1954. 71. o.
3. Magyar Tudományos Akadémia Alkalmazott Matematikai Intézetének közzé nem tett beszámolója az uszai kőbányában végzett kísérletekről, Budapest, 1954.
4. Építőanyag 1954. 151. o.
5. *Tarján G.*: Ércelőkészítéstan, 87. o. Budapest, 1954.
6. Építőanyag 1954. 247. o.
7. Építőanyag 1954. 246. o.
8. Építőanyag 1950. 178. o.
9. Építőanyag 1954. 69. o.
10. Építőanyag 1954. 215. o.
11. Építőanyag 1950. 58. és 1954. 68. o.
12. Építőanyag 1954. 169. o.
13. Építőanyag 1954. 148. o.
14. Mint 3, továbbá Alkalmazott Matematikai Intézet közleményei, 157. o. Budapest 1952.
15. Építőanyag 1950. 181. o.
16. *Levenszon—Cigeljnij*: Aprító-, osztályozógépek kőanyagok feldolgozásához 360—361. o. Budapest, 1953.
17. Építőanyag 1954. 216. o.
18. Építőanyag 1954. 217. o.
19. Építőanyag 1954. 71. o.
20. Építőanyag 1950. 60. o.
21. Építőanyag 1954. 215. o.
22. Mint 5, 104. o.

Külföldre szóló előfizetéseket folyóiratokra felvesz

A „KULTÚRA”
KÖNYV- ÉS HÍRLAP
KÜLKERESKEDELMI VALLALAT

Hírlap Osztálya (Sztálin-út 23.), továbbá minden nagyobb forgalmú budapesti és vidéki postahivatal

A szovjet üvegyipar és soronkövetkező feladatai*

I. I. KITA JGORODSZ, K I J (Moszkva)

Az üvegyártás technikája hosszú évszázadokon keresztül mereven kitartott ama fcgások és módszerek mellett, amelyeket még a római birodalom üvegekészítő mesterei alkalmaztak (i. e. I. sz.).

Még a XX. század elején nálunk és külföldön is az üvegyárakban látni lehetett olyan kemencéket, amelyek alig különböztek azoktól, amelyeket a velencei üvegekészítők használtak Muranóban a XIII. században.

Sok palacküveg kémiai összetétele szintén alig különbözött a természetes üveg, az obszidián, valamint azok az első üvegek összetételétől, amelyek a hagyomány szerint gabonaraktárak égésekor keletkeztek.

Az üvegyártás technikájának nagyobbarányú fejlődése a múlt század második felére tehető, amikor az üvegekészítők jelentékenyen megjavították az üvegolvasztó kemencék fűtési rendszerét a távozó hő regenerálása, illetve a levegő előmelegítése útján. A kemencetechnika e forradalmi újítása nagymértékben fokozta az üvegolvasztó kemencék teljesítőképességét.

Az üveg kémiájában és technológiájában az utóbbi 30 év alatt elért hatalmas sikerek szorosan összefüggnek a tudomány és technika hihetetlenül gyors fejlődésével és országunk nemzetgazdaságának felemelkedésével.

A forradalom előtti Oroszország üvegyipara a gyártott késztermék — főleg ablak- és palacküveg — mennyiségének tekintetében a 13. helyen állt a világon.

A műszaki üveget, a laboratóriumi edényzetet is beleértve, úgyszintén a kristály- és tükörüveget Németországból, Franciaországból, Belgiumból importáltuk. A 275 meglévő gyárból csak igen kevés rendelkezett erőműteleppel. Összesen kb. 75 000 munkás dolgozott üvegfúvó pipával. Az üvegyártás technikailag és az üvegyipari kémia alacsony szinten állt. Az üveg tudományos és műszaki problémáival alig egy pár magasabb képzettségű személy foglalkozott. A forradalom előtti főiskoláknak nem voltak a szilikátok és az üveg kémiájával, technológiájával foglalkozó tanszékeik. A cári Oroszországban nem volt egyetlen, a szilikátokkal és az üveggel foglalkozó tudományos kutató intézet sem. Oroszországban az üvegyipar kisiparnak számított.

Az elmúlt 30 év alatt a Szovjetunióban hatalmas üvegyipar létesült, a bonyolult gépeket és berendezéseket irányítani tudó mérnökök ezrei kerültek ki a főiskolákról, új tudományos és műszaki központok alakultak, amelyekben a modern üvegyipar legfontosabb kérdéseinek megoldásán dolgoznak.

* „Uszpehi Himii XXIII. 4. sz. (1954)“ 401—425. old.

I.

Az egyik legfontosabb, mindmáig megoldatlan kérdés az üveg szerkezetének a kérdése. Az elmúlt évtizedek alatt számos hipotézis keletkezett és foszlott széjjel. Az „üveg“ fogalmára mindmáig nincs általánosan elfogadott egyértelmű meghatározás.

A Szovjet Tudományos Akadémia mellett működő terminológiai bizottság az üveg fogalmát a következőképpen határozza meg:

„Üvegnek nevezzük mindazokat az amorf testeket, amelyek kémiai összetételüktől és megszilárdulásuk hőmérsékletétől függetlenül olvadékkuk túlhűtésével állíthatók elő, mégpedig úgy, hogy a folyékony állapotból az üveges állapotba való átmenet megfordítható legyen, és amelyek viszkozitásuk fokozatos növekedése folytán a szilárd testek mechanikai tulajdonságaival rendelkeznek.“

E terjedős meghatározás még mindig sok homályos és bonyolult kérdést hagy maga után.

Nagy érdeklődésre tartanak számot M. V. Lomonoszov gondolatai az üveg természetéről, amelyeket több mint 200 évvel ezelőtt fejtett ki, de mindmáig nem vesztették el időszerűségüket.

Lomonoszov az üvegeket a szállhúzóképesseggel és az olvadék állapotával, vagyis a viszkozítással jellemzi.

Bonyolultabb az üveg szerkezetének a kérdése. Csak két hipotézist említünk meg, amelyek heves viták középpontjában állottak az 1953-ban Leningrádban a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Szilikátkémiai Intézete legutóbbi konferenciáján.

Lényegükben azonos elvi alaptételeket eltérően értelmeztek, mert a „krisztallit“ fogalmának különböző kutatók különböző értelmet tulajdonítottak.

Így pl. a Lebegyev által 1921-ben felvetett krisztallitszerkezet hipotézisének védelmezői ezen a konferencián a krisztalliteket már nem apró kvarc kristályokként fogták fel.

A. L. Lebegyev zárószavában azt indítványozta, hogy az üveg szerkezetéről mint amorf-krisztallites szerkezetéről beszéljünk. N. V. Bjelov nézete szerint a szilikátüveg szekezeti elemi egysége az SiO_4 tetraéder és igaz Zachariasen hipotézise, mely szerint az üvegben rendezetlen Si—O hálózat van.

A. A. Appen összehasonlítja a tulajdonságokat kristályos és üveges állapotban és a szilikátüvegek szerkezetének problémáját a Zachariasen által kifejtett ismeretes kristálykémiai elképzelések felhasználásával tárgyalja.

Bár a legutóbbi néhány évtized alatt a vezető hazai és külföldi tudományos iskolák (a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Optikai Inté-

zete, Szilikátkémiai Intézete, a leningrádi Kémiai-Technológiai Főiskola üvegyipari tanszéke, az Üvegyipari Főiskola, a moszkvai Kémiai-Technológiai Főiskola üvegyipari tanszéke stb., itthon; Turner és mások Angliában; Silverman és mások az USA-ban; Gehlhoff, Zschimmer, Dietzel és mások Németországban; d'Amour, Long stb. Franciaországban; Guillard stb. Belgiumban; Tabata (Japánban) a kutatási eredmények százait tették közzé, mindmáig nem sikerült olyan szabatos törvényszerűségeket megállapítani, amelyek összefüggéseket adnának meg a többkomponensű üvegek tulajdonságai és összetétele között. Nem ismeretes ilyen törvényszerűség még a széles körben alkalmazott szilikátüvegek osztályára sem. Boroszilikát, borát, foszfát üvegek és lítium, berillium, vanádium, wolfram, kadmium stb. oxidokat tartalmazó üvegeknél a feladat még bonyolultabb.

A nagyszámú vizsgálat eredményeit már csak azért is igen nehéz közös nevezőre hozni, mert az egyes tudományos iskolák nemcsak eltérő vizsgálati módszereket alkalmaztak, hanem olyan üvegeket használtak és olyan üvegek tulajdonságait tanulmányozták, amelyek az üvegyipar valamelyik ága (optikai, világítástechnikai, szigetelési, vákuumtechnikai, kémiai stb.) számára voltak első-sorban fontosak.

Appen azt javasolta, hogy az egyes komponenseket a szilikátolvadékok felületi feszültségére gyakorolt hatásuk alapján osztályozzuk és kimutatta, hogy az üvegekben a komponensek parciális tulajdonságai az összetételtől függő változók. Ezen az alapon Appen módszert dolgozott ki az üvegek néhány tulajdonságának kiszámítására az összetétel alapján. E módszer alapját képezik: 1. Mendelejev felfogása, mely szerint az üveg olyan oxidok olvadéka, amelyek egymással főleg meghatározhatatlan kémiai vegyületeket képeznek, 2. Zachariasen modern elképzelései, amelyek szerint az üvegben összefüggő Si—O váz van jelen.

Appen a kristályok kationjainak koordinációjára és kölcsönös helyettesíthetőségére vonatkozó modern tant kiterjeszti a szilikátok üveges állapotára és az a véleménye, hogy az üvegek tulajdonságait nemcsak az összetétel, hanem szerkezeti tényezők is meghatározzák, amelyek közül a legfontosabbak: a) a Si—O váz összekapcsolódásának foka és b) a kationok koordinációs állapota.

II.

1926-ban a Szovjetunióban nagyarányú kutatási munkálatok indultak meg ásványi kőzetek alkalmazása érdekében.

Az alkálitartalmú kőzetek felhasználása az üvegyiparban már a múlt század második felében is foglalkoztatott nagy orosz tudósokat, de széles keretbe között ezek a munkák 1926-ban indultak meg újra.

Kitajgorodszkij és mások vizsgálatainak eredményeképpen megállapítást nyert az északkaukázusi trachitfésülés, a nalyesiki vulkanikus hamu, az örményországi horzsakő- és obszidiánfésülés, a marjupoli és Murman félszigeti nefelines szienitek, valamint az uralvidéki aplitok és alaszkitok-

nak alkalmazhatóságának lehetősége az üvegyiparban.

Ugyanebben az időben vizsgálatok folytak a kohósalak alkalmazásával kapcsolatban.

Egyidejűleg az üvegyárakban ellenőrző munkák folytak, a laboratóriumi vizsgálatok kiegészítéseképpen, amelyek bebizonyították, hogy ásványi kőzetek alkalmazása az üvegyiparban teljes mértékben lehetséges.

A kidolgozott összetételek alapján megvan a reális lehetősége annak, hogy nagymértékben induljon meg a fémcsöveket számos esetben sikeresen helyettesítő üvegcövek gyártása.

A lakás- és ipari építészetben falbasüllyesztett villamos vezetékek szigetelésénél alkalmazott hőálló üvegcövek élettartam vizsgálatai azt mutatják, hogy az erre a célra használt rézcsövek pótolhatók.

A gyártáshoz használt kőzetek olcsó nyersanyagot jelentenek. A kőzetek felhasználása igen nagy fejlődési lehetőségeket biztosít a habüveg gyártása számára.

Az ásványi kőzetek eredményesen használható lemezek és burkolólapok előállítására és a lépcsőkarok, oszlopok, vasúti talpgerendák stb. előállítására az öntött műkövek technikájával.

Az öntött műkö nagymértékben alkalmazható városok építészeti és szobrászati díszítőelemeinek készítésére. A moszkvai egyetem épületének hatalmas szobrai és az ezek készítésénél szerzett tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a kőzetek és mesterséges zúzalékok felhasználásával ennek az iparágak sokkal határozottabb fejlesztésére van szükség.

III.

A tudományos alapokon nyugvó szovjet üvegyipar jelentős sikereket ért el ipari üvegfajták összetételének kidolgozásában és új műszaki és építészeti üvegfajták gyártásának megszervezésében.

Először a hazai optikai üveg gyártásának megszervezésével kapcsolatos munkák méltók említésre.

1916-ban először indult meg az optikai üveg gyártása egy porcelángyár üzemében, ahol speciális laboratóriumot szereltek fel, ez volt az a mag, amely köré később az Állami Optikai Intézet kémiai osztálya, az optikai üveg leendő tudományos centruma kikristályosodott. Ugyanekkor Ukrajnában is foglalkoztak az optikai üveg gyártásának szervezésével.

Grebenscsikov irányításával számos vizsgálatot végeztek az üveg kémiai ellenállóképességére, a folyadékok üveges állapotának és allotrópiájának elméletére vonatkozólag; tanulmányozták szilikátrendszerek és főleg az optikai üveggel rokon rendszerek egyensúlyát; vizsgálták a szilíciumdioxid és a bázikus oxidok között végbemenő reakciók kinetikáját, a szilikátok felületi tulajdonságait, elektrokémiáját és fizikai-kémiai tulajdonságaikat olvadt állapotban.

Iparunk jelenleg kb. 100, meghatározott optikai tulajdonságokkal rendelkező üvegfajtát hasz-

nál. Az ilyen üvegekkel szemben támasztott követelmények az optikai berendezés — fényképezőgép vagy különleges optikai eszköz — rendeltetésétől és alkalmazásának körülményeitől függően változnak. Az optikai üvegnek rendkívül homogénnek kell lenni. A színtelen optikai üveg összes fényelnyelése minimális kell hogy legyen, így a legjobb üvegfajták elnyelési tényezője 0,008 alatt van. Az optikai üvegek nomenklaturája igen változatos. Elsősorban kell megemlíteni a sokféle szemüveglencse-üveget; ezek nélkül emberek milliói volnának megfosztva az olvasás, a munka lehetőségétől; ide tartoznak a védő- és más különleges alakú szemüveglencsék is.

Az új fényképezőgép-objektívek felbontóképessége lehetővé tette a fényképezés technikájának jelentős tökéletesítését. Hatalmas fejlődést ért el az utóbbi években a légifényképezés.

A modern csillagászati tudomány rendkívül nagyteljesítményű berendezésekkel rendelkezik, amelyek hatalmas méretű, kiváló minőségű optikai üveggel vannak felszerelve.

Az elméleti és alkalmazott asztrofizika fejlődését üveg nélkül lehetetlen elképzelni. A tudománynak eme érdekes területén a nagy finomságokat követelő vizsgálati és mérési technika a mérőeszközök elkészítéséhez nélkülözhetetlen üveg felhasználásán alapszik.

A katonai álcázás, felderítés és fényálcázás széles körben hasznosítja számos üvegfajta optikai tulajdonságait. A tudományos kutatómunkák fejlődése a legszorosabban összefügg száz és száz fizikai eszköz alkalmazásával, amelyekben az optikai üveg a fő és legfontosabb alkatrész.

Az optikai üvegyártás megszervezésével és kifejlődésével egyidőben kezdődik hazánkban az izzólámpa és vákuumtechnikai üvegek gyártásának megszervezése is. Meg kell jegyezni, hogy 1914-ben Oroszországban az izzólámpagyártás még egészen kezdetleges volt.

Az izzólámpákat és lámpaüvegeket Németország exportálta nemcsak a cári Oroszországba, hanem Angliába, Franciaországba, Olaszországba és az Egyesült Államokba.

Az első kísérleteket izzólámpa-burák gyártására még 1915-ben végezték a torkovicsi és a zaprudnoi gyárakban.

A lámpabura-üveg gyártásával kapcsolatos nehézségek miatt a zaprudnoi gyár kivételével ezek a kísérletek abbamaradtak.

Kitajgorodszkij kidolgozta az aránylag sok

ólmot tartalmazó, a kevés ólmot tartalmazó, sőt ólommentes vákuumtechnikai üvegeket is. Ugyanekkor Németországban és az USA-ban kitarotán ragaszkodtak a sok (24—33% PbO) ólmot tartalmazó üvegekhez és mereven elzárkóztak az ólommentes és kevés ólmot tartalmazó üvegek elől. Az amerikai General Electric Company, majd utánuk a német Osram cég üvegyárai az ólommentes és a kevés ólmot tartalmazó üvegfajták gyártását lámpabura-üveg céljaira sokkal később kezdték, mint a Szovjetunióban a zaprudnoi gyár.

A szovjet eljárással készült kis ólomtartalmú lámpaüvegek már 1922-ben lehetővé tették a platina kiküszöbölését az izzólámpagyártásban és helyette olcsóbb ötvözet, az ún. platinit (vas-nikkel ötvözet. A ford.) alkalmazását.

Az I. táblázatban közöljük a nálunk és külföldön 1922-ben és később használt lámpabura-üvegek összetételét.

Jelenleg a nemzetgazdaság különböző ágazataiban — az elektrotechnikában, a híradástechnikában, a közlekedésben, a gyógyászatban stb. — kiterjedten alkalmaznak különleges világítástechnikai és termikus tulajdonságú üvegeket.

Így pl a különleges fényforrásokhoz sorolhatók a higanylámpák, amelyek ultraibolya sugarakat bocsátanak ki. E lámpák buráját hőálló üvegből kell készíteni, amely ezenkívül az ultraibolya sugárzásnak csak az emberek számára hasznos részét bocsátja át. A kvarcüvegből készülnek a mikroorganizmusok elleni védekezésre, a gyógyászatban, az élelmiszeriparban stb. használt higanygőzlámpák.

Egyre nagyobb mennyiségben kerülnek forgalomba a lumineszcens-lámpák, a fényescövek.

A technika kiterjedten alkalmazza a gázkisüléses lámpákat; ide tartoznak az ún. nátriumlámpák, amelyek különleges összetételű, a nátriumgőzöknek ellenálló üvegből készülnek. Ezeket a lámpákat sikerrel alkalmazzák útvilágításra: a sárga fény, mint ismeretes, ködben is látható és ezért ezek a lámpák jobb látást biztosítanak országutakon és egyéb főútvonalakon.

A tej- és opálüvegek a fényt szétszórják és ezért helyiségekben és utcai lámpák armatúráiban használatosak. Összetételüket 1932-ben dolgozta ki a Szovjetunió Üvegintézete.

A vasúti jelző- (szemafor) lámpák optikai lencserendszere színtelen és színes (vörös, sárga és zöld) üvegekből készül. Ezek a jelzőlámpák biztosítják vasutak és autók útvonalán, nagyvárosok

1. táblázat

Év	Üveg megnevezése	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	PbO	Na ₂ O K ₂ D	Év
1922	Phillips (Holland)									
	Lámpabura	63,47	0,85	0,18	0,47	0,27	—	22,43	Különbség	1922
	Cs6	57,70	0,79	0,18	0,44	0,29	—	29,01	Különbség	
1922	Osram (Németország) ..	57,30	2,0	—	—	—	—	28,87	6,33 6,16	1922
1922	Zaprudnoi gyár									
	Bura (10. sz.)	71,15	0,85	0,23	5,36	0,36	—	5,60	Különbség	
	Cs6 (16. sz.)	67,86	1,02	0,12	5,83	0,31	—	9,10	Különbség	
1947	Moszkva (16. sz.)	69,59	—	—	3,94	—	—	10,20	10,59 5,09	1947
1952	Moszkva (BD-1)	69,4	—	—	5,50	3,5	5,0	—	12,50 4,10	1952

utcaín a veszélytelen közlekedést, valamint a tengeri és folyami hajózás biztonságát.

1932 előtt a szintelen és színes szemaforlencsákat az USA-ból importáltuk. A vasutak önműködő térközbiztosító hálózatának kiépítésével kapcsolatban sokszázezer szemaforlencsére volt szükség, sokmillió rubel értékben. Az importkényszer megszüntetése érdekében az üvegentézetben nagyarányú kutatómunka indult meg és a kísérleti üzemben kísérleti olvasztások folytak szintelen, narancsszínű és vörös szemaforlencse-üvegek előállítására.

A legnehezebb feladat a szelénrubin-üvegek összetételének kidolgozása volt. Ezt a feladatot is megoldották és 1932-ben a Malaja-visera-i gyárban megindult a szintelen és színes Fresnel-lencsék gyártása.

A technika számára igen fontos színszűrő sík-üveg, amely a színek látható és láthatatlan részében előre megadott fényáteresztőképességgel bír. Iparunk nagy mennyiségben tud gyártani ultrabolya áteresztő ablaküveget, amely felhasználható óvodák, kórházak, szanatóriumok, de lakóházak ablakainak beüvegezésére is. Ezeket az üvegeket át a helyiségbe a napsugaraknak az emberi egészségre hasznos ultrabolya része is bejut.

A szigetelő üveg különösen nagy jelentőségre tett szert a modern radartechnikában, mert az üveget elő tudjuk úgy állítani, hogy meghatározott elektromos és fizikai tulajdonságokkal bírjon. Rádióberendezések tervezésénél fontos, hogy az üvegnek igen kicsi legyen a dielektromos vesztesége. Ellenkező esetben az üvegburkolatok vagy alátétek az ultranagyfrekvenciák hatására túlmelegszenek és üzemzavarokat okozhatnak.

A rádiótechnikában elterjedten alkalmazzák a különböző fémüveg kötéseket. E célból nagyszámú különleges üvegösszetétel kidolgozására és kivizsgálására volt szükség. Az üvegyipari technika megoldotta azt a feladatot, hogyan lehet tartósan üveget fémekkel és különböző fémötvözetekkel kötni. Ezzel kapcsolatban sikerült szigorúan definiált termikus és elektromos tulajdonságú üvegeket előállítani.

Igen nagy nehézségeket okozott az üveg-fém kötések tartósságának biztosítása. Az olyan kötések, amelyek nullpont feletti hőmérsékleten üzembiztosak, a fagypontra alatta gyakran szétválnak az üveg és fém hőkiterjedési együtthatóinak alacsony hőmérsékleten mutatózó különbözősége, vagy a fém kristályszerkezetében alacsony hőmérsékleten bekövetkező változások miatt.

Ezen a téren érdekes vizsgálatokat végeztek és az eredményeket az ipar is hasznosítja.

Az üvegszálból készült szalagok és szövetek szintén elektromos szigetelés céljaira használatosak.

Az elektromos szigetelésre használt üvegszál alkálimentes legyen. Kémiai ellenállóképessége, éghetlensége és kis súlya az ilyen szigetelést pótolhatatlanná teszik a villamos gépgyártásban.

Az üvegszál lemezek alakjában hőszigetelésre is használatos. 500°-os hőmérsékletet is elbír. Csővezetékek és csatornák szigetelésére és fémszita-

szövet közé sajtoltva, a levegő por- és koromtalánítására használják.

A könnyűiparban mind gyakrabban használják az üvegszál újfajta textilszövetek és anyagok előállítására, más anyagokkal együtt is.

A Szovjetunióban éveken át folytak szerves anyagokhoz kötött üvegszálak szilárdsági vizsgálatai. A szervesetlen és szerves üvegek együttes felhasználása a jövő szempontjából igen biztató.

Az elektromos szigetelőanyagok csoportjába tartozik az ún. pikkelyüveg, amely teljes mértékben pótolja a kiváló szigetelő tulajdonságokkal bíró csillámot. Gyártásánál az egyes pikkelyek vastagsága döntő fontosságú; oly vékonyaknak kell lenniök, hogy könnyen deformálhatók legyenek és egész felületükkel egymáshoz tapadjanak. A pikkelyes táblaüveg készítéséhez használt pikkelyek vastagsága 1—5 mikron kell hogy legyen. A pikkelyes üvegbe fémhuzalok is beferraszthatók. Ez az üveg igen nagyjelentőségű a legújabb technika száma ága számára.

Üzemi laboratóriumokban, tudományos kutató- és tanintézetekben sok laboratóriumi és készülő-üveget használnak. A kémiai hatásoknak ellenálló és hőálló készüléküvegből csövek, kigyócsövek, rektifikáló oszlopok és más berendezések készülnek, melyek átlátszóságuk folytán lehetővé teszik a folyamatok közvetlen megfigyelését.

Még 1900-ban a párizsi világkiállításon a druzsnogorszki üvegyárat aranyéremmel tüntették ki a 23. számmal jelölt laboratóriumi üvegeért.

1930-ban az Üvegyipari Intézetben újfajta laboratóriumi üveget dolgoztak ki, amely kémiai és hőhatással szemben egyaránt ellenállóbb, mint a 23. sz. üveg. Ezt a 846. sz. alatt ismert üvegfajtát a druzsnogorszki és más üvegyárak készítik. Az elmúlt két évben kidolgozták a 29. sz. üveg összetételét, amelyet jelenleg már szintén gyártanak.

A hazai üvegyipar teljes mértékben elsajátította a kis alkálitartalmú, hő és vegyi hatásnak ellenálló horoszilikát üveg gyártását, amely minőség tekintetében semmivel se marad el az ismert pyrex-üveg mögött. Ebből az üvegből készül a hőálló konyhai edényzetserpenyők, fazekak, valamint kis- és nagyméretű csövek különböző műszaki célra.

Különleges helyet foglalnak el a modern technikában a kvarc- és kvarchoz hasonló tulajdonságú üvegek; melyeket kiváló hőállóságuk, mechanikai és kémiai behatásokkal szembeni ellenállóképességük, jó szigetelő tulajdonságaik jellemzik. Az átlátszó kvarc-üveg az ultrabolya sugarakat is átengedi. E sokféle kiváló tulajdonság a legkülönfélébb tudományos és technikai alkalmazást teszi lehetővé. Kvarc-üvegből készül a saválló edényzet. Az utóbbi időben tömbök is készülnek, amelyek üvegolvasztó kádkemencék és égők falazásához használatosak. A kvarc-üveg kiváló elektromos tulajdonságai biztosítják a széleskörű alkalmazásukat különféle elektromos szigetelők előállításánál.

Joggal állíthatjuk, hogy az üvegolvasztás technikájának fejlődésével (magasabb hőfokon végzett üvegolvasztás) a kvarc-üveg és különböző

válffajai — a kvarcszerű és kvarcoid üvegek — még szélesebb alkalmazásra fognak találni.

Jelentős sikereket ért el ebben a gyártási ágban hazánk legrégebbi gyára, a Lomonoszov-gyár, a kidolgozott üvegfajták teljesen egyenértékűek az ismert „vycor“-üveggel.

A moszkvai Mendelejev Kémiai Technológiai Főiskola laboratóriumában foglalkoztak magas SiO_2 -tartalmú porózus testek előállításával alacsony hőmérsékleten, eltérően a kvarc-üveg-porzugorítási módszerétől, amelyhez 1500° -os hőmérséklet szükséges.

Az új módszer lényege a következő. A keveréket kétféle üvegből: kvarc-üvegből (99,9% SiO_2 és különleges boroszilikát üvegből készítik. Mint az előzetes vizsgálatok során megállapítást nyert, a boroszilikát üveg különleges hőkezelés hatására két üveges fázisra esik szét, amelyek elegyet alkotnak, viszont kémiai összetételük és tulajdonságaik eltérők: az egyik fázis 95% SiO_2 -t és 5% egyéb oxidot tartalmaz, és savakkal szemben igen ellenálló; a másik fázis csak 10% SiO_2 -t és 90% egyéb oxidot tartalmaz, és savakban könnyen oldható. Ha ezt a szétesett üveget porrá őröljük és forró $1/2$ n sósavval főzzük, a kémiailag labilis fázis majdnem teljesen feloldódik és így eltávolítható. Ezzel a kezeléssel majdnem 97% SiO_2 -t tartalmazó üvegport kapunk. Igen fontos a boroszilikát üveg teljes szegregálódásához szükséges feltételek pontos beállítása.

Az eljárás kidolgozásához az üvegpör legfinomabb, szitálással még egyáltalán elkülöníthető frakcióit használtuk fel. A kétféle üvegpört különböző arányban gondosan elkevertük. A keveréket megnedvesítettük és ebből a pépből sajtolással korongokat és megfelelő alakú tárgyakat állítottunk elő.

Az így kapott vékony korongokat szobahőmérsékleten néhány napig szobahőfokon, majd szárítószekrényben fokozatosan teljesen szárítottuk, krétapéppel bekent kerámialapra helyeztük és elektromos kemencében hőkezeltük.

A hőkezelés során, mélyen kapcsolatban 12 különféle módszert tanulmányoztunk, a minták zsugorodnak, mégpedig úgy, hogy a könnyebben olvadó boroszilikát üveg összetapasztja a nehezebben olvadó kvarcszemcséket, és közben fellép a már említett fázis szétválás.

A hőkezelés után bekövetkező hirtelen hőmérsékletváltozás nem tette tönkre a mintákat, mivel érvényesült a kis hőtágulású kvarc-üveg víz befolyása.

A szinterelt mintákat sósavban főztük. A súlyvesztés az összsúly 11—18% (a kvarc- és boroszilikát üveg eredeti mennyiségi viszonyától függően), illetve a boroszilikát üveg súlyának 22—36% volt.

A porózus testek vízfelvevő képessége eredeti összetételüktől függetlenül 30% volt. Azok a minták, amelyek eredetileg sok boroszilikát üveget tartalmaztak, a legjobban zsugorodtak és vízfelvevő képességük a legkisebb volt; utóbbi azonban a kémiai kezelés után jelentősen megnövekedett; azok a minták, amelyek kevés boroszilikát üveget tartalmaztak, csak kevésbé zsugorodtak és

vízfelvevő képességük nagy volt; de a kémiai kezelés után ez már csak kevésbé növekedett.

A látszólagos porozitás 37%, a tényleges 45% volt. A minták javarészben nyitott pórusokat tartalmaztak, vagyis szűrés céljaira használhatók voltak.

A minták 96—98% SiO_2 -t tartalmaztak (az eredeti összetételtől függően), ami majdnem tiszta kvarc-üvegnek felel meg és ezért (a folyosav és foszforsav kivételével) igen nagymértékben ellenállnak különböző töménységű és hőmérsékletű savaknak. A magas SiO_2 -tartalom ugyanakkor nagy hőállóságot biztosít. A mintákat 1350° -ról hirtelen 18° -ra lehűtve semmiféle látható változást nem tapasztaltunk. Lágulási hőfokuk 1480° fölött van.

Ezzel a módszerrel sikerült magas SiO_2 -tartalmú porózus testeket előállítani fele olyan hőmérsékleten mint a szokásos eljárásnál, azaz 750° -on 1500° helyett.

Az üveg mechanikai szilárdságának fokozása és a védőüvegek előállítása szorosan összefügg a gépkoosi, majd a repülőgépgyártással.

A hazai ipar már a 20-as években elkezdte a Donyec-medence gyáraiban a többretegű szilánkmentes üvegek, valamint az edzett, nálunk sztalinit néven ismert biztonsági üvegek gyártását.

1942-ben új módszert vezettek be a Szovjetunióban az üveg edzésére, amellyel a mechanikai szilárdság fokozódott. Az edzett üvegek kiváló tulajdonsága, hogy töréskor nem képeznek éles, sérülést okozó szilánkokat, hanem nagyszámú apró részecskékre hullanak szét.

Az edzett üveget számos esetben szerves üveggel, vagy szerves anyagból készült közbelső rétegekkel kombinálják. Az ilyen többretegű üvegek különösen nagy mechanikai szilárdsággal rendelkeznek: ellenállók mindenféle kaliberű lövedékek szemben. Hőállóak és könnyen viselnek el 200° -os vagy ennél nagyobb, hirtelen hőmérsékletváltozásokat is.

Nagy érdeklődésre tarthat számot az izoterm formálás módszere, amely lehetővé teszi vastagfalú sajtoló tárgyak előállítását; e tárgyak felülete minden mechanikai megmunkálás nélkül is tükörsima és belső feszültségeik hőkezelés nélkül egyenletesek.

A jelenleg használt formálási eljárásokkal nem állíthatók elő pontos alakú tárgyak és azokban a feszültségek eloszlása nem egyenletes, aminek következtében a szabad levegőn lehűtött tárgy szétrepedezik. Ezért az üvegformálásnál rendszerint csak nyersgyártmányt állítanak elő, amely csak egy sor munka- és energiaigényes hűtési és mechanikai művelet (csiszolás, fényezés) elvégzése után válik késztermékké.

Olyan formálási eljárás felkutatására és kidolgozására volt tehát szükség, amely lehetővé teszi a gyártási idő lényeges megrövidítését és leegyszerűsítését a hűtési és megmunkálási fázisok kiküszöbölésével, és biztosítja a szükséges minőséget is.

Megállapítottuk, hogy a formálás folyamán fellépő nemkívánatos kísérőjelenségek oka a tár-

gyak belsejében mutatkozó egyenetlen hőmérsékleteloszlás.

Az üveg izoterm megmunkálásának lényege abból áll, hogy a tárgy minden rétegében (pontosabban az alapsikkal párhuzamos metszetekben) biztosítjuk az izoterm hőmérsékleteloszlást a külső és belső rétegek között elkerülhetetlenül fellépő hőmérsékleti gradiens mellett (a teljes kihülés pillanatáig). Ha ezzel az eljárással sík üveget (lap, lemez) állítunk elő, elérjük, hogy a teljes megszilárdulás pillanatáig az oldallapok képlékenyek maradnak, ami az egyenetles összehúzódás szempontjából kedvező körülmény; az ilyen összehúzódásnál ugyanis a határolófelületek fokozatosan és deformációmentesen közelednek egymáshoz.

Technikailag a formálandó tárgyban az izoterm hőmérsékleteloszlást, illetve a belső feszültségek kiegyenlítőddését izoterm formák és formázó eszközök (hengerek, asztalok stb.) alkalmazásával érik el.

Az izoterm formák és formázó tárgyak konstrukciós sajátosságai a következők:

1. A formálandó tárgy szélein a térfogat-egységre nagyobb hőátadási felület esik (az oldalfalak miatt), mint a tárgy belső részében. Ezért a fenéklapok, sajtolóbélyegek, hengerek stb. vastagsága a tárgyak szélei, sarkai felé közeledve a tárgy alakjának megfelelően csökken, mégpedig úgy számítva, hogy a hőelnyelő fém tömegét csökkentve ezeken a helyeken csökkentjük, illetve meglassítjuk a hőnek a tárgytól való elvezetését.

2. A forma egyes részeinek vagy magának az üvegtárgynak mesterséges melegítése vagy hűtése is lehetséges legyen.

3. A formában a hő egyenetlesebb eloszlását megfelelő helyeken alkalmazott hőszigeteléssel biztosítjuk.

4. Szükség esetén a forma különböző részeit különböző fizikai tulajdonságú (fajhő, hővezetőképesség stb.) anyagokból készítjük.

A forma egyes részeit tűzálló anyagokból (különleges acélfajták, kerámiák stb.) és megfelelően megmunkált felülettel kell kivitelezni.

Eredetileg az izoterm formázás kidolgozása és kísérleti kipróbálása üvegsempék préselésével kapcsolatosan történt. Később ezt a módszert más üvegtárgyak előállításánál is alkalmazták.

IV.

Az üveg — mint építőanyag — előtt nagy jövő áll. Az építészet eddig minden esetre csak kisebb mértékben alkalmazza, amit magas ára tesz indokolttá. Árának csökkenésével az üveg majd számos anyagot pótolni fog.

Az építészetben használt üvegek különböző színűek és hő- és ultraibolya sugarak számára átbocsátók vagy elnyelők lehetnek. Kémiai, mechanikai és hőhatásokkal szemben megfelelő ellenállóképességgel kell hogy bírjanak.

Szintelen üvegbe szoktak fémhálót beolvasztani: így készül az ún. drótüveg, amelyet jelenleg gépi úton hatalmas lapok formájában állítanak elő.

A szintelen üveget az építészetben üveges tárgyak, üvegtéglák és tömbök alakjában is felhasználják. Külön meg kell említenünk az utóbbi időben elterjedt sejtes üvegtömbök gyártását és felhasználását. E tömbök felülete recés és az építés által megkívánt módon szórják a fényt.

Színes üvegek előállításánál bő választékban használhatók fel a különböző közetek és ásványok szinte korlátlan mennyiségben rendelkezésre álló készletei. E változatos közetfajták óriási mennyiségekben, gyakran együtt egy helyen fordulnak elő, kitermelésük és feldolgozásuk nem nehéz és amellet nem költségesek. Szilárd meggyőződésünk, hogy ez a nyersanyag még nagy szerepet fog játszani az építészeti üvegyártás fejlődésében.

A közetekből és ásványokból előállított átlátszó színes üvegek sajtolhatók, fújhatók, önthetők, húzhatók és így tetszés szerinti alakú építőelemek előállítására alkalmasak. Az átlátszatlan színes üvegek nagymértékben felhasználhatók középületek díszítésére. Lehetséges pl. a falak és a mennyezet különböző színű üveglapokkal való burkolása, ami megfelelő világításnál a helyiségben megfelelő szín- és fényhatást eredményez. Az építőművészek és dekorátorok számára új lehetőségek adódnak épületek díszítésére, építészeti összehatás létesítése terén.

Az építészeti díszítőüveghez sorolják a különböző színű burkolólapokat és a falak stb. burkolására használt üvegsempéket is. A színes táblaiüveget nagyméretű ablakdíszek, pannók készítésére is használják.

Jelentős sikereket értek el a szobrászati üveggyártásának megszervezése terén és megmutatkoztott, milyen hatalmas lehetőségek nyíltak üvegből készült szobrok, építészeti díszítőelemek előállítására előtt.

Sajnálattal kell megállapítanunk, hogy a szmalték igen kis mennyiségben készülnek és kerülnek alkalmazásra. E színes átlátszatlan üvegfajták kis darabjaiból készülnek a mozaik-képek. Kiváló tudósunk, Lomonoszov részletesen tanulmányozta a mozaik-készítés technikáját és számos kiváló mozaik-képet és pannót alkotott. A moszkvai földalatti vasút állomásain a mozaikpannók azt bizonyítják, hogy újra életre kell kelteni a mozaikművészetet és széles körben alkalmaznunk kell városaink díszítésére. Az üvegszmalte évezredekig megmaradó idő- és színállósága pótolhatatlanná teszik köz- és történelmi emlékművek létesítésénél. Nincs még egy olyan anyag (a színes mázzal, üveggel borított kerámiát is beleértve), amely annyira időálló és tartós lenne, mint az üvegmozaik.

Az üveg felülete különféle módon készíthető ki mechanikai, kémiai, hő behatással vagy festéssel. Homokfúvó berendezéssel, megfelelő sablonokkal különböző művészi rácszatok, díszítőszalagok mély és magas domborművek állíthatók elő.

Többszínű építészeti díszítőelemek maratással is előállíthatók. Megfelelően irányított maratással homályos felületet kapnak, amely vékony fémrétegek, vékony irizáló hártványok és lüszterek rávitelével díszíthetők.

Az építészek előtt tág lehetőségek nyílnak a díszüveg felhasználására fémmel, kerámiával, díszkővel együtt a nagyszámú közületi és polgári építkezéseknél. Sokkal bátrabban és merészebben kell alkalmazni az üveget építészeti díszítő elemként.

Először a Szovjetunióban 1932-ben jelent meg közlemény egy új, üvegből készült építészeti szigetelőanyagról, a habüvegről, és 1939-ben a világon először nálunk állítottak elő ipari méretekbe habüveg-tömböket.

Számos hazai gyárunkban megindult a habüveg gyártása. Egyidejűleg a tömeggyártási módszerek kifejlesztésén, új tökéletesebb, a habüveg önköltségét csökkentő kemencék és berendezések kidolgozásán dolgoznak. A Szovjetunióban kidolgozott technológiai eljárás alapján azóta számos európai és amerikai gyárban kezdték meg a habüveg gyártását.

Alkalmazási területüktől függően háromféle habüveg-fajta használatos hőszigetelési, hangszigetelési és építészeti célokra. Mindegyik fajtának megvannak a maga szerkezeti és fizikai-kémiai sajátosságai.

A vízhatlan, zárt pórusú habüveg hőszigetelés céljaira használatos az építészethen és egyéb szigetelő munkáknál.

A nyitott pórusú habüveg, amelyet helyesebben szivacsos üvegnek nevezhetünk, rádióstudiók, koncerttermek hangszigetelésére használható és szűrőanyagként is alkalmazható. Nem gyúlékony és mikroflóra, mikrofauna tenyésztésére alkalmatlan közeg; térfogata nem változik, szemben a legtöbb szigetelőanyaggal, amelyek nedvességet szívnak magukba és duzzadnak, ami idővel a hővezetési tényező megváltozásához és a szigetelési tulajdonságok leromlásához vezet.

A moszkvai Mendelejev Kémiai-Technológiai Főiskolán 1951-ben új mikroporozus habüveget állítottak elő. Készítése a következő alapokon nyugszik.

A habüveg fizikai-kémiai tulajdonságait lényegében a következő adatok jellemzik: a térfog-

ategységben foglalt pórusok száma, e pórusok átmérője és szerkezetük (zárt vagy egymással közlekedő sejtek). Már korábban kimutattuk, hogy a pórusok méreteire és számára elsősorban a használt üvegpórus és a gázképzőanyag diszperzitásfoka a döntő, méghozzá a szokásos száraz bekeverési módszernél inkább az üvegpórus mint a habképzőanyagé, mert a gázképző anyag kis csomók alakjában oszlik el az üvegpórusban és megakadályozza a gázképző anyag finom őrlési fokának a tényleg hasznosítását. Ennek kiküszöbölésére bizonyos gázképző anyagok oldatait és vizes szuszpenzióját alkalmaztuk. Ez biztosította a gázképző anyag szükséges maximális diszperzitásfokát és aránylag kis mennyiségeinek (2—5%) egyenletes eloszlását az üvegpórusban.

Az üvegpórus diszperzitásfokát szedimentációs módszerrel határoztuk meg. Az üvegpórus java részét 8—10 mikronos szemcsékből állt.

A keveréket 700—775°-on zsugorítottuk. A szinterelés eredményeit a 2. táblázatban tüntettük fel.

Ezek alapján az üvegpórusnak a gázképző anyag oldatával való telítéséről és a zsugorodásnál bekövetkező pórusképződésről a következő képet alkothatjuk.

Nedves őrlésnél az üveg reagál a vízzel és az üvegszemcsék felületén kovasav-gél keletkezik a következő egyenlet szerint:



A kovasav-gél jól adszorbeálja a gázképző anyagot, a telített szódaoldatot. Ilyen körülmények között (magas oldat-koncentráció) lehetséges a szóda hidrolízise és kismennyiségű nátrium bikarbonát képződése. Ezenkívül a kovasav-gél vizet is adszorbeál.

Így tehát az üvegpórus és a telített szódaoldat elegyítésével a keverékben szóda, nátriumbikarbonát és víz szerepel mint gázképzőanyag. A kis mennyiségű víz és nátriumbikarbonát a zsugorítás kezdeti fázisaiban fejtik ki gázképző szerepü-

2. táblázat

Zsugorítás hőfoka, C°	Pórusátmérő	Térf.-súly, g/cm ³	Vízfelvevő-kép. súlysúlyszázalékban	Nyomószilárdság kg/cm ²
Szódaival készült habüveg tulajdonságai				
700	11,25—15,0 mikron	0,65	5,5	143,8
725	15,0 —18,0 mikron	0,55	15,0	96,0
750	18,0 —22,5 mikron	0,47	22,0	72,5
Koksszal készült habüveg tulajdonságai				
750	3,7—7,5 mikron	0,70	5,0	130,0
775	22,5 mikron	0,57	12,0	110,0
800	0,55—0,75 mm	0,45	17,0	70,0
825	1,25—1,50 mm ...	0,38	30,0	34,0
850	2,0 mm	0,33	40,0	—
875	3,0 mm	0,30	—	—
Krétaival készült habüveg tulajdonságai				
725	3,7 — 7,5 mikron .	0,55	8,0	100,0
750	7,5 —13,0 mikron .	0,33	130,0	38,0
775	0,60—0,75 mm	0,28	250,0	16,0
800	1,0 —1,5 mm	0,20	317,0	—
825	2,0 mm	0,18	269,0	—
850	2,5 —3 mm.....	0,15	202,0	—

ket, amikor a lágyuló üvegszemecskék között még gyenge a kapcsolat.

A zsugorításnak ebben a fázisában a felszabaduló vízgőz és szénsavgáz nyomásának folyamatos és fokozatos növekedése elősegíti egyenletes méretű pórusok képződését. Ezt követően, magasabb hőmérsékleten, az erős falakkal elválasztott sejtekben már a szóda bomlása következik be és a mikroporózus habüveg szerkezetének végleges kialakulása.

A szódaoldattal végzett nedves bekeverésnél kapott kielégítő eredmények alapján ezt a módszert a vízben oldhatatlan koks és kalciumkarbonát esetében is alkalmaztuk. A nedves bekeverésnél először is a hidrofób porok stabilis szuszpenzióinak előállítására volt szükség megfelelő elektrolitek (lúgok) hozzáadásával.

Együttes nedves őrléssel homogén koks- és krétatartalmú keverékeket állítottunk elő. Őrlés után a nedves keveréket a malomból leeresztettük, leszűrtük és kiszárítottuk. A koksot és a krétát tartalmazó keverékek zsugorodásának adatai a 2. táblázatban találhatók. E vizsgálat alapján az alábbi következtetéseket vontuk le.

1. Homogén, mikroporózus szerkezetű habüveg előállítására alkalmas módszer a habképző anyagok bekeverése, valódi oldat vagy vizes szuszpenzió alakjában az üvegporba, a gázképző anyag és az üveg együttes nedves összeőrlése útján.

2. A nedves őrlés hatására az üvegpor szemcséinek felületén kovasavgél képződik, amely a gázképző anyagot jól adszorbeálja.

3. Vizes koks- és krétaszuszpenziók felhasználásával készült keverék elkészítésénél a szuszpenziók stabilizálódása következik be az üveg részbeni kilúgozódása folytán a nedves őrlés közben.

4. A nedves őrlési eljárással előkészített habüveg pórus szerkezete — szódás habüvegnél zárt; koksossal készült habüvegnél zárt és részben közlekedő krétával készült habüvegnél közlekedő pórusok.

A mikroporózus habüveg újfajta technikai anyag, amely számos konstrukciós feladat megoldásánál igen nagy jelentőségű.

V.

Az üvegyártmányok előállításának legkorábbi módszereit és eljárásait jelenleg a hazai üvegyárak alkalmazzák.

Annak ellenére, hogy az üvegyártás technológiája egyike a legrégebbi eljárásoknak, amely több ezer éves múltra tekint vissza és magában Oroszországban is több mint 300 éves (1635-től), mégis 30 évvel ezelőtt ennek a technológiának még egyáltalán nem volt tudományos megalapozottsága.

Még 1923-ban Zschimmer a németországi Schott-cég tudományos tanácsadója könyvében az üvegyártás elméletéről a következőket írta: „Amikor a nyersanyagokból elkészített keverék a fazékba vagy a kád kemencébe kerül, elkezdődik a régi üvegtésző mesterek számára titokzatos és

mindmáig teljesen nem tisztázott folyamat, melynek során homogén üveglvadék képződik.“

A Szovjetunióban a harmincas évek során az Üvegyártási Intézetben vizsgálatok folytak az üvegtésző elméletével kapcsolatban. E vizsgálatok eredményeképpen kidolgozták és megalapozták a vékony rétegű üveglvasztás elméletét, amely a gyakorlatban 1935-ben került kipróbálásra.

Az üveglvasztás és kidolgozás módszereinek tudományos alapokon nyugvó teljesítményfokozása lehetővé tette 1936-ban 92 millió m² táblaüveg gyártását az 1935-ben készült 60 millió m²-rel szemben, új gyárak építése és a működő gyárak átalakítása nélkül. Az üvegyártási folyamatok hatásfokának növelésével a gyárak teljesítőképessége minden különösebb befektetés nélkül 50%-kal nőtt. E probléma megoldásához három, egymással összefüggő feladat megoldására volt szükség:

1. Az üveglvasztás sebességének és az olvasztott üveg mennyiségének megnövelése változatlan terület és kemenceterfogatok mellett.

2. Az üvegösszetétel megváltoztatása olyan értelemben, hogy az üveg könnyen olvadó legyen, az üvegtábla kialakulásának hőmérsékleti intervallumában viszkozitása magasabb legyen és kristályosodási hajlama nagymértékben csökkenjen.

3. Az üvegyártó berendezések gyorsított üzemeltetési feltételeinek megállapítása, a táblaüveg húzási sebességének növelése és ilyen körülmények mellett a normális hűtés biztosítása.

Az első feladatot először a világon országunk legnagyobb gyárában, a konsztantinovkai üvegyárban oldották meg a gyakorlatban a vékony rétegű olvasztás elméletének alkalmazásával.

A keverék időszakos beadagolása helyett, amely 1935-ben még nálunk is és külföldön az Egyesült Államok üvegyárait is beleértve egyetlen és általánosan elfogadott módszer volt, a konsztantinovkai üvegyár áttért a keverék folytonos adagolására, melynél a keverék vékony rétegben, apró kupacokban terült rá a megolvasztott üveg felszínére.

Vékony rétegben a keverék megolvasztása, amint azt a gyakorlat is igazolta, nagy sebességgel megy végbe, mivel a részecskék hátról „sugárzótest“ irányából kapják a hőt: felülről konvekció és sugárzás útján és alulról, a megolvasztott üvegből hővezetés útján.

A disszociáció gyorsan és könnyen megy végbe. A keverékből felszabaduló gáz könnyen távozik a kemence légterébe. A szilikátképződés folyamatai gyorsan lezajlanak és a keverék apró szemcséiben végbemenő endoterm reakcióhoz szükséges hőt a minden oldalról érvényesülő hőáramlás biztosítja. A meg nem olvadt részecskék nem juthatnak az olvadék belsejébe, mivel fajsúlyuk általában fele a megolvasztott üvegének. A tisztulási folyamatok is majdnem egyidejűleg érnek véget a szilikátképződés folyamataival.

Az Üvegyártási Intézetben az 1932—1934. években végzett előzetes kísérletek eredményeit a gyakorlat teljes mértékben igazolta. A vékony rétegű üveglvasztás elmélete általános elismerésre talált és 1936-ban a hazai üvegyárak áttértek erre a

módszerre. Később az európai és amerikai üvegyárak is bevezették a vékonyrétegű olvasztás módszerét. Az Üvegipari Intézetben további vizsgálatok folytak az olvasztás jobb kihasználással járó módszereinek kidolgozása terén; az új módszerek kidolgozásának alapját az alábbi elvek képezték:

1. Az üveg képződésének és tisztulásának folyamatait hatékonyabbá kell tenni.

2. Az üvegeképződés csak akkor tehető hatékonyabbá, ha a hőszűrő és hőelnyelő közeg, vagyis a kemencegázok és a keverék a legszorosabban érintkeznek egymással.

3. A kemencegázok és a keverék ilyen szoros érintkezése, a hőnek minden keverékreszecskevel való maximális közlése csak a lebegő állapotú keverék megolvasztásánál lehetséges.

4. A lebegő állapotú keverék megolvasztása mind vízszintes, illetve lejtős, mind függőleges kamrákban végezhető.

5. A lebegő állapotú olvasztás akkor lehetséges, ha a keverék nem válik széjjel külön rétegekké.

6. A tisztulási folyamatokat szintén hatékonyabbá kell tenni a gázzárványok mesterséges eltávolítása útján, illetve a megolvadt üvegben visszamaradó gázzárványok stabil egyensúlyi feltételeinek megállapítása útján.

7. A gázzárványok mesterséges eltávolítása a Stokes törvényen alapul, mely szerint folyékony közegben a gázzárványok távozásának sebessége fordítva arányos a közeg viszkozitásával és egyenesen arányos a buborék átmérőjének négyzetével.

8. A gázbuborékok méreteinek megnövelése mechanikai eszközökkel érhető el.

Az első elv megvalósításához azoknak a feltételeknek a megállapításához van szükség, amelyek mellett az aránylag nagy, kb. 10—12 m/sec sebességgel haladó kemencegázok áramába jutó keverék nem válik szét rétegekre. Ezt a feladatot eredményesen megoldottuk.

A második követelmény: olyan feltételek biztosítása, amelyek során az üvegeképződés gyorsan és lebegő állapotban következik be. Ennek a feladatnak a megoldását három irányban kíséreltük meg: *a)* tisztáztuk azt a kérdést, hogy milyen hőmérsékleten és milyen idő alatt alakulnak át a keverék részecskéi homogén, meg nem olvadt részeket nem tartalmazó üveggé; *b)* milyen aerodinamikai viszonyok fenntartása szükséges az olvasztókamrában ahhoz, hogy a keverék a teljes megolvadáshoz szükséges időn keresztül lebegő állapotban maradjon; *c)* milyen hőtechnikai viszonyok szükségesek a megfelelő hőmérsékleti és sebességi feltételek biztosítására.

A kitűzött feladat első részének megoldására laboratóriumi kísérleteket végeztünk, melyek során tanulmányoztuk a keverék üveggé átalakulásának kinetikáját. A művelethez szükséges idő és hőmérséklet meghatározása lehetővé tették az aerodinamikai és hőtechnikai folyamatok megtervezéséhez szükséges műszaki normák lefektetését is.

A feladat második részének megoldása legnehezebb, mivel a felvetett aerodinamikai problé-

mák nem egyszerűek. A végzett aerodinamikai számítások azonban igazolták azt a feltevést, hogy lehetséges olyan feltételek megteremtése, melyek során a kemencegázok és a lebegő keverék részecskéi a megadott és szükséges irányban fognak áramlani. Az elméleti számításokat hideg hidrodinamikai és aeromechanikai modellkísérletek eredményei is igazolták, a szükségesnek látszó korrekciókat pedig megkísérletek alapján eszközöltük.

Meghatároztuk és kísérletileg is ellenőriztük azokat az optimális feltételeket, amelyek mellett a keverék meghatározott ideig lebegő állapotban tartható. A kapott eredmények alapján kiszámítható az olvasztókád kapacitása, adott méretek, adott számú és méretű égő, valamint meghatározott üzemviszonyok esetén.

A legkönnyebbnek bizonyult a feladat harmadik, hőtechnikai része. A hőtechnika széleskörű tapasztalatai lehetővé tették a feladat — az olvasztókád megfelelő helyein megfelelő hőmérsékletek biztosítása — megoldását. Természetesen itt is arra kell törekednünk, hogy a berendezés aránylag kis térfogatú legyen a sugárzási veszteségek maximális csökkentése érdekében.

Fel kell használni mindazt az újat, amit a hőtechnika az utóbbi évek során a távozó meleg felhasználása, illetve maximális visszanyerése terén elért. Gondoskodni kell olyan kisebb befogadó képességű tárolótér létesítéséről is, amelyben okvetlenül befejezést nyerhet azon részecskék üvegesítése, amelyeknél ez lebegő állapotban nem történt meg.

A harmadik feltétel az üvegolvadék lehető leggyorsabb és teljes megtisztulásának biztosítása. Az üvegolvadék nagymennyiségű nagy és sokkal több kismértékű buborékot tartalmaz mint az eddigi üvegolvasztási módszereknél.

A tisztulás gyorsítását célzó különböző eljárások hatékonyságának tisztázására modellfolyadékokkal, glicerin és melasz keverékével kísérleteket végeztünk az Üvegipari Intézetben és tanulmányoztuk a buborékok mozgásának feltételeit különböző viszkozitás és különböző, a buborékok távozását elősegítő eszközök alkalmazásával. A távozást elősegítő mechanikai eszközök célja a kisebb buborékoknak nagyobb buborékokká való összetételése, amelyek tízszer, százszor gyorsabban emelkednek fel és hagyják el a folyadékot.

Modellkísérletekkel tisztáztuk a legmegfelelőbb módszert az üvegolvadék mesterséges tisztítására.

A hőtechnikai számítások azt bizonyítják, hogy egy tonna üvegolvadék előállításához mindössze 1000 Kal-ra van szükség, tehát a jelenleg érvényes normák 20%-ára. Az üvegolvasztás újszerű, új olvasztóberendezés formájában alkalmazott elvei kézzelfogható eredményekkel fognak járni az ipar számára.

Problémánk *második feladatát* új, alumínium-oxid-magnéziumoxid tartalmú ötkomponensű üveg (SiO_2 — Al_2O_3 — CaO — MgO — Na_2O) összetételének kidolgozásával oldottuk meg, az eddig használt belgaüveg helyett, melynek kémiai ellenállóképessége magas alkálitartalma és erős kristályosodási hajlama miatt nem volt kielégítő.

Évtizedek óta nem sikerült megszabadulni a táblaüveg legfőbb hibájától, a csikosságtól.

Ennek a hibának már sajátos terminológiája is létezik. Megkülönböztetnek kémiai, termikus és likvációs eredetű csikosságot. Egyes kutatók feltételezték, hogy a csikosság a keverék inhomogenitása és tökéletlen megolvadása folytán lép fel; mások viszont azt hitték, hogy a csikosságot a kádkemence üvegbetéteinek kioldódása okozza. Sokan azt gondolták, hogy a csikosság az üvegnek a rajta folytonosan áthaladó viszkózus üvegolvadék által okozott kopásának a következménye. Egyes kutatók szerint a csikosság termikus inhomogenitások megnyilvánulása, amelyek a gázzónában fennálló hőmérsékleti gradiensek következtében alakulnak ki az üveg belsejében. Ezzel kapcsolatban javasolták az üvegolvadék keverését az úszóban, a gázok keverését az üvegolvadék fölött stb. Egyesek javasolták a munkakád elektromos melegítését. Számos javaslatot a gyakorlatban is kipróbáltak, azonban pozitív eredményt nem sikerült elérni.

Az üveg csikosságára vonatkozó saját elképzeléseinket számos közleményben részletesen ismertettük. Egyik közleményünkben megjegyeztük, hogy „a fő követelmény, melyet az olvasztó és kidolgozó kádatok összekötő, az olvadt üveg kristályosodása szempontjából igen kedvező csatornák jelenlétét figyelembe véve, a Fourcault-üveggel szemben támasztanunk kell — az alacsony kristályosodási hajlam és sebesség a munkahőmérséklet intervallumában... Azok az összetételek, amelyeket a legtöbb gyár használ, ennek a következménynek nem felelnek meg...”

Az, amit egyesek kémiai inhomogenitásnak, mások meg termikusnak neveznek, véleményünk szerint olyan inhomogenitás, amely a kristályosodás kezdeti szakaszában a szerkezeti elemek átrendeződése következtében jön létre.

Bár az üvegben a kristályok még nem láthatók, már jelen vannak a kristálygócok (korszerű elképzelés szerint — a monokrisztallitek), ez a körülmény pedig inhomogén rétegeződést hoz létre, amely oda koncentrálódik, ahol legkedvezőbbek a kristályosodás feltételei.

Mivel a kristálygócok rendszerint könnyebben képződnek két fázis határán és növekedésük is a felületről kezdődik, a húzógép alatti térben az üvegolvadéknak sokkal inkább a felületi, sem mint belső rétegei inhomogének. Ezért a táblaüveg csikossága nem más, mint egy ráakódott felületi réteg, amely csiszolással könnyen eltávolítható.

Ha az üveg inhomogenitása kémiai vagy termikus eredetű volna, úgy a csikosság nem csak a tábla felületén mutatkozna. Az üveg vastagságában huzalos, inhomogén volna. A csikosság tehát az üvegolvadék strukturális eredetű inhomogenitása.

Az üvegolvadék kristályosodási hajlamát minden olyan esetben minimálisra kell csökkentenünk, amikor gépi kidolgozást alkalmazunk. Mindaz, amit az üvegolvadék viselkedéséről mondtunk, az összekötő csatornában érvényes arra az esetre is, ha az üveg az adagolóberendezésekben, a forgó

vagy álló tápmedencékben gyúlik össze. Ipari üvegek kidolgozásánál okvetlenül magas hőmérsékletű üzemviszonyokra van szükség, az üveg megakadását lehetővé tevő zsákok, sarkak jelenléte a kemencékben megengedhetetlen.

Az üvegek kristályosodásával kapcsolatos kutatások nagy erővel indultak meg a Szovjetunióban a 20-as években, amikor teljes mértékben beh bizonyosodott, hogy az ún. normálüveg nem alkalmas táblaüveg gyártására a Fourcault-féle módszerrel. A gépi kidolgozású üveg összetételét a belga Fourcault ajánlotta és változatlan alakban alkalmazták mindazok az üvegyárak, ahol a táblaüvegek gyártása Fourcault-gépekkel történt. Ez az összetétel: SiO_2 —73%, CaO —10,5% Na_2O —16,5%. Ezt az összetételű üveget azonban nem lehet 36 m/óránál nagyobb sebességgel húzni, mivel kristályos szferolitek keletkeznek, erős csikosság lép fel, raktározásnál pedig az üveg málik, összetapad és tönkremegy.

A 20-as években az üvegyárakat emiatt az a súlyos veszély fenyegette, hogy be kell szüntetni a táblaüveg gépi gyártását.

Az ipari ötkomponensű üvegek kristályosodási viszonyainak tanulmányozását a Szovjetunióban e cikk szerzője kezdte el 1926-ban. Erre vonatkozó vizsgálatai során foglalkozott az alumínium- és magnéziumoxidoknak a mésznátron-üvegek kristályosodási képességére gyakorolt befolyásával.

A további kutatások eredményei alapján sor került a timföldmagnézia-üveg kidolgozására, melynek gyártására nemsokára az ipar is áttért. Később a timföldmagnézia-üveget (SiO_2 — 71,5%; Al_2O_3 — 1,5—1,8%; CaO — 8,5%; MgO — 3,5%; Na_2O — 14,8%) az európai és amerikai táblaüvegyárak is gyártani kezdték és az utóbbi 15 év alatt általában elismerésre tett szert. Ez az üvegfajta a megfelelő használati tulajdonságokkal rendelkezik: kémiai ellenállóképessége nagy és kristályosodási hajlama a többi üvegfajtaéhoz képest minimális.

A Szovjetunióban saját módszereket dolgoztak ki az üveg kristályosodási képességének meghatározására. A tömegben végzett kristályosítás módszerét a moszkvai kémiai-technológiai főiskola üvegipari tanszékén, az Üvegipari Intézetben és egyes gyári laboratóriumokban alkalmazzák. Az üveg kristályosodási képességének tanulmányozásával egyidejűleg a keletkezett kristályok természetét is vizsgálják. A szokásos ipari üvegekben a leggyakrabban a tridimit, krisztbalit, wollastonit, diopszid, devitrit stb. fordulnak elő.

Az e téren végzett nagyszámú vizsgálatok nagymértékben fokozták az ipari petrográfia jelentőségét és nagy segítséget nyújtottak az egész üvegiparnak. Az e téren végzett közettani vizsgálatok és a kövek keletkezésének elemzése immár klasszikusnak mondhatók.

A hazai timföldmagnézia-üveg gyártásának megindulásával lehetségessé vált a táblaüveg gépi húzásának sebességét óránként 65—120 folyóméterre emelni, megszűnt az üveg kristályosodása, a kémiai ellenállóképesség fokozódott, az első

osztályú minőség mennyisége nagymértékben megnövekedett.

Így tehát ennek a feladatnak a megoldása lehetővé tette hazai üvegyáraink számára annak a többlet üvegmennyiségnek feldolgozását változatlan gépparkkal, melyet a vékony rétegű olvasztás módszerére áttérő olvasztókemencék szolgáltattak.

A *harmadik feladatot* lényegében a gyárak oldották meg. A tudományos dolgozók az üzemi újtókkal karöltve kidolgozták és bevezették a táblaüveg gyors, majd nagysebességű húzásának módszerét.

VI.

A Szovjetunió Legfelső Tanácsa ötödik ülészakának, a SzKP Központi Bizottsága szeptemberi plenáris ülésének határozatai, a kormánynek 1953-ban a mezőgazdaság továbbfejlesztésére, a közfogyasztási cikkekre és a szovjet kereskedelemre vonatkozó rendeletei az üvegyipar elé új feladatokat állítanak.

A műszaki és ipari dolgozókra az a feladat vár, hogy jelentősen fokozzák a közfogyasztásra és a polgári építkezésekre szánt üveg gyártását.

Sokkal nagyobb ütemben kell fejleszteni a tükörüveg és a tükrök gyártását, a minőségi edényzet, a kristályüveg, a konzervipari és háztartási edényzet gyártását.

A kitűzött feladatok megoldására meg van minden tudományos és műszaki feltétel.

A fényezett táblaüveg gyártása országunkban nagymértékben elmaradt a többi üvegfajták gyártása mögött. A kézi gyártással készült tükörüveg mennyisége nem volt elegendő az építészeti egyre növekvő szükségleteinek fedezésére és ezért kényszerűségből közönséges ablaküveget kellett használni tükörüveg helyett.

A fényezett üveg gyártásának megszervezése és felfejlesztése, amelyre nemcsak az építőiparnak van szüksége, az üvegyipar egyik igen fontos feladata. Ezt a tényt az ötödik ötéves terv irányelvei is lerögzítik, amelyek szerint a fényezett üveg gyártását az ötéves terv végéig négyszeresére kell növelni. Ilyen fejlődés azonban csak a gyártási folyamatok gépesítése és automatizálása segítségével valósítható meg.

A Szovjetunióban már elkezdtek a fényezett táblaüveg gyártására szolgáló teljesen gépesített automatikus szállítószalaggal felszerelt berendezések bevezetését.

A gyártás méreteinek jellemzésére álljanak itt a következő adatok. Az üveg hengerlése és hűtése folytonos üzemben történik. Igen bonyolult és pontos szerkezet az automatikus szállítószalag, amelyen folytonos üzemben történik a táblaüveg csiszolása és fényezése.

Mindegyik szalag automatikus működését 165 darab 0,1—65 kW teljesítményű villanymotor biztosítja. Az automatikus üzemeltetés 300 elektromos műszerrel és készülékkel történik. A berendezés összenergiafelvétele 2500 kW, összsúlya 2200 tonna.

A gyártott üveg minősége kiváló.

A szalagos berendezések tervezésénél, kivitelezésénél, szerelésénél és üzemeltetésénél szerzett tapasztalatok biztosítják országunkban a kiváló minőségű fényezett táblaüveg gyártásának további fejlődését, amelyre nemcsak az építőiparban, hanem a modern technika számos más ágában is nagy szükség van.

Bár az üvegyiparban jelentős szervezési és műszaki rendszabályok valósultak meg az üvegolvasztó-kemencék rekonstrukciója, a villamos kemencékben olvasztott tűzálló anyagok gyártásának megindítása, a keverék beadagolásának automatizálása és az üveg minőségének emelése terén, mégis a tábla- és tükörüveg gyártásának teljes mechanizálása és automatizálása érdekében még sok a tennivaló.

Jelenleg biztosítva vannak azok a tudományos és műszaki előfeltételek, amelyek ennek a gyártási ágának a legmagasabb műszaki színvonalra való emeléséhez szükségesek. A tábla- és tükörüveg gyártásához szükséges teljesen automatikusan működő gyárak megtervezése, rekonstrukciója és a gyártás bevezetése, a kézi munka és a munkaigényes folyamatok teljes kiküszöbölésével: ez a jelen időszak reális feladata.

A tábla- és tükörüveg gyártásának nagyarányú fejlesztését biztosítandó egyidejűleg gondoskodnunk kell a megfelelő nyersanyagbázisról, az üvegyipari segédanyagok, az üvegyártó-berendezések gyártásának továbbfejlesztéséről.

Körülbelül azonos feladatokat kell megoldani a minőségi üvegek, a kristályüveg gyártásának nagyarányú fokozása terén.

A jelenleg minőségi, ill. kristályüveget gyártó üzemek még maximális kibővítésük esetén sem képesek kielégíteni az állandóan növekvő szükségletet. Igen nagy szükség van néhány teljesen mechanizált, minőségi üveg gyártására berendezett nagyüzemre az ország különböző részeiben. Az üzemi dolgozóknak, mérnököknek és tudósoknak meg kell vizsgálni azokat a gyakorlatban is bevált lehetőségeket, amelyek módot nyújtanának ivópotharak, kispoharak stb. gyártására a villanylámpabúra-gyártó automatákhoz hasonló nagyteljesítményű berendezéseken.

Szükség van két-három kristály- és művészeti üveget készítő gyárra, és ide kell összpontosítani a legjobb üveggészítő mestereket, szobrászokat, művészeket és üveggészítő technológusokat. Csakis az építészek és technológusok összefogásával oldható meg ez a feladat rövid időn belül. Egyidejűleg újra meg kell indítani és továbbfejleszteni a művészeti üveggel foglalkozó szakemberek képzését és művészeti és díszüveggel foglalkozó laboratóriumokat kell létesíteni.

Nagymértékben fokozni kell a konzervipari edényzet gyártását és e célra új, mechanizált automatikus gyárakat kell építeni.

A kormány által a mezőgazdaság és a közszükségleti cikkek gyártásának továbbfejlesztése érdekében tervbe vett intézkedések a legközelebbi ötéves terven belül mindenfajta üvegyipar gyártásának nagymértékű fejlesztését teszik szükségessé. Ha a tükörüveg-gyártásnak egyetlen ötéves terv

idejére tervbe vett négyszeres növekedését tartjuk szem előtt, úgy joggal tételezhető fel, hogy 15—20 év múlva a Szovjetunióban a gyártott üveg mennyisége tonnában az 1954-ben gyártott mennyiség többszörösét is elérheti.

Az üvegyipar ilyen arányú fejlődésének biztosítására kellő időben gondoskodni kell a megfelelő nyersanyag, tűzállóanyag és gépgyártási kapacitás biztosításáról. Megfelelően előkészített anyagbázis

nélkül az üveg tömeggyártásának kifejlesztése nehéz és bonyolult feladatnak bizonyulhat.

A tudósok és konstruktőrök előtt szintén új feladatok állnak az üvegyártás technológiájának revíziójával kapcsolatban; olyan új gépek és berendezések létrehozására van szükség, amelyek minimális energiafogyasztás mellett jóminőségű és olcsó üveg maximális mennyiségben történő gyártását biztosítanák.

Az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciája

A Magyar Tudományos Akadémia Építőanyagtudományi Főbizottsága és az Építőanyagipari Tudományos Egyesület 1954. december 11-én tartotta meg az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciáját.

A Konferencia elvi célkitűzése az volt, hogy az építőanyagipari kutatók megismerjék egymás eredményeit, tapasztalataikat közöljék az ipar szakembereivel és kérjék ki az ipari szakemberek véleményét a kutatások eredményességének fokozására.

A Konferencia Elnökségében a következők foglaltak helyet: Lux László miniszterhelyettes, Valkó Endre, a MTESZ főtitkára, Korach Mór dr., az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet igazgatója, Hevesi Gyula akadémikus, Rudnai Gyula, az Építéstudományi Intézet igazgatója és Sebestyén Gyula, az É. M. Műszaki főosztályának vezetője.

A Konferencián megjelent Osztrovszky György akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára, a MTESZ elnöke.

Lux László Miniszterhelyettes, a Konferencia megnyitása alkalmából beszédet mondott, melyben ismertette a Konferencia célkitűzéseit és az építőanyagipari kutatók feladatait az új szakasz politikájával kapcsolatban. Értékelte az építőanyagipari kutatók által 1954. évben elért eredményeket és kiemelte azoknak a kutatásoknak jelentőségét, melyek közvetlen ipari alkalmazással és hasznosítással jártak.

A Konferencia általános ülésének első előadója Korach Mór, a műszaki tudományok doktora volt, aki az építőanyagipari kutatás jelentőségéről és módszereinek fejlesztéséről tartott előadást. Korach Mór előadását az „Építőanyag” teljes terjedelemben közli.

Az előadáshoz a Közlekedésügyi Minisztérium képviselőjében Szabó János főosztályvezető szolt hozzá, aki kiemelte a cementkutatások és szabványvizsgálatok jelentőségét a mélyépítés terén.

Az általános ülés következő előadója Vándor József, a kémiai tudományok doktora volt. Előadásában ismertette a hatványtörvények jelentőségét a technológiai folyamatok törvényszerűségeinek felismerésében és a tervezési munkában. A hatványtörvények gyakorlati alkalmazásával a kutatók számos olyan problémát sikeresen tudnak megoldani, melyek eddig csak próbálgatások tárgyát képezték.

Az általános ülések utolsó előadója Takáts Tibor, a szilikátok gyorsanalitikai módszereinek fejlesztéséről tartott előadást. Megemlítette, hogy a gyorsfeltárások, a kovasav titrimetrikus meghatározása és a komplexonometriás eljárások alkalmazásával a szilikátipari nyersanyagok és késztermékek elemzési időtartama jelentős mértékben csökken. Előadásának teljes szövegét az „Építőanyag” 1954. évi 11. sz. közölte. Az előadást élénk vita követte, melynek tárgya az eljárások felfedezésének prioritási kérdése volt.

A délutáni előadások három szakosztály keretében folytak le.

A *kötőanyag szakosztály* első előadója Rudnai Gyula, az Építéstudományi Intézet igazgatója volt. Előadásában az építési anyagok könnyítésének főbb módszereiről, a minőség fokozásának lehetőségeiről, a makropórusos, mikropórusos és könnyű adalékanyagok előállításának helyzetéről beszélt. *Gáspár Géza*, az ÉTI tudom. o. vez. a cementek szabványos vizsgálatainak eredményeiről, a friss és megszilárdult beton tulajdonságai közötti összefüggésről, cementmegtakarítási kísérletekről, az egyes hazai cementfajták gyorsított szilárdításának kérdéséről beszélt. *Bereczky Endre* professzor, magyar gipsz- és anhidritelőfordulásokról, az anhidritek különböző modifikációjának tulajdonságairól, a beta-anhidrit vízfelvétele és ennek befolyásolása különféle katalizátorokkal, valamint az anhidrit-cementgyártás perspektívájáról tartott előadást. *Talabér József*, a cementipar főmérnöke, — a bauxitcementgyártás hazai előzményeiről, alumínátcementek főbb gyártási és felhasználási tulajdonságairól, többéves kísérleti eredményekről, az alumínátcementek felhasználásának perspektívájáról számolt be.

A *kerámiai szakosztály* elsőnek dr. *Albert János* ÉKKI tudom. o. vez. előadását hallgatta meg, mely a száradásnál érzékeny és érzéketlen anyagok és a száradási érzékenység jellemzéséről, az agyagok ásványi felépítése, kémiai és fizikai összetétele és a száradási érzékenység közötti összefüggésekre vonatkozó vizsgálatokról, a száradási érzékenység csökkentésének lehetőségeiről szolt. *Sasvári György* főmérnök (Iparterv) a szárítás és műszárítás fizikai alapelveiről, a kísérleti kamrák szerkezetéről, szárítási kísérletek eredményeiről Grum—Gzsimailo-rendszerű invert kísérleti kamrákban, valamint a Keller

és Koterba-rendszerű kamrákban végzendő kísérletek előkészítéséről és kilátásairól beszélt. *Mattyasovszky Zs. László* fóm. É. M. és *György István* ÉKKI tud. o. vez. előadásukban ismertették a talkumok főbb tulajdonságait, a talkumok finomszerkezetére és szemcsemegoszlására vonatkozó vizsgálatokat, valamint a nagyfrekvenciás masszaoösszetételek, az előkészítés, formázás és égetés technológiáját. *Grofcsik János* prof. és *Toronyi Béla* tudom. munkat. (NEVIKI) beszámoltak a mullitképződés terén elért újabb kutatási eredményekről. A külön és együttesen kicsapott, megfelelő arányú kovasav és timföld gélkeverékek előállítására, kiizzítása, valamint az alumíniumszilikátok képződési körülményeiről.

Az *üvegszakosztályi* előadások keretében *Lőcsei Béla* tudom. o. vez. (ÉKKI) a szulfátvíz-üveg előállításának technológiájáról, az optimális szilikátmodulus meghatározására vonatkozó vizsgálatokról, üvegolvadék előállítása és a szulfátvízüveg alkalmazási körülményeiről, az olvasztási idők összehasonlításáról az új gyártástechnológia értékelése szempontjából, számolt be. *Dr. Knapp Oszkár*, HIKI tudom. munkatársa, üvegek viszkozitásának méréséről rotációs eljárással, a mérés pontosságáról és a műszer hitelesítéséről, buraüveg, ólomüveg és mész-magnéziaüveg viszkozitásának méréséről, a viszkozitási görbék értékeléséről számolt be. *Vissy László*, ÉKKI tudom. munkatársa előadásában az öntött üvegolvasztó kádkövek legfontosabb tulajdonságairól, az ivfénykemencék és azok üzeméről, a hazai nyersanyagok alkalmazhatóságáról, az öntött kövek szerkezeti tulajdonságairól és felhasználási eredményeiről számolt be. *Dr. Korányi György* ÉKKI igazgató-h. az üvegek szakítószilárdságáról, szakítási vizsgálatokról különleges próbatesteken, valamint anyagjellemző megadásának előfeltételeiről a szakítószilárdság szempontjából, számolt be.

Valamennyi előadást élénk vita követett. A vita során felszólaltak az építőanyagipari, ásványtani és szilikátkémiai kutatók, valamint az építőanyagipar legkiválóbb üzemi technológiai szakemberei. A viták igen eredményesen szolgálták a kutatás és az üzemi megvalósítás ügyét.

A Konferencia rendezősége megtárgyalta a Konferencia eredményeit és megállapította, hogy lényeges fejlődés mutatkozott az előző évben megtartott Konferenciával szemben. Különösen eredményes volt az, hogy a kutatók rövid előadások keretében konkrét kutatási eredményekről számoltak be, sőt egyes esetekben le nem zárt kutatások vitás kérdéseit tárták a nyilvánosság elé. Az érdeklődés a Konferencia iránt is jelentős mértékben megnőtt; az általános előadásokon több mint 250 résztvevő élénk érdeklődést mutatott, a szakosztályi üléseket pedig összesen mintegy 170 érdeklődő hallgatta végig.

A Konferencia rendezősége a következő határozatot hozta:

1. A Konferencián elhangzottakból megállapítható, hogy az I. Konferencia óta eltelt időben az építőanyagipari kutatás hatalmas fejlődést ért el. Az egyes kutatók konkrét kísérleti eredményekről számoltak be és egyes eredmények már ipari alkalmazást is nyertek.

2. Az elmúlt évben az építőanyagipari kutatók munkamódszereiket fejlesztették és néhány, nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményt értek el.

3. A Konferencián elhangzottakból megállapítható azonban a hazai szilikátipari kutatás néhány hiányossága is. A kutatók és az ipari termelés közötti kapcsolatok nem eléggé szilárdak azért, mert a kutatók nem tudnak közvetlen segítséget nyújtani az üzemek számára. Ennek oka legfőképpen az, hogy a kutatók nem rendelkeznek megfelelő félüzemi vagy nagylaboratóriumi kísérleti berendezésekkel, az üzemek viszont kísérletezésre a tervteljesítés veszélyeztetése nélkül nem tudnak kellő lehetőséget biztosítani.

A kapcsolatok hiányossága másrészt abban is keresendő, hogy az üzemek nem veszik igénybe a kutatószervek segítségét, a kutatási eredmények pedig nem törekednek arra, hogy tevékenységükkel elősegítsék az ipar közvetlen és súlyos problémáinak megoldását.

A hazai szilikátipari kutatás hiányosságának tekinthető az is, hogy a Konferencián elhangzott beszámolók szerinti témák közül nem mindegyik jelenti egyben az építőanyagipar legsürgősebb kutatásokat igénylő problémáit.

4. A hiányosságok kiküszöbölése céljából szükséges, hogy a szilikátipari kutatás 1955. évi munkaterve az iparral való szorosabb kapcsolatot valósítsa meg és vegye tervbe a legfontosabb üzemi problémák megoldását. A kutatók foglalkozzanak a szilikátipari termékek önköltségének, energiaszükségletének csökkentésével, minőségének emelési kérdéseivel. Dolgozzanak ki új szilikátipari termékeket az építkezések önköltségcsökkentése és a népgazdasági szükségletek nagyobb mértékű kielégítése céljából.

5. Az érdekelt államigazgatási szervek gondoskodjanak arról, hogy a szilikátipari kutatás színvonala emeléséhez szükséges anyagi eszközöket a kutatási intézmények kívánságainak megfelelően, a kutatók rendelkezésére bocsássák. Szüntessék meg azt a helyzetet, hogy a kutatást bürokratikus rendszabályok korlátozzák és vegyék revízió alá a kutatás pénzügyi alátámasztásának jelenlegi rendszerét.

6. Az 1955. évi Építőanyagipari Kutatók III. Konferenciáján a kutatók elsősorban arról számoljanak be, hogy milyen segítséget nyújtott a kutatás az ipar számára. Erre a Konferenciára tapasztalatcsere céljából meghivandók a Szovjetunió és a népi demokratikus országok hasonló szakterületen működő legkiválóbb kutatói.

7. A Konferencia felhívja az illetékesek figyelmét arra, hogy egyes kötőanyagok szabvány szerinti minőségvizsgálati módszerei nem nyújtanak kellő biztosítékot a minőség folyamatos emelésére. Javasolja, hogy a Szabványügyi Hivatal az építési tárccal együttműködve vizsgálja felül az érvényben lévő cementszabványok korszerűségét.

Az Országos Műszaki Könyvtár 1. sz. fiókkönyvtára a MTESZ Rudas László-utcai székházának első emeletéről leköltözött a földszintre. A fiókkönyvtár kibővítette anyagát az összes műszaki egyetemi tankönyvekkel, a Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványaival, a legújabb magyar, szovjet és népi demokratikus, valamint haladó nyugati szerzők könyveivel. Rendszeresen bővül az OMK-figyelőszolgálat is. A jól felszerelt fiókkönyvtár olvasóinak nyugodt tanulási és kutatási lehetőséget biztosít.

Látogassa
az Országos Műszaki Könyvtár
fiókkönyvtárát
Budapest, VI., Rudas László-u. 45.

Faint, illegible text within a rectangular border.

Faint, illegible text within a rectangular border.