

ÉPÍTŐANYAG

CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR



1-2. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

★

Főszerkesztő :

dr. Korach Mór

★

Felelős szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság :

Baritz Árpád

Beke Béla

Erdély Imre

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

dr. Déri Márta

★

Szerkesztőség :

Budapest, V., Honvéd u. 22

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon : 124-438

★

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

★

Felelős kiadó :

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
Dr. Albert János: Kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok	1
Juhász Zoltán: A szegilongi samottkaolin előkészítési (nemesítési) kísérletei	17
Konczné, dr. Déri Márta: Titánoxid-egyenirányítók	28
Árkosi Klára és Barna János: Hazai kaolinok elektronmikroszkópos vizsgálata	32
Dr. Takács Tibor—Kiss Lajos: A bombolyi kaolimbányák anyagának vizsgálata	34
Bodó László: Feszített vasbetonszerkezetek gazdaságossága	47
Kertész Pál: Vulkáni tufa mérnökgeológiai feltárása Andornaktá- lyán és Nógrádverőcén	59

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Др. Янош Алберт: Перлитовые теплоизоляционные материалы керамического связывания	1
Золтан Йухас: Испытания подготовки (облагораживания) сегилонг- ского шамотного каолина	17
Концне: Детекторы окиси титана	28
Клара Аркоши и Янош Барна: Электронномикроскопическое исследование отечественных каолинов	32
Др. Тибор Такач—Лайош Киши: Исследование материала бом- бойских каолиновых карьеров	34
Ласло Бодо: Экономичность напряженных железобетонных кон- струкций	47
Пал Кертес: Инженерно-геологическая разведка вулканического туфа в гг. Андорнактáйа и Ноградвероце	59

I N H A L T

	Seite
Dr. János Albert: Der keramischgebundene, wärmeisolierende Perlit ..	1
Zoltán Juhász: Versuche über die Aufbreitung des Schamottekaolins aus Szegilong	17
Konczné dr. Déri Márta: Titanoxid-Gleichrichter	28
Klára Árkosi und János Barna: Die elektronmikroskopische Unter- suchung der ungarischen Kaoline	32
Dr. Tibor Takács und Lajos Kiss: Die Zusammensetzung der Kaolin- vorkommen in Bomboly	34
László Bodó: Die Wirtschaftlichkeit der gespannten Eisenbeton- konstruktionen	47
Pál Kertész: Die technisch-geologische Aufschliessung der vulkani- schen Tuffsteine in Andornaktálya und Nógrádverőce	59

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

„ÉPÍTŐANYAG”

C. FOLYÓIRAT

1958. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓJA

BUDAPEST, 1958.

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal		Oldal
1—2. szám		Tamás Ferenc: Ferromágneses kerámiai anyagok, különös tekintettel a kerámikus permanens mágnesekre	135
<i>Korach Mór:</i> Az égetés hőgazdasága az alagút-kemencében.....	1	<i>Dr. Viliam Figus:</i> A könnyűbeton kutatásának és előállításának állása Csehszlovákiában	143
<i>Egerváry Jenő:</i> Nyugvó hőforrás által mozgó testben előidézett stacionárius hőmérsékleteloszlás meghatározása	5	<i>Prof. dr. Serban Solacolu:</i> Új felismerések a granulált kohósalakok hidraulikus tulajdonságai terén	149
<i>Dr. Milan Matousek:</i> A kazánsalakbeton aktiválása nedves őrlés útján	12	<i>Lázár Jenő:</i> Magyar népi „bucchero” kerámia ...	154
<i>Prof. dr. ing. Nádason:</i> Hengerlési eljárással előállított cementhabarcstéglákkal nyert tapasztalatok	16	<i>Dr. Knapp Oszkár:</i> Új üvegtípusok és üvegtermékek	165
<i>Kunszt György:</i> A bauxit mint sugárvédő betonadalek	23	<i>Osutor János:</i> A betonacél-feldolgozás módszereinek fejlesztési lehetőségei vasbetonelemgyárakban	171
<i>Dr. Boros Jánosné—dr. Takáts Tibor:</i> Üvegkeverékek összetételének gyors meghatározása.	28	Építőipar anyagok szabványainak gyűjteménye ..	176
<i>Ozorai Gyula:</i> Munkatávírányító berendezések fejlesztése a magyar kőbányászatban	38	Lapszemle	177
Szilikátipari kutatók IV. konferenciája	53		
A magyar szilikátipar nesztorja	54	6. szám	
<i>Adonyi Zoltán—Szebényi Imre:</i> Pakura tárolására használt vasbeton tartály korróziójáról ...	54	<i>G. Geisler:</i> Homok felhasználása szilikakő előállításánál	181
<i>Adonyi Zoltán—Gärtner László:</i> Megfigyelések vasbeton vibrálásánál	56	<i>K. Fedelinski:</i> A leszítáló-görgőjárattal szerzett új üzemi tapasztalatok	184
Lapszemle	57	<i>Dr. Albert János:</i> Anyagkavics- és perlitbetonok előállításának alapelvei és anyagtulajdonságai	186
3. szám		<i>Dolezsai Károly:</i> Fehércement	197
<i>P. P. Budnyikov:</i> A kalciumsulfát szerepe a hidraulikus kötőanyagok szilárdulásában.....	61	<i>Kirchknopf István:</i> Az égetőszén és a csigaprés kihatása anyagtéglaiparunkra	213
<i>Lurje Ju. Sz.:</i> Forgókemenceköpeny zsugorítóövezetének hűtése	67	<i>Vachek J.:</i> Gyorsított szárítás alagútszáritókban	218
<i>N. V. Iljina:</i> A krómmagnezit tűzállóanyag kopási folyamatai a cementipari forgókemencékben	78	<i>M. Gregor—L. Hives:</i> A cement-aknakemencéből kikerülő szállapor összetételéről, különös figyelemmel annak káliumtartalmára	220
<i>Lungu N. Stelian és Popescu-Has Dumitru:</i> Az üveghől nyert porcelán készítésének elméleti alapjai	86	Új építőanyagok	227
<i>György László:</i> Kádkövek átvilágítása Co ⁶⁰ -as preparátummal	90	Lapszemle	228
<i>Rosta István:</i> A tükörkészítés helyzete Magyarországon	95	7. szám	
Beszámoló az 1957. június 5—8. között megrendezett párizsi kerámiai kongresszusról	100	<i>Grofcsik János—Tamás Ferenc:</i> Fázisegyensúlyi tanulmányok porcelán ásványi összetételének megállapítására	233
A drezdai kerámiai konferencia	104	<i>Dr. Knapp Oszkár:</i> Ipari üvegek kristályosodási viszonyainak vizsgálata	239
Lapszemle	106	<i>Nemecz Ernő:</i> A szilícium-dioxid módosulatai ...	250
4—5. szám		<i>Pawlovska Hanna:</i> Minőségi és mennyiségi spektrográfiai üvegvizsgálat	254
<i>Martin Hübscher:</i> Ilabüveg, annak előállítása és felhasználása	110	<i>Dr. Soltész Gáspár—Hámori György:</i> Adatok a salakbeton-kérdéshez	258
<i>Dr. K. Kühne:</i> Az üvegtulajdonoságok törvényszerűségének megállapítása az üveg összetételének függvényében	113	Lapszemle	267
<i>R. Dallendörfer:</i> Kerámiai anyagok fény- és elektronmikroszkopikus felületvizsgálatai	118	Pályázati felhívás	272
<i>Wiesław Kurdowski:</i> Trialkalciumszilikát képződése alacsony hőmérsékleten kalciumklorid és kalciumsulfát jelenlétében	125	8. szám	
<i>Dr. Sümeghy Veronika:</i> A kerámia iparművészete	129	<i>Lázár Jenő:</i> A keménykőbányászati mélyfúrások	273
		<i>Tasnádiné, Marik Klára:</i> Az üveg művészete és a művészi üvegipar	277
		<i>Dr. Reichard Ernő:</i> Könnyűbetonok	283

	Oldal		Oldal
A bukaresti építőanyagipari konferencia ismertetése	298	<i>Kelen Tibor—Fux Lajos:</i> Az üvegyártás fajsúly-méréssel történő ellenőrzésénél szerzett tapasztalatok	366
Új építőanyagok	304	<i>Móricz Imre:</i> Korszerű perembeégető gépek ...	370
Lapszemle	306	<i>Moser Miklós:</i> Keménység és keménységmérés a csiszolókorongiparban	372
9. szám		<i>Felek Béla:</i> A hazai finomkerámiaipar égetőtörök problémái	377
<i>Dr. Albert János:</i> A belga tégl- és cserépipar nyersanyagai és gyártmányai a brüsszeli világkiállítás tükrében	309	<i>Misángyi László:</i> Nagyfeszültségű szabadvezeték kétsapkás függőszigetelő gyártásának gépesítése	381
<i>Erdély Imre:</i> Eljárások és kísérletek burkolatkő gépi előállítására	316	<i>Kakasy Gyula:</i> A tégl- nyersgyártás, különös tekintettel az optimális nedvességtartalomra	384
<i>Lázár Jenő:</i> Néhány megjegyzés a burkolatkő gépi előállítására szolgáló eljárásokkal és kísérletekkel kapcsolatban	325	<i>Ozizi Béla:</i> Tégl- és cserép vizsgálati módszerei ...	389
<i>Balázs György—Kelemen János—Kilián József:</i> Új eljárás betonok szilárdulásának gyorsítására	326	ÉTE Közgyűlés. Főtitkári beszámoló.....	397
<i>Zervudis C.:</i> Mesterséges betonadalek anyagok duzzasztott anyagból	332	<i>Juhász Zoltán és Kakasy Gyuláné:</i> Agyagféleségek fajlagos felületének és dezagregációs fokának meghatározása metilénkék adszorpció mérésével	402
<i>Tcodorescu D.:</i> Mészhomok tégl- és mészhomok blokkok	334	<i>Lőcsei Béla:</i> Olvasztott szilikát-szerkezeti anyagok szilikátkémiai alapelvei	408
Az üvepipari szakemberek tanulmányútja Csehszlovákiában	338	12. szám	
Kutatási és műszaki fejlesztési eredmények bevezetése az iparban	340	<i>Dr. Korach Mór:</i> A szilikátipar helyzete Magyarországon.....	417
Lapszemle	342	<i>Duma György és Galgóczy Béla:</i> Rézoxiddal színezett ólomházak fizikai-kémiai tulajdonságainak vizsgálata, különös tekintettel a zöldmáz- közepkori kályhacsempékre	420
10—11. szám		<i>Jugovics Lajos:</i> Néhány építésre és falazótömb előállítására alkalmas vulkáni tufaterületünk közetanyagának sajátosságai és bányászatunk	431
<i>Bereczky Endre:</i> Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület Közgyűlése	349	<i>Lőcsei Béla:</i> Olvasztott szilikátok előállításának szilikátkémiai alapjai	446
<i>Skokup Lajos:</i> Az építőanyagipar jelenlegi helyzete és jövő feladatai	351	Lapszemle	459
<i>Horváth Ferenc:</i> A többkamrás golyósmalom helyes üzemeltetésével elérhető energiamegtakarítás	356		
<i>Ósz Mihály:</i> Az üzemi laboratórium szerepe a gépesített üvegyártásnál	361		

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

S z e r z ő n e v e	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Adonyi Zoltán—Gärtner László	Beton	1— 2.	56
Adonyi Zoltán—Szebenyi Imre	Beton	1— 2.	54
Dr. Albert János	Tégla	6.	186
Dr. Albert János	Tégla-cserép	9.	309
Balázs György—Kelemen János—Kilián József	Beton	9.	326
Bereczky Endre	Közügyülés	10—11.	349
Dr. Boros Jánosné—dr.Takáts Tibor	Üveg	1— 2.	28
P. P. Budnyikov	Cement	3.	61
Csizi Béla	Tégla-cserép	10—11.	389
Csutor János	Beton	4— 5.	171
R. Dallendörfer	Kerámia	4— 5.	118
Dolezsai Károly	Cement	6.	197
Duma György és Galgóczy Béla	Kerámia	12.	420
Egerváry Jenő	Kerámia	1— 2.	5
Erdély Imre	Kőbányászat	9.	316
K. Fedelinski	Tűzállóanyag	6.	184
Felek Béla	Kerámia	10—11.	377
Dr. Vilám Figus	Beton	4— 5.	143
G. Geisler	Tűzállóanyag	6.	181
M. Gregor—L. Hives	Cement	6.	220
Grofsik János—Tamás Ferenc	Kerámia	7.	233
György László	Tűzállóanyag	3.	90
Horváth Ferenc	Cement	10—11.	356
M. Hübscher	Üveg	4— 5	110
N. V. Iljina	Cement	3.	78
Jugovics Lajos	Kőbányászat	12.	431
Juhász Zoltán és Kakasy Gyuláné	Kerámia	10—11.	402
Kakasy Gyula	Tégla	10—11.	384
Kelen Tibor—Fux Lajos	Üveg	10—11.	366
Kirchknopf István	Tégla	6.	213
Dr. Knapp Oszkár	Üveg	4— 5.	165
Dr. Knapp Oszkár	Üveg	7.	239
Dr. Korach Mór	Kerámia	1— 2.	1
Dr. Korach Mór	Szilikátipar	12.	417
Kunszt György	Beton	1— 2.	23
Wieslav Kurdovski	Kerámia	4— 5.	125
Dr. K. Kühne	Üveg	4— 5.	113
Lázár Jenő	Kerámia	4— 5.	154
Lázár Jenő	Kőbányászat	8.	273
Lázár Jenő	Kőbányászat	9.	325
Lőcsei Béla	Szilikátkémia	10—11.	408
Lőcsei Béla	Szilikátkémia	12.	446
Lurje Ju. Sz.	Cement	3.	67
Dr. Milan Matousek	Beton	1— 2.	12
Misángyi László	Kerámia	10—11.	381
Móricz Imre	Üveg	10—11.	370
Moser Miklós	Csiszolókorong	10—11.	372
Prof. dr. Ing. Nadasan	Beton	1— 2.	16
Nemecz Ernő	Kerámia	7.	250
Ozorai Gyula	Kőbányászat	1— 2.	38
Ósz Mihály	Üveg	10—11.	361
H. Pawlovska	Üveg	7.	254
Dr. Reichard Ernő	Beton	8.	283
Rosta István	Üveg	3.	95
Dr. Serban Solacolu	Cement	4— 5.	149
Dr. Soltész Gáspár—Hámori György	Beton	7.	258
L. N. Stelian és P. H. Dumitru	Üveg	3.	86
Dr. Sümeghy Veronika	Kerámia	4— 5.	129
Szokup Lajos	Közügyülés	10—11.	351
Tamás Ferenc	Kerámia	4— 5.	135
Tasnádiné Marik Klára	Üveg	8.	277
D. Teodorescu	Tégla	9.	334
J. Vachek	Tégla	6.	218
C. Zervudis	Beton	9.	334

ÉPÍTŐANYAG

11. ÉVFOLYAM 1—2. SZÁM

Kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok

DR. ALBERT JÁNOS

1.

Duzzasztott perlit

A duzzasztott perlit nyersanyaga a perlit, szürke vagy kékesszürke, víztartalmú vulkánikus üveg. A Föld felszínére kiömlő, 68—75% kavasvartartalmú magmának, főképpen riolitlávának lehűlésekor keletkezett az elmúlt geológiai korokban. A többnyire hajszálrepedésekkel átszótt kőzet málláskor gyöngyszemekre esik szét. A perlit 900—1250°-on észlelhető duzzadása, gyors felhevítés hatására, régóta ismert jelenség. A vízből képződött gőz a piropasztikusá váló nagy viszkozitású üvegolvadékból nem tud távozni, így nagymértvű térfogatnövekedést idéz elő és az olvadékból igen könnyű, sok zárt légcellát tartalmazó, nagy pórustérfogatú anyag képződik.

A duzzasztási vagy expandálási eljárást az Amerikai Egyesült Államokban dolgozták ki és a gyártási eljárás a negyvenes évek óta világszerte elterjedt. A természetes kőzetekből duzzasztási eljárással előállított nagyporozitású termékek között elsőrendű helyet foglal el az expandált perlit. Térhódítása az építőiparban egyre növekszik. Kiváló könnyűbeton adalékanyag, hőszigetelő és hangterjedést gátló vakolóhabarcs-anyagnak bizonyult. Kerámiai építőanyagként való felhasználására azonban megfelelő technológiai eljárást ez ideig nem dolgoztak ki. Minthogy az expandált perlit nyersanyaga, a perlit-kőzet hazánkban úgyszólván korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre [1], időszerűnek találtam, hogy az expandált perlittel kerámiai kísérleteket végezzek és a kerámiai kötésű perlitszigetelő anyagok technológiájának tudományos alapelveit kidolgozzam.

A perlit kémiai összetétele a gránit és a riolit összetételéhez hasonlít. A különböző települési helyekről származó perlitok oxidos összetételében és olvadáspontjában lényeges különbség nincs, még víztartalmukban sem mutatható ki számottevő eltérés. Így a Tokaji-hegységben előforduló perlitok és az amerikai perlitok majdnem azonos összetételűek. Oxidos összetételük: 69,8—73,7% SiO_2 , 12,5—14,7% Al_2O_3 , TiO_2 , 1,5—2,3% Fe_2O_3 ,

3,1—5,0% MgO , CaO , 5,5—7,0% K_2O , Na_2O és 3,6—4,0% H_2O ; olvadáspontjuk 1250—1280°. Hasonló kémiai felépítésük ellenére a különböző települési helyekről származó kőzetek az expandálásnál nem viselkednek egyformán és a duzzadás mértékszámában is szembetűnő különbség tapasztalható. A duzzadóképeségben mutatkozó különbség arra vezethető vissza, hogy a perlitben levő víznek nem a teljes mennyisége vesz részt a duzzadás folyamatában, hanem csak valódi oldat alakjában jelenlevő erősen kötött hányada, a hatásos víztartalom; a víznek önálló fázisban jelenlevő hányada, a lazán kötött víz, az expandálás folyamán duzzadási jelenségek nélkül távozik. Minél nagyobb a hatásos víz mennyisége, annál jobban és könnyebben duzzasztható a kőzet.

A lazán kötött és a hatásos víz szabatos meghatározására vizsgálati módszert dolgoztam ki [2]. Eszerint az izzítási veszteség mérése alapján először meghatározzuk a perlitben levő összes víz mennyiségét. Ezután a kőzetből 0,5—1,2 mm szemcseméretű zúzalékot készítünk és a zúzalékból vett mintákat 300° vagy 400° hőmérsékleten a hőkezelés időtartamától függően különböző mértékig dehidratáljuk. A különböző fokig dehidratált minták duzzadási mértékszámának meghatározása alapján megszerkesztjük a perlit duzzadási mértékszámának változását feltűntető görbét a víztartalomtól függően. Az a víztartalom, amelytől kezdve a duzzadás mértékszáma csökkenni kezd, adja meg a lazán kötött víz mennyiségét. Ha ezt levonjuk a perlit összes víztartalmából, megkapjuk a duzzadást előidéző hatásos víz mennyiségét. A közölt vizsgálati módszer szerint a könnyen duzzasztható Tokaj-pálházi perlit lazán és erősen kötött víztartalma 2,2% és 1,4%, a nehezen duzzasztható Tokaj—telkibányai perlit ezzel szemben csak 0,9% hatásos vizet tartalmaz, a lazán kötött víz mennyisége 2,9%.

A duzzasztott perlit gyártásának munkafolyamata a nyersanyag előkészítéséből és az előkészített anyagnak gyors felhevítéséből, ill. magas hőmérsékleten végrehajtott hőkezeléséből áll. A duzzasztásra alkalmas kőzetzúzalék előállítá-

sára leggyakrabban pofástörőből, kalapácsmalomból, hengerszékből és lengő-, vagy rázószitából álló gépsorozatot alkalmaznak. A duzzasztásra használt kemencék különböző rendszerűek. Vannak egyen- és ellenáramú függőleges és kis lejtésszögű álló csőkemencék, továbbá egyen- és ellenárammal működő kis lejtésszögű forgó csőkemencék. A kemencék generátorgáz, városi gáz, földgáz vagy olajtüzelésűek.

A perlitkőzetet általában 0,15—2,4 mm szemcseméretű zúzalék formájában duzzasztják. A duzzasztott termék halmaztérfogatsúlya a nyersanyag és a duzzasztás módjától függően 60—250 g/l értékhatárok közé esik, a leggyakrabban 125—200 g/l; a duzzadás mértékszám, azaz az expandált és a kiindulási anyag térfogatának hányadosa 4,5—20,0.

A kerámiai kötész perlit hőszigetelő anyagok előállítására vonatkozó vizsgálataimat a Tokaji-hegység legjobban ismert perlittelepülési helyéről, Pálházáról származó, összetételében egynemű perlit-kőzettel és a belőle duzzasztott termékkel végeztem. A kőzet duzzasztása az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet kísérleti kemencéjében történt [3]. A kemence 2,0 m hosszú, 0,36 m hasznos átmérőjű, városi gázzal fűtött, egyenáramú forgó csőkemence. Fordulatszáma $\frac{n}{p} = 3,5$ és 7-re állítható, lejtésszöge 7° és 14° között változtatható. A kemencébe adagolt kőzetzúzalék a forgócső 0,75 m hosszú felhevítési szakaszán át az égőfejből kiáramló örvénylő láng által felkavarva a 0,50 m hosszú expandáló térbe jut és onnan a gyorsan lejátszódó duzzadási folyamat után a 0,75 m-es hűlési zónán keresztül nagy sebességgel távozik. Az anyag maximális tartózkodási ideje a kemencében 60 mp. A nagyobb szemcsék gördülő mozgással haladnak át a kemencén, a kisebb és porszerű szemcséket a füstgázok viszik magukkal.

A forgócső üritőnyílással ellátott dobba toroklik. Az üritőnyíláson távozik a duzzasztott terméknek nagyobb térfogatsúlyú és durvább szemcsékből álló része. A kisebb térfogatsúlyú, finomabb szemcséjű és porszerű termék a kemencéhez csővezetékkel csatlakozó ciklonban és

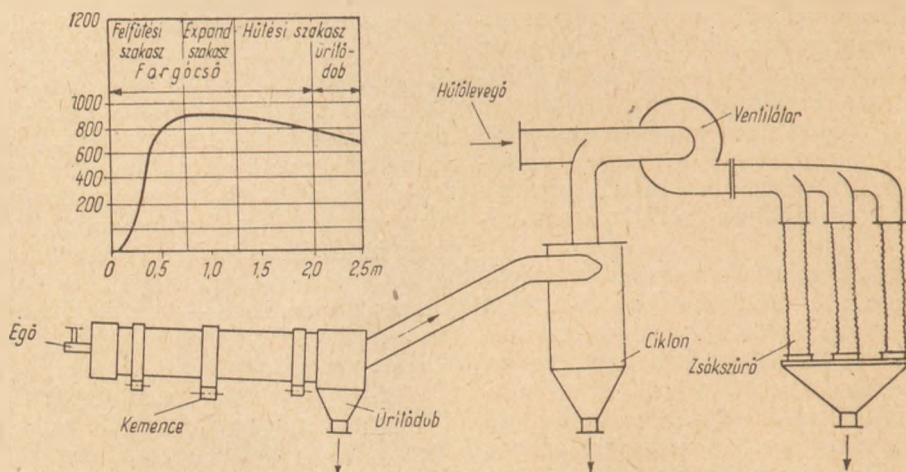
szűrőtömlőben ülepszik le. A kemencerendszerben fellépő ellenállások legyőzésére és a megkívánt áramlási sebesség biztosítására a ciklon és szűrőtömlő közé szerelt ventilátor szolgál. A forgó csőkemence vázlatos rajzát és a duzzasztási folyamat hőmérsékleti görbét az 1. ábra szemlélteti.

2.

A perlit alapanyagú kerámiai massa készítése és formázása

A duzzasztott perlit kis mechanikai ellenállóképességű anyag. Keménysége, szilárdsága és szívóssága egyaránt kicsi. A duzzasztott perlit mechanikai ellenállóképességét Brouk szerint az azal a kg/cm^2 -ben kifejezett nyomóerővel jellemezzük, melyet a 7,6 cm átmérőjű és 12,7 cm magas (3 és 5 inch) fémhengerbe berázott anyag felületére ki kell fejteni, hogy az $4/5$ -ére tömörüljön össze [4]. Ez a nyomóerő a duzzasztott perlit halmaztérfogatsúlyától függően 1—5 kg/cm^2 , mint az a 2. ábra grafikonján leolvasható. Kis mechanikai ellenállóképessége következtében a duzzasztott perlit könnyen szétmorzsolódik, a légcellákat határoló hártavékonyosságú üvegfalak összetöredeznek, az anyagnak eredetileg 80—95%-ot kitevő pórustérfogata már kis mechanikai igénybevételnél is 50—60%-ra csökken. Az agyagkötész perlit hőszigetelő anyagok előkészítésére és formázására ezért a kerámiai ipar gépi berendezései, melyek mindegyikénél kisebb-nagyobb nyomóerő lép fel, nem alkalmazhatók. A nyersanyagkeverék előállítására, megmunkálására és nedvesítésére nem használható a Koller-járat, teknős-keverő, Z-karos keverő-nedvesítő és más keverő-gyúrógép, az előkészített anyag formázására nem vehető igénybe a félnedves keverékek nagy nyomással történő sajtolására szolgáló könyökemelttyús vagy hidraulikus prés, de még a nedves masszák sajtolására használt, 1—3 att. nyomással működő csigaprés, sőt annak tömörítő-kúp nélküli, alig néhány tized att.-val működő változata sem mellyel a kovaföld, agyag és fűrészpor keverékéből készülő termalit-téglatokat sajtolják.

Az előbbi megállapításokat teljes mértékben igazolták azok a formázási kísérleteim, amelyeket



1. ábra. Perlit-duzzasztó forgó csőkemence és a duzzasztási folyamat hőmérsékleti görbéje

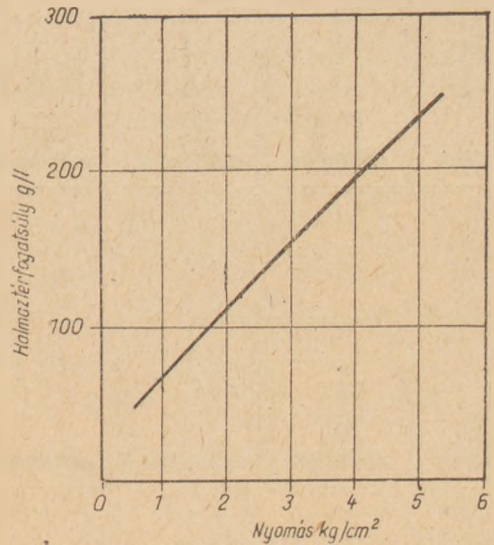
30 súly% duzzasztott perlit, 40 súly% finomra őrlött agyag és 30 súly% kovaföldörlemény keverékével Z-karos keverő-nedvesítő és tömörítő-kúp nélkül működő csigasajtóból álló megmunkáló berendezésen végeztem. A kiformázott idomtestek térfogatsúlya a várt elméleti 0,32 g/ml-rel szemben a perlitszemcsék szétmorzsolódása következtében 0,95 g/ml-re emelkedett.

Laboratóriumi és félüzemi kísérletek és megfigyelések alapján a nyersanyag előkészítésére és a formázásra alkalmas masszakeverék készítésére a legmegfelelőbb eljárás a következő. A képlékeny agyagot és a keverék előállításához esetleg még szükséges kötő- vagy adalékanyagot száraz állapotban kalapácsos törőmalom, hengershék, lesztáló Koller-járat, vagy más megfelelő gép, ill. gépsorozatból álló berendezésen 0,2—0,4 mm szemcsefinomságúra őrljük. Az így kapott őrlményt a duzzasztott perlittel megfelelő súly- vagy térfogatarányban Eirich-féle görgő nélküli keverő-gereblyékkel ellátott ellenáramú keverőben összekeverjük, majd a keveréket a szükséges vízmenynyiséggel bepermetezve egyenletes összetételű és egyenletesen átnedvesített masszává dolgozzuk fel, amelyben a perlitszemcséket agyaghártya vonja be. A nedvesítéshez előnyösen melegvizet vagy gőzt is használhatunk. A kötőagyagnak és az adalékoknak finomórlására azért van szükség, hogy az anyag egyenletes átnedvesedése és az agyaghártya képződése a perlitszemcsék épenmaradása érdekében minél rövidebb idő alatt menjen végbe.

A masszakeverék formázására ugyancsak laboratóriumi és félüzemi kísérletek alapján legmegfelelőbb technológiai eljárásnak a vibrálással történő formázás bizonyult, és pedig a vibrálási eljárásnak az a módja, amelynél nyomóerőt csak igen csekély mértékben veszünk igénybe, vagy nem is alkalmazunk. Ez a formázás a kerámiai iparban alig ismert, mindössze a samott-gyártásnál próbálkoztak ezzel az eljárással, a szabadalmi leírások szerint az anyagra a vibrálással egyidejűleg számottevő nyomást is gyakorolva [5].

A vibrálással történő formázás alapelve a következő. A földnedves, porhányós nyersanyagkeveréket a formázandó test alakjának megfelelő vas- vagy acéllemezről készített formába adagoljuk és a nyersanyaggal megtelt formát rezgést-keltő berendezéssel, vibrátorral gyors rezgésbe hozzuk. Legmegfelelőbb vibrátor-típus a rezgőasztal. A vibrátor által előidézett impulzusok hatására a nyersanyag-részecskék a súrlódást és tapadást legyőzve mozgásba jönnek, a massa rugalmas péppé válik, megfolyósodik, a formát tökéletesen kitölti és felveszi az előállítandó test megkívánt végleges alakját.

A gyakorlatban alkalmazott vibrátorok rezgésszáma általában 1500—12 000/p, amplitudója 0,04—0,004 cm. Elméleti és gyakorlati megállapítások szerint nagyobb méretű és nagy térfogatsúlyú szemcséknél kisebb rezgésszámú és nagyobb amplitudójú vibrátorokkal, kisebb szemcséjű és kis térfogatsúlyú szemcsék esetében nagyobb rezgésszámú és kisebb amplitudójú vibrátorokkal érhető el a legkedvezőbb hatás. Ennek az irány-

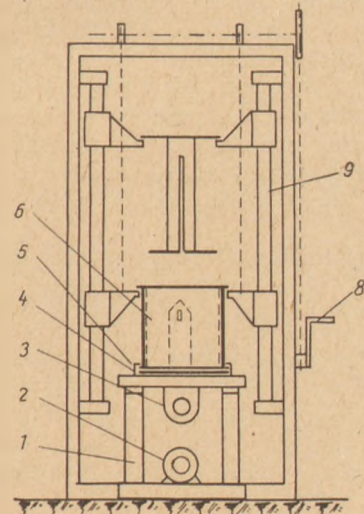


2. ábra. A duzzasztott perlit tömörítéséhez szükséges nyomóerő a halmaztérfigsúly függvényében

elvnek az alapján lehet megállapítani azt a rezgésszámot és az ennek megfelelő amplitudót, amelynél egy adott szemcseméretű és térfogatsúlyú anyag a vibrátor által előidézett impulzusokat átveszi és így a részecskék elérik azt a sebességet és gyorsulást, mely a belső súrlódás legyőzéséhez szükséges.

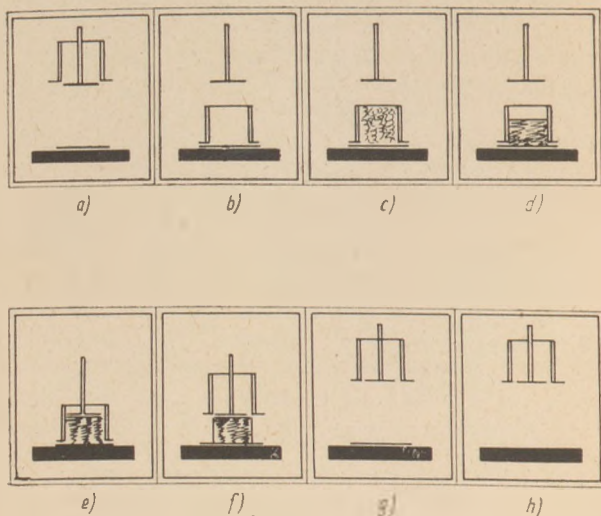
A formázáshoz külön erre a célra szerkesztett és kivitelezett, formaszekrénnyel és kitolószerkezettel ellátott, egyszerű vibrátorasztalt használtam. Az asztal felülete 800×700 mm. A formázógép vázlatos rajzát és a formázás munkafolyamatát a 3. és 4. ábrák szemléltetik.

A munkafolyamat nyolc fázisból áll: a) a vibrátorasztalra a kiformázandó test méretének megfelelő alátétlemezt helyezünk. b) Az alátétlemezt ráeresztjük a test alakját megadó formaszekrénnyel és az asztalhoz rögzítjük. c) A formaszekrénnyel megtöltjük az idomtest méretének megfelelő mennyiségű anyagkeverékkel. d) Az anyag-



3. ábra. Formaszekrénnyel és kitolószerkezettel ellátott vibrátorasztal

1. vibrátorasztal, 2. motor, 3. rezgést gerjesztő készülék, 4. alátétlemez, 5. lefogókar, 6. formaszekrénnyel, 7. zárólemez, 8. hajtókar, 9. vezérlőoszlop



4. ábra. A formázás munkafolyamata

gal megtöltött formaszekerényt előzetes kísérletek alapján megállapított ideig vibráljuk. A vibrálás időtartama a keverék szemszerkezetétől, nedvességtartalmától és az idomtest alakjától függően különböző. e) Az így bevibrált anyagra ráeresztjük a formát lezáró lemezt és utóvibrálást alkalmazunk; miután a lemez az idomtest magasságának megfelelő mélységig süllyedt, az utóvibrálást abbahagyjuk és a lemezt ebben a helyzetben rögzítjük. A zárólemez $0,02\text{--}0,10\text{ kg/cm}^2$ nyomással nehezedik az anyagra. f) Anélkül, hogy a zárólap előbbi helyzetén változtatnánk, a formaszekerényt rögzített helyzetéből feloldjuk és a kiformázott idomtestről felhúzzuk annyira, hogy alsó pereme a formát záró lemezt elérje. g) A formaszekerényt a zárólemezzel együtt a kiindulási magasságig emeljük. h) A kiformázott idomtestet az alátétlemezen eltávolítjuk.

A formaszekerény mozgatása, felemelése és süllyesztése áttétel segítségével, hajtókarokkal történik. Vezetését az oldalt elhelyezett és szögvas-keretre erősített két vezetőoszlop biztosítja. A vezetőoszlopok biztosítják azt is, hogy a formát záró lemez súrlódásmentesen illeszkedjék a formaszekerénybe. A formaszekerény rögzítését két emelőkar teszi lehetővé. A rezgést a rázóasztaloknál általában szokásos excenteres gerjesztéssel hozzuk létre. A rezgést a vezető oszlopok és az emelőszerkezetet tartó keret csak igen kis mértékben veszi át.

A vibrátorasztal rezgésszáma $n = 4200/\text{p}$, amplitúdója $A = 0,022\text{ cm}$. Ennek alapján a rezgőmozgás sebességének maximális értéke

$$v = 2\pi \frac{n}{60} A = 6,28 \frac{4200}{60} 0,022 = 9,7\text{ cm/sec} \quad (1)$$

a gyorsulás maximális értéke

$$a = 4\pi^2 \frac{n^2}{60^2} A = 6,28^2 \frac{4200^2}{60^2} 0,022 = 42,6 \cdot 10^2\text{ cm/sec}^2 \quad (2)$$

Az előzőekben leírt berendezéshez különböző alakú idomtestek formázására alkalmas formaszekerényeket készítettünk. Jó eredménnyel for-

máztunk $250 \times 120 \times 140\text{ mm}$ -es kettősméretű üre- ges téglát, $350 \times 250 \times 120\text{ mm}$ -es, égetés után kisebb egységekre fűrészeltető tömör blokkot, azonkívül 60 és 30 mm -es csővezeték szigetelésére szolgáló 40 és 30 mm -es falvastagságú, 250 mm hosszúságú csőhéjakat. A formázást különböző összetételű és szemcsefinomságú $15\text{--}80\%$ perlit-tartalmú nyersanyagkeverékekkel kipróbáltuk. A vibrálás időtartama $25\text{--}40\text{ mp}$ között változott, hosszabb ideig az üre- ges téglát és a vékony falvastagságú csőhéjat kellett vibrálni. A kiformázott testek szöveti szerkezete minden esetben egynemű, rétegződésmentes volt.

A formázást, különben azonos feltételek mellett, tehát azonos összetételű, szemcsefinomságú és perlit-tartalmú masszakeverékekkel $n = 2900/\text{p}$ rezgésszámmal és $A = 0,011\text{ cm}$ amplitúdójú $500 \times 500\text{ mm}$ felületű vibrátorasztalon is megkíséreltük. A rezgőmozgás sebességének és gyorsulásának maximális értéke ez esetben

$$v = 2\pi \frac{n}{60} A = 6,28 \frac{2900}{60} 0,011 = 3,3\text{ cm/sec} \quad (1a)$$

és

$$a = 4\pi^2 \frac{n^2}{60^2} A = 6,28^2 \frac{2900^2}{60^2} 0,011 = 10,1 \cdot 10^2\text{ cm/sec}^2 \quad (2a)$$

A kísérletek eredménye az alóbbiekétől semmiben sem különbözött.

A masszakeverék ez esetben is jól formázható volt, a masszarészecskék átvették a rezgőmozgás gyorsulását. Ez annak tulajdonítható, hogy a masszakeverékben levő perlitszemcsék, melyek a forma térkitöltésében még kis súly% mellett is túlsúlyban vannak, gömbölyű vagy hasonló alakúak és sima felületűek. Ilyen esetekben, mint azt Branberger kísérletileg megállapította [6], a vibrátorasztal rezgésszáma, amplitúdója és ezzel együtt a rezgőmozgás gyorsulása igen tág határok között változtatható.

3.

A kiformázott idomtestek formaállóságának növelése kapilláráktív anyagokkal

A vibrálással előállított idomtestek formaállósága még nem teljesen kielégítő; a testek torzulásra hajlamosak, ezért nehezen kezelhetők és szállíthatók. A nyers idomtestek formaállóságát különböző összetételű szerves vegyületekkel sikerült megnövelni, melyeket kis mennyiségben a megmunkálási vízben oldva viszünk be a masszakeverékbe.

A perlit-alapú kerámiai masszák nagy víztartalmú keverékek, melyekben a perlitszemcséket — mint már ismertettük — igen vékony agyag-hártya vonja be. Az agyagrézecskeket negatív töltésű elektromos erőter visz körül. Az elektromos erőter hatására a dipólusmomentummal rendelkező vízmolekulák polárosan rendeződnek és több molekularétegben adszorbeálódnak a részecskék felületén. Az így kialakult vízrétegek, lioszférák, diffúz jellegűek; a felülettől távolabb levő pontokon a vízmolekulák kisebb erővel vannak

megkötve és sűrűségük is kisebb, mint a felülethez közelebb eső pontokon.

A lioszférában adszorpciós erők által megkötött víz a megmunkálási víznek csak egy része. Másik része, a kapilláris erők által kötött víz a részecskék között levő kapilláris hézagokat tölti ki. Egyes esetekben még egy harmadik vízfajta is van az agyagok képlékeny masszájában, az agyagásványok rácsszerkezetébe behatolt víz. Ez különösen a montmorillonit-tartalmú agyagoknál észlelhető, melyeknél az agyagásványokra jellemző polikovasav-hálók közötti távolság aránylag nagy, minek következtében a két hálósík közé a víz könnyen behatol és ott adszorbeálódik.

A lioszféra vastagságát és ezzel a massa formázásához szükséges víz mennyiségét számottevő mértékben csökkenthetjük, ha a megmunkálási vízhez kis mennyiségű kapilláráktív anyagot adagolunk. Különösen a heteropoláros, felületi feszültséget csökkentő kapilláráktív anyagok alkalmasak erre a célra. Ezeket a poláros és apoláros gyököket tartalmazó anyagokat az agyagszemcsék felülete irányított adszorpcióval köti meg. Hidrofil poláros gyökük a szemcsék felülete felé, hidrofob apoláros gyökük a nedvesítő folyadék felé irányul. A kapilláráktív anyag adszorpciója következtében az elektromos erőter töltése és ezzel összefüggésben a lioszférák vastagsága is lényegesen kisebbé válik. A lioszférák elvékonyodása következtében az agyagrészecskék közötti adhéziós erők fokozott mértékben megnövekednek.

Agyagtartalmú masszák mechanikai tulajdonságai, szilárdsága és képlékenysége is elsősorban a részecskéi között fennálló erőviszonyoktól, vagyis az adhéziótól függenek. Minél nagyobb a részecskék között az adhézió, annál nagyobb a massa kohéziója, belső surlódása és ennek következtében formaállósága. Az adhézió azonban a szöveti szerkezet kialakulásánál is lényeges szerepet játszik, és pedig annál nagyobb mértékben, minél nagyobb értékű. Ha az adhézió értéke kicsi, a részecskék síkban egymáson és egymás mellett, könnyen elfoglalják a legtömörebb halmaznak megfelelő helyzetet. Nagy adhézió viszont gátolja a részecskék egymás melletti elcsúszását, a részecskék csak egyes pontokon, éleikkel vagy sarkaikkal érintkeznek egymással, a masszakeverék — bár geometriailag laza — mégis szilárd vázat alkot [7].

Három különböző kapilláráktív anyaggal végeztem kísérleteket: 1. szárazra párolt szulfittlúggal, 2. diizobutilnaftalinszulfosavas ammóniummal (Hungekal; a kereskedelmi árú 35% szárazanyag tartalmából 25% aktív anyag) és 3. dodecylbenzolszulfosavas nátriummal (Szulfaril; 55% szárazanyag tartalmából 37% aktív anyag). A megmunkálási víz mennyisége mindhárom anyaggal egyaránt 10—15%-kal csökkenthető volt és a vibrálással kiformázott idomtestek formaállósága szembetűnő mértékben megjavult. A legkedvezőbb hatást szárazanyagra számítva 2—3% szulfittlúggal, 0,3—0,5% diizobutilnaftalinszulfosavas ammónium, ill. 0,03—0,05% dodecylbenzolszulfosavas nátrium alkalmazása esetében érték el.

4.

A kerámiai massa készítéséhez használt duzzasztott perlit szemcseösszetétele és halmaztérfogatsúlya

A kerámiai hőszigetelő anyagok gyártásához használt pórusos alapanyagok heterogén szerkezetűek, nagy hővezetési tényezőjű és nagy faj súlyú alkatrészekből összetett szilárd vázból és kis hővezetési tényezőjű és fajsúlyú levegővel kitöltött pórusokból, vagy kapillárisokból állanak. A pórusokba zárt levegő hővezetési tényezője a szilárd vázénak mindössze 1,0—1,7%-a, a levegő fajsúlya a szilárd vázénak alig 0,5%-a. Ebből következik, hogy kis hővezetési tényezőjű hatásos szigetelő anyag előállítására annál alkalmasabb valamely pórusos anyag, minél nagyobb a pórustérfogata és minél kisebb a szilárd vázának térkitöltése, vagyis minél kisebb a térfogat- ill. halmaztérfogatsúlya.

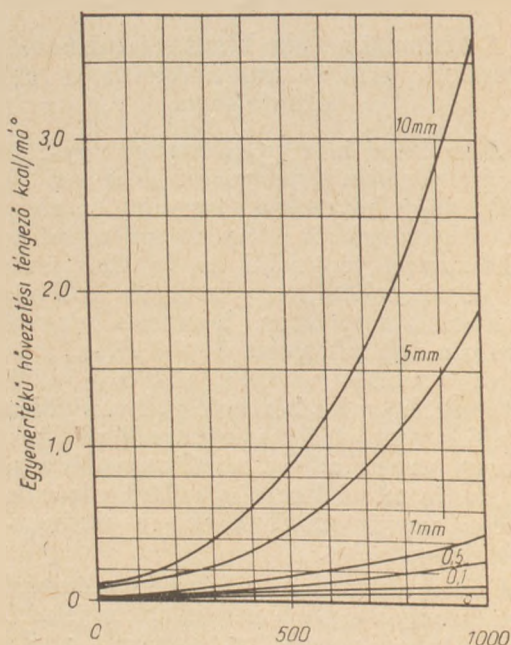
A nagy porozitás, ill. nagy pórustérfogat mellett azonban a pórusméreteknek is jelentősége van. Különböző azonos pórustérfogat mellett a pórusátmérő növekedésével a hővezetési tényező fokozatosan nő és csökken a hőszigetelőképeség. A pórusokban levő levegőben ugyanis a hőközlés nemcsak vezetéssel megy végbe, hanem konvekció és sugárzás útján is. Ezért a levegő hővezetési tényezője helyett annak egyenértékű hővezetési tényezőjével kell számolni, mely számérték a konvekció és sugárzás útján terjedő hőt is magába foglalja. A levegő egyenértékű hővezetési tényezője

$$\lambda' = \lambda_0 + \lambda_k + 1,2 a \delta' C_k \quad (3)$$

ahol λ_0 a nyugvó levegő hővezetési tényezője, λ_k a konvekció útján terjedő hőnek megfelelő hőmennyiség értékszáma, $1,2 a \delta' C_k$ a sugárzás útján terjedő hőmennyiség értékszáma; a a sugárzás hőmérséklettényezője, δ' a pórusátmérő mm-ben, C_k a szemben levő felületek kölcsönös sugárzási tényezője kcal/m²o fok [4].

Míg alacsony hőmérsékleten főképpen vezetés útján terjed a hő, a hőmérséklet emelkedésével a konvekciónak, de különösen a sugárzásnak van döntő jelentősége. Ugyanis a vezetés és konvekció csak lineárisan nő a hőmérséklettel, a sugárzás pedig a hőmérséklet negyedik hatványával arányos, tehát a hőmérséklet emelkedésével egyre rohamosabban nő a pórusokon át sugárzással közölt hőmennyiség. Nagyon magas hőmérsékleten a sugárzás útján átadott hő mennyisége annyira megnövekszik, hogy különösen nagy pórusú anyagok szigetelő hatása 1500°-tól kezdődően gyakorlatilag fokozatosan megszűnik. A levegő egyenértékű hővezetési tényezőit, különböző pórusméretek mellett a hőmérséklettől függően, Cammerernek a 3. képlet alapján számított adatai [8] nyomán az 5. ábra görbéi szemléltetik.

Az ábra görbéiből világosan kitűnik, hogy 0,5—1,0 mm-nél nagyobb átmérőjű pórusokat tartalmazó anyagokkal már 500°-tól kezdődően hatásos hőszigetelést nem lehet elérni.



5. ábra. A levegő egyenértékű hővezetési tényezői különböző pórusméretek mellett, a hőmérséklettől függően

A hazai perlitközeteinkre kidolgozott technológiai eljárással a 2,4 mm-nél finomabb szemcséjű pálházi perlit zúzalékából előállított duzzasztott perlit halmaztérfogatsúlya 125—135 g/l. A duzzasztott termék két részből tevődik össze; 75—85%-a a forgócső ürítődobján távozó 135—150 g litersúlyú durvább szemcsék halmazából áll, 15—25%-a a ciklonban és a szűrőtömlőben leülepedő 70—85 g litersúlyú finomabb szemcsék halmazából. A kerámiai kísérletekhez felhasznált termékben a durvább szemcséjű alkatrészek mennyisége 80%, halmaztérfogatsúlya 79 g/l. A két anyag keverékének halmaztérfogatsúlya 128 g/l. A kemencerendszer két különböző helyén leválasztott anyag, továbbá a két anyag egyesítéséből származó termék szemcseösszetételét és az egyes szemcsefrakciók halmaztérfogatsúlyát, valamint a nyers-kőzetzúalék szemcseösszetételét a 6a, b és c ábrák grafikonjai szemléltetik.

A szemcseösszetételt és halmaztérfogatsúlyt feltüntető ábrák görbéi alapján megállapítható, hogy az ürítődobon át távozó terméknek kb. 50%-át kitevő hányada 110—125 g/l halmaztérfogatsúlyú és 0,3—1,2 mm mérethatárok közé eső szemcsékből áll, a ciklonban és szűrőtömlőben leülepedő termék mennyiségének 50%-a 50—60 g/l halmaztérfogatsúlyú és 0,3—2,4 mm méretű szemcsékből tevődik össze. A megadott mérethatárokon kívül eső szemcsék halmaztérfogatsúlya szembetűnően nagyobb értékű. A 0,3 mm és főképpen a 0,15 mm-nél kisebb méretű szemcsék halmaztérfogatsúlya azért nagyobb, mert túlegés következtében a szemcsék tömörebbé váltak, ill. összesültek; halmaztérfogatsúlyuk 150—250 g/l. Az 1,2 mm, de főképpen a 2,4 mm-nél durvább szemcsék halmaztérfogatsúlya azért növekszik 150—225 g/l-re, mert a szemcsék nem expandálódtak tökéletesen, belsejükben a pórusképződés aránylag kismérvű.

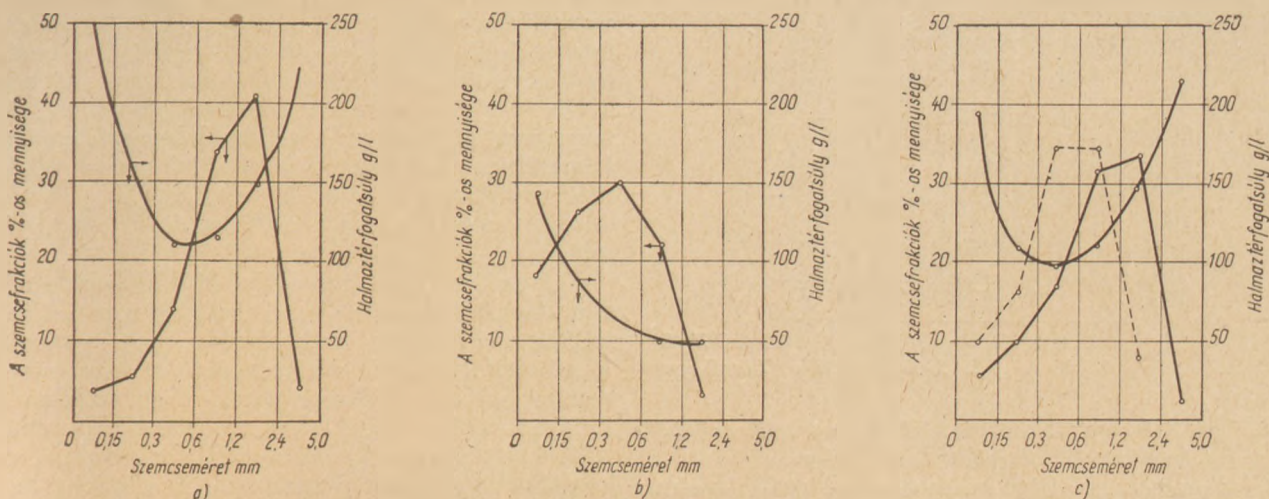
A duzzasztott perlitnek, amelyet az építőanyagipar eddig csak könnyűbeton adalékanyagként és könnyű vakolóhabarcs alapanyagának használt, meghatározott mechanikai ellenállóképességgel kell rendelkeznie, hogy ezen az alkalmazási területen a követelményeket kielégítse. A mechanikai ellenállóképességet jelző Brouk-féle értékszám, ami a duzzasztott perlit berázott állapotú szemcsealmazának 4/5-ére való tömörítéséhez szükséges nyomóerőt adja meg, legalább 2,5 kg/cm²-nek kell lennie. A kemencerendszer ciklonjában és szűrőtömlőjében leválasztott kis halmaztérfogatsúlyú termék ennél lényegesen kisebb szilárdságú (7. ábra). Ezért könnyűbeton adaléknak és vakoló habarcsanyagának csak az ürítődobból kiömlő 2,5 kg/cm²-nél lényegesen nagyobb szilárdságú anyaggal keverve használható fel.

Kerámiai kötésű szigetelő anyagok előállításánál a nyersanyag előkészítésnek és formázásnak az előzőekben ismertetett módját alkalmazva, a duzzasztott perlitszemcsék saját szilárdságának, ill. a szemcsealmaz mechanikai ellenállóképességének nincs döntő jelentősége. A kis halmaztérfogatsúlyú termék még az esetben is jól felhasználható, ha Brouk-féle értékszáma az 1,0 kg/cm²-t nem éri el. Sőt az igen kis térfogatsúlyú hőálló hőszigetelő anyagok előállítására a ciklonban és szűrőtömlőben leválasztott 80—90 g/l halmaztérfogatsúlyú, mindössze 0,7—0,8 kg/cm² szilárdságú termék a legalkalmasabb.

A legkisebb halmaztérfogatsúlyú termék előállítási lehetőségeit kutatva, perlit-duzzasztási kísérleteink során a felhevítés és expandálás optimális idejének, továbbá az optimális expandálási hőmérsékletnek figyelembevételével a szemcseméreteknak az anyag duzzadását befolyásoló hatását is megvizsgáltuk. Az 5 mm-nél nagyobb szemcséket nem tartalmazó kőzetzúalékot hat szemcsefrakcióra bontva, meghatároztuk az egyes frakciókból 1120°—1150°-on duzzasztott termék halmaztérfogatsúlyát és duzzadási mértékszámát. A kísérleti eredményeket a 7. ábra tünteti fel.

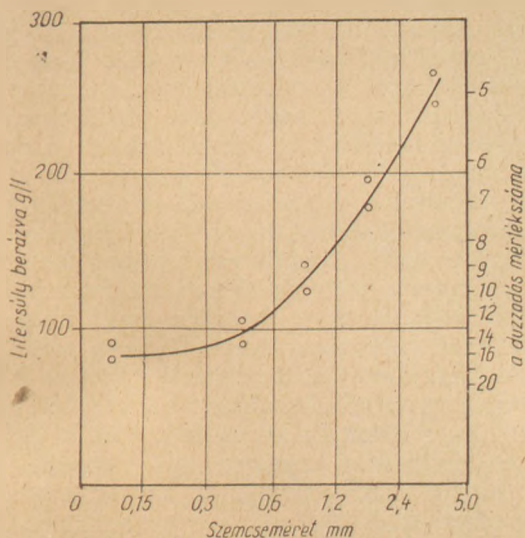
A kísérleti adatok, melyek régebbi kísérleteink adataiból [9] bizonyos mértékig különböznek, azt mutatják, hogy a duzzadás mértékszáma a nyers-zúalék szemcseméretének kisebbedésével fokozatosan növekszik. Az optimális expandálási idő és hőmérséklet pontos betartása mellett a legkisebb szemcsékből álló frakció adja meg a legkisebb halmaztérfogatsúlyú terméket. Ilyen finomszemcséjű zúalék duzzasztása azonban igen kényes feladat és gyakorlatilag nem valósítható meg; az optimálisnál alig néhány fokkal magasabb hőmérséklet esetén a kicsi, nagy fajlagos felületű szemcsék egymáshoz és a kemence falához tapadnak és fellép a súlyos üzemzavart előidéző gyűrűképződés veszélye. Minthogy üzemi kemenceknél a hőmérséklet kismérvű ingadozása elkerülhetetlen, a szemcsék csak a nagyobb méretű szemcséket tartalmazó frakciókkal keverve duzzaszthatók eredményesen.

A duzzasztott perlitet kis halmaztérfogatsúlyán, ill. nagy pórustérfogatán kívül kicsiny



6. ábra. A pálházi duzzasztott perlit szemcseösszetétele és halmaztérfogsúlya

a) az ürítődobon át távozó anyag szemcseösszetétele és a szemcsefrakciók halmaztérfogsúlya, b) a ciklonban és szűrőtümlőben leválasztott anyag szemcseösszetétele és szemcsefrakcióinak halmaztérfogsúlya, c) a keverék szemcseösszetétele és halmaztérfogsúlya (folytonos vonal); a nyers-zúzalék szemcseösszetétele (szaggatott vonal)



7. ábra. A pálházi expandált perlit halmaztérfogsúlya és duzzadási mértékszáma a nyers-zúzalék szemcseméretétől függően

pórusméretei is jellemzik. Pórusrendszere nyitott és zárt pórusokból áll. A pórusok mérete tág határok között változik, de még a mikropórusok mellett jelenlevő legnagyobb pórusok átmérője sem haladja meg a 0,3—0,4 mm-t. Minthogy ilyen kis átmérőjű pórusokban a levegő egyenértékű hővezetési tényezője kicsi és nem növekszik túlzott mértékben magasabb hőmérsékleteken sem, a duzzasztott perlit magas hőmérsékleten alkalmazható hőszigetelő anyagok előállítására is felhasználható.

5.

Kerámiai kötész perlit hőszigetelő anyagok összetétele és anyagtulajdonságai

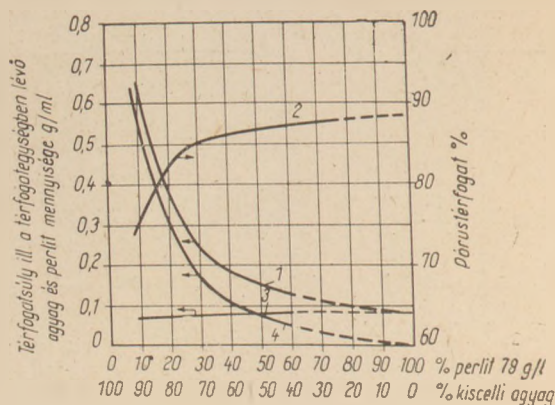
A kerámiai hőszigetelő anyagokat hőhatásokkal szemben nagyfokú ellenállóképességük, térfogatállandóságuk, hőmérsékletingadozásokkal

szembeni ellenállóképességük és különleges esetekben magas olvadáspontjuk, továbbá magas nyomás alatti lágyuláspontjuk jellemzi. A 400°—500°-nál magasabb hőmérsékletekre igénybevett hőszigetelő anyagok túlnyomórészen kerámiai termékek. Állósságuk alapján a kerámiai hőszigetelő anyagokat két csoportba sorozzuk. Az első csoportba a legfeljebb 900°-ig alkalmazható anyagok tartoznak, a másodikba a 900°-nál, a legtöbb esetben 1200°-nál is magasabb hőmérsékletáig igénybevehető anyagok. A duzzasztott perlit a kerámiai hőszigetelő anyagok mindkét fajtájának előállítására alkalmas, amennyiben a masszakeverékben az alkatrészek minőségét és mennyiségét helyesen választjuk meg.

a) 900° hőmérsékletáig alkalmazható hőszigetelő anyagok

A 900° hőmérsékletáig hőálló szigetelő anyagok alapanyaga a nagy porozitást előidéző duzzasztott perlitén kívül lényegében csak képlekeny agyagot tartalmaz, ami a formázhatóságot és a kerámiai kötést biztosítja. A vibrálási eljárással formázott és kiszáritott idomtestek a 900°—1000°-on szilárd fázisban lejátszódó égetési folyamat alatt kerámiai anyaggá válnak.

A nyersanyagkeverékben a duzzasztott perlit mennyisége igen tág határok között változtatható; 10—60% perlit-tartalmú, sőt erősen képlekeny és nagy kötőképességű agyag használata esetén még a 70% perlitet tartalmazó massa is jól formázható. A massa formázhatóvá tételéhez szükséges víz mennyisége a perlit-tartalommal nagymértékben nő; a nyersanyagkeverék perlit-tartalmát 10%-ról 60%-ra növelte, a megmunkálási víz mennyiségének növekedésével egyidejűleg a massa formaállóságát elősegítő kapilláraktív anyag mennyiségét is fokozatosan növelni kell.

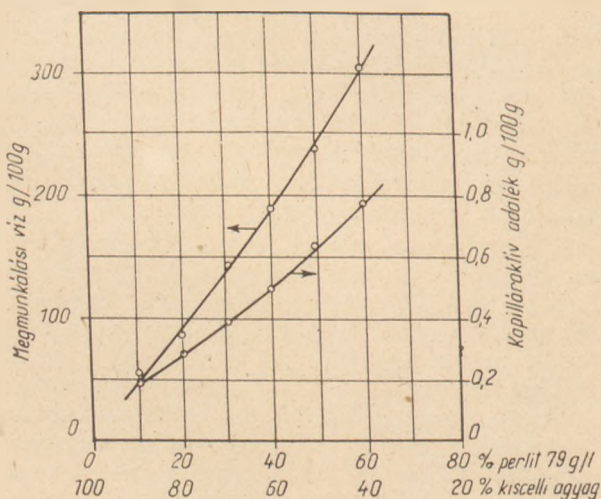


8. ábra. A duzzasztott perlit és képlékeny agyag keverékéből formázott és kiszáritott testek térfogatsúlya

(1) pórustérfigat, (2) továbbá a testek térfogategységében lévő perlit, (3) és agyag, (4) mennyisége a nyersanyagkeverék százalékos összetételétől függően

A 8. ábra görbéi a duzzasztott perlit és kiscelli agyag különböző %-os összetételű keverékéből formázott és kiszáritott testek térfogatsúlyát, pórustérfigatát, továbbá a testek térfogategységében lévő duzzasztott perlit és agyag súlymennyiségét tüntetik fel. A 9. ábra görbéi a nyersanyagkeverékek formázható és formaálló masszává alakításához szükséges víz és kapilláraktív adalék (diizobutilnaftalinszulfosavas-ammonium) mennyiségét adják meg, a massa szárazanyag tartalmára vonatkoztatva. Szembetűnő és a 8. ábrán jól megfigyelhető, hogy a különböző összetételű és térfogatsúlyú testek térfogategységében lévő perlit mennyisége megközelítőleg egyenlő és hogy ez a súlymennyiség a berázott állapotú duzzasztott perlitszemcsék halmaztérfogatsúlyának felel meg.

Ha tehát a kiformázott és kiszáritott test térfogatsúlyából levonjuk a test térfogategységében lévő agyag súlyát — bármilyen is volt a nyersanyagkeverék %-os összetétele — a duz-



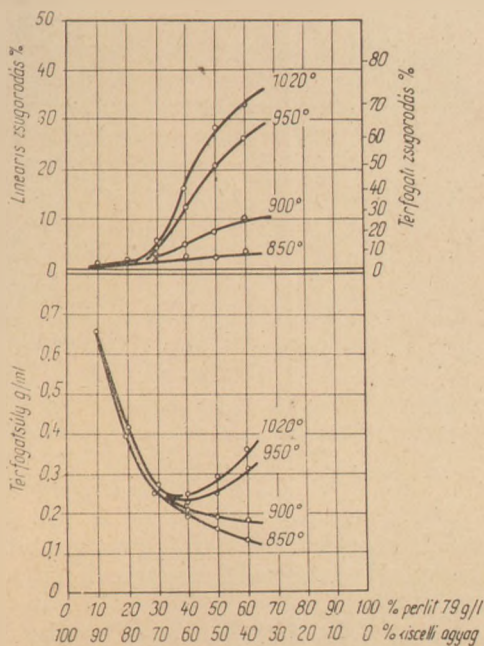
9. ábra. A megmunkálási víz (1) és a kapilláraktív adalékanyag (2) mennyisége a nyersanyagkeverék %-os összetételétől függően

asztott perlit halmaztérfogatsúlyával közel meg- egyező értéket kapunk. Ez annak a követke- ménnye, hogy a duzzasztott perlitszemcsék a kerá- miai masszában és a kiszáritott testekben, sőt még a 850°-nál alacsonyabb hőmérsékleten kiégetett termékekben is megmaradnak laza halmazuk eredeti állapotában, a szemcsék közötti hézagokat pedig még az esetben sem tölti ki az agyag, ha a nyers- anyagkeverékben nagy volt a %-os mennyi- sége.

A perlittartalmú masszából kiformázott testek száradásuk folyamán észrevehetőleg nem zsugo- rodnak, térfogatuk gyakorlatilag nem változik. A kiszáritott testek térfogatsúlya a duzzasztott perlit %-os növekedésének arányában csökken a 8. ábra térfogatsúlyt ábrázoló görbéje szerint. A térfogatsúly-csökkenés a perlittartalom növe- kedésével egyre kisebb mértékű. A kiégetett ter- mékekben a perlittartalom és térfogatsúly közötti összefüggés nem ilyen egyszerű. A 900°-nál ala- csonyabb hőmérsékleten égetett anyagoknál az arányosság még fennáll, 900°-nál maga- sabb égetési hőmérséklet esetében azonban a a térfogatsúlynak kezdeti rohamos, majd foko- zatosan lassuló csökkenése meghatározott perlit- tartalomnál megszűnik, sőt a perlit %-os meny- nyiségének további növelése már a térfogatsúly emelkedését vonja maga után. Minél magasabb az égetési hőmérséklet, annál inkább észlelhető ez a jelenség. A térfogatsúly növekedése a nagy perlittartalmú anyagok szokatlanul magas égetési zsugorodása következtében áll elő. Míg pl. a 950°- on égetett, 30% duzzasztott perlitet tartalmazó anyag lineáris és térfogati zsugorodása mindössze 5%, ill. 10%, az 50% perlittartalmú, azonos hő- mérsékleten kiégetett terméké 20%, ill. 51%. A 10. ábra görbéi a duzzasztott perlit és kiscelli agyag keverékéből formázott és 850°, 900°, 950° és 1020°-on kiégetett kerámiai anyagok térfogat- súlyát és égetési zsugorodását szemléltetik a nyersanyagkeverék perlit, ill. agyagtartalmának függvényében.

A kerámiai technológiában majdnem szabály- nak tekinthető gyakorlat szerint a hőhatásoknak ellenálló gyártmányokat az igénybevétel hőfo- kánál magasabb hőmérsékleten égetik ki, hogy utózsugorodásuk 1%-nál nagyobb ne legyen. Utózsugorodás-mérések alapján felvett és a 11. ábrán feltüntetett utózsugorodási görbék alapján megállapítottuk, hogy a 900° hőmérsékletáig alkalmazható perlit alapú hőszigetelő anyagok égetési hőmérséklete legalább 950° kell legyen. A 950° égetési hőmérsékletre tartozó térfogat- súly-görbék (10. ábra) alapján megállapítható, hogy a kerámiai massa perlittartalmát 30%-nál nagyobbra növelni nem indokolt, mert ezen a határon túl a térfogatsúly már alig csökken és 40% perlittartalomnál már növekedni kezd. A 30% perlittartalmú és 950°-on égetett anyag térfogat- súlya 0,27 g/ml, égetési zsugorodása 4,2%.

A 10. ábra görbéi az expandáló berendezés ciklonjában és szűrőtömlőjében leválasztott 79 g/l halmaztérfogatsúlyú, duzzasztott perlit felhasz- nálásával előállított kerámiai anyagokra vonat- koznak. Hasonló görbesereget kapunk az üritő-

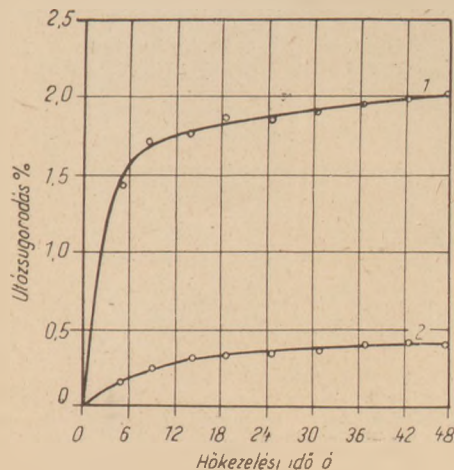


10. ábra. 79 g/l halmaztérfogatsúlyú duzzasztott perlit és kiscelli agyag keverékéből formázott és különböző hőmérsékleteken kiégetett anyagok térfogatsúlya és égetési zsugorodása a nyersanyagkeverék perlit-, illetve agyagtartalmának függvényében

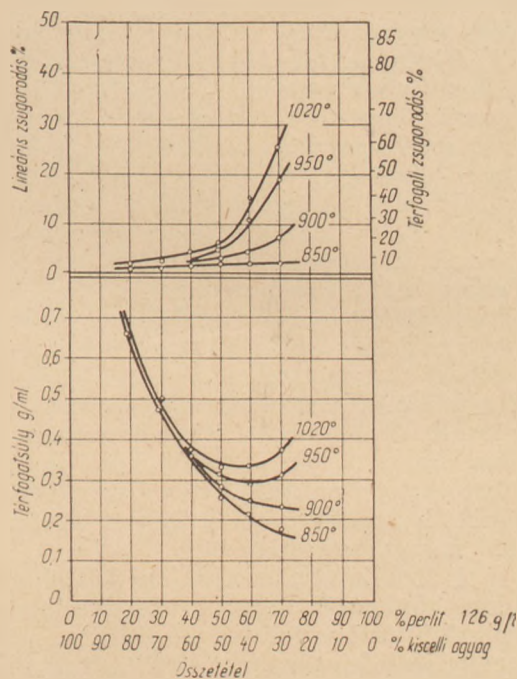
dobból, ciklonból és szűrőtömlőből származó anyagok egyesítéséből keletkező 128 g/l halmaztérfogatsúlyú perlitel készült kerámiai termékre is, melyeket a 12. ábra szemléltet. Az ábrán leolvasható adatokból megállapítható, hogy a masszakeverék perlittartalmát kb. 50%-ra kell felemlünk, hogy az elérhető legkisebb térfogatsúlyú kerámiai terméket kapjuk. A 950°-on kiégetett anyag térfogatsúlya 0,31 g/ml, térfogatsúlya tehát még ez esetben is nagyobb, mint a csak 30%, 79 g litersúlyú perlitet tartalmazó anyagé.

A 10. és 12. ábra térfogatsúly-görbéinek elemzése alapján megállapítható, hogy különösen a 30 súly %-nál nagyobb perlittartalmú masszákban 900°—950° égetési hőmérsékleten 0,2 g/ml-nél alacsonyabb térfogatsúlyú hőszigetelő anyagok állíthatók elő. Ezeknek igénybevételei hőmérséklet-határa 900° alatt van, de 800°-on mért utózsugorodásuk elenyészően csekély. Itt felvetődik az a kérdés, hogy nem lenne-e helyes a 800° hőmérséklet-határt meg nem haladó igénybevételekhez ilyen kis térfogatsúlyú, igen hatásos hőszigetelést biztosító anyagokat előállítani. A kérdésre nemmel kell válaszolnunk, mert a perlit-alapú kerámiai anyagok égetési hőmérsékletének és térfogatsúlyának csökkentése egyidejűleg a nyomószilárdság rohamos csökkenését is jelenti. A 13. ábra a 30% perlit és 70% kiscelli agyag keverékéből előállított termék nyomószilárdságát tünteti fel az égetési hőmérséklet függvényében, a 14. ábra a különböző perlittartalmú, 850°-on égetett anyagok nyomószilárdságát a térfogatsúly függvényében.

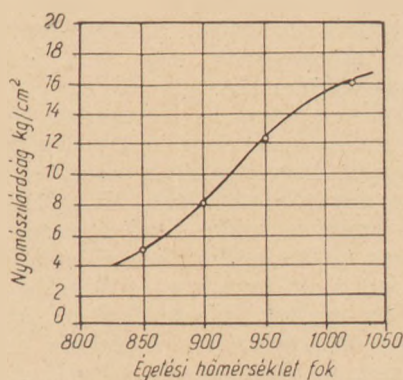
A perlit-alapanyagú kerámiai szigetelő anyagoknak perlittartalmukkal változó térfogatsúlyával egyidejűleg pórustérfogata is változik. A 79 g/l



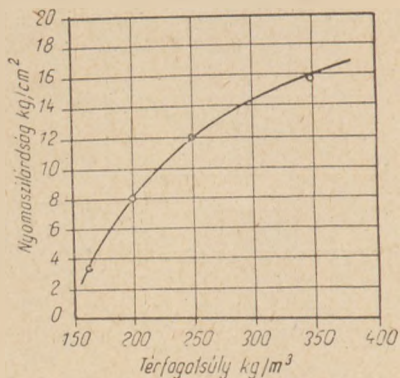
11. ábra. A 30% perlittartalmú, 900° (1) és 950°-on (2) kiégetett anyag utózsugorodása 900°-on a hőkezelési idő függvényében



12. ábra. 128 g/l halmaztérfogatsúlyú perlit és kiscelli agyag keverékéből formázott és különböző hőmérsékleteken kiégetett anyagok térfogatsúlya és égetési zsugorodása a nyersanyagkeverék perlit- és agyagtartalmának függvényében



13. ábra. 30% perlittartalmú kerámiai anyag nyomószilárdsága (kg/cm^2) az égetési hőmérséklet függvényében



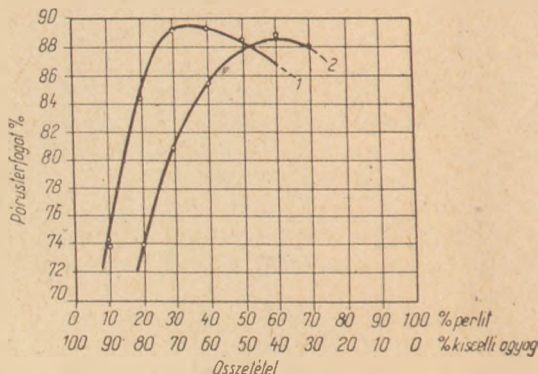
14. ábra. Perlittartalmú kerámiai anyagok nyomószilárdsága (kg/cm^2) a térfogatsúly függvényeként

és 128 g/l halmaztérfigatsúlyú duzzasztott perlit és kiscelli agyag keverékéből 950° égetési hőmérséklet mellett előállított kerámiai anyagok pórus-térfigatát a nyersanyagkeverék %-os összetételének függvényében a 15. ábra szemlélteti.

A kerámiai termékben nyitott és zárt pórusok és kapillárisok vannak. A 30% 79 g/l halmaztérfigatsúlyú perlitet tartalmazó termékben a 89,5%-ot kitevő összes pórusokból 81% a nyitott, 8,5% a zárt pórusok mennyisége. Az 50% 128 g/l halmaztérfigatsúlyú perlitel előállított, valamivel kisebb, 87,7% pórustérfigatú anyagban a zárt pórusok mennyisége több, 76,5% nyitott pórus mellett 12,2% zárt pórus van jelen. Az anyag pórusrendszere három pórusfajtából tevődik össze. A pórusok nagyobb részét maguknak a perlitsejtszemcséknek a duzzasztás folyamán képződött, legfeljebb 0,3—0,4 mm átmérőjű pórusai alkotják, második kisebb részét a perlitsejtszemcsék közötti, maximálisan 1 mm átmérőjű hézagok, melyeket a kötőanyag nem töltött ki teljesen, végül a legkisebb harmadik részt a kiégett kötőanyagban lévő mikropórusok képezik.

A 900° hőmérsékletáig hőálló, perlittartalmú hőszigetelő anyagok térfogatsúlya a masszsa előállításához felhasznált perlit minőségén és mennyiségén kívül nagymértékben függ a kerámiai kötést létrehozó agyag minőségétől is. Kötőagyagként a durvakerámiai iparban használt, 1250° -nál alacsonyabb olvadáspontú, képlékeny agyagokat alkalmazunk. Az agyag kémiai összetételének és ásványi felépítésének, valamint kerámiai jellemzőinek döntő jelentősége van a kerámiai kötészű perlit anyagtulajdonságaira. A képlékenységi és kötőképesség egymagában még nem határozza meg az agyag alkalmazhatóságát.

Ha kiscelli agyagot az ugyancsak téglá- és cserépgyártásra használt nagyképlékenységi tiszaberceli agyaggal helyettesítünk, mely a kiscelli agyagtól ásványi felépítésében főképpen abban különbözik, hogy a benne levő agyagásványok túlnyomórészt montmorillonitból állanak és kalciumkarbonátot nem tartalmaz, különben azonos összetételű és azonos hőmérsékleten kiégett próbatestek térfogatsúlyában és égetési zsugorodásában szembetűnő eltérések jelentkeznek. A tiszaberceli agyag és 79 g/l halmaztérfigatsúlyú duzzasztott perlit keverékéből előállított és külön-



15. ábra. 950° -on kiégett agyagkötészű perlitszigetelő anyagok pórustérfigata a nyersanyagkeverék %-os összetételének függvényeként

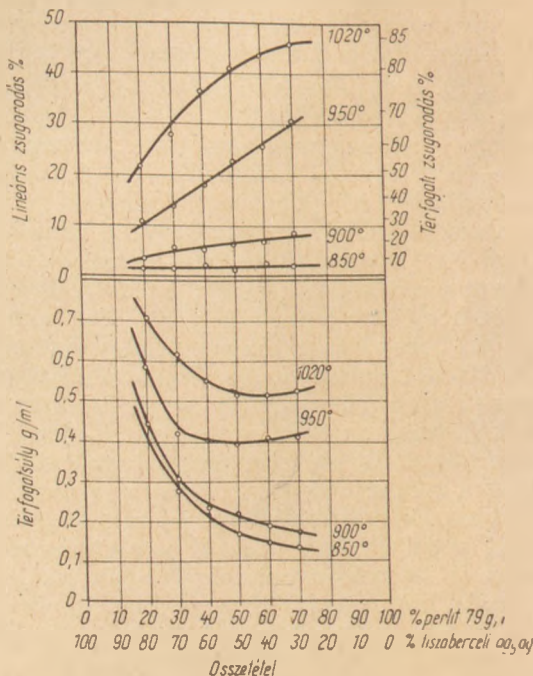
1. 79 g/l halmaztérfigatsúlyú, 2. 128 g/l halmaztérfigatsúlyú duzzasztott perlit felhasználásával

böző hőmérsékleteken kiégett próbatestek térfogatsúlyát és égetési zsugorodását a 16. ábra szemlélteti.

A görbék alapján megállapítható, hogy a tiszaberceli agyag a duzzasztott perlit kémiai kötészére nem alkalmas, mert a mechanikai ellenállóképesség megvalósításához szükséges 950° hőmérsékleten kiégett termék térfogatsúlya a legkedvezőbb massaösszetétel mellett is 0,40 g/ml felett van, 35%-ot meghaladó térfogati zsugorodása következtében.

A tiszaberceli agyag alkalmazásánál észlelt nem kielégítő eredmények az ásványi összetételben hozzá hasonló mályi mészszegegy téglagyag használatánál is mutatkoztak.

Nem vezettek célhoz azok a kísérletek sem, amelyeknél kötőanyagként 60% kiscelli agyag és 40% szurdokpüspöki kovaföldből álló anyagkeveréket használtunk. Annak ellenére, hogy a kova-

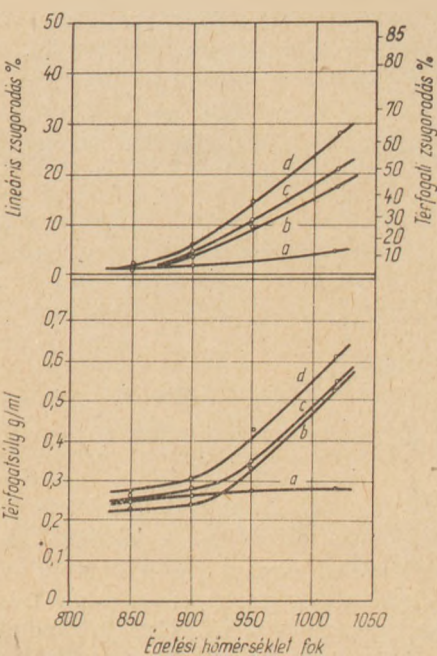


16. ábra. Duzzasztott perlit és tiszaberceli agyagból álló és különböző hőmérsékleteken kiégett testek térfogatsúlya és égetési zsugorodása a nyersanyagkeverék %-os összetételének függvényében

föld halmaztérfogatsúlya, ill. térfogatsúlya az agyagénál lényegesen kisebb, a 950°-on kiégetett próbatest térfogatsúlya lényegesen nagyobb volt, mint a tisztán kiscelli agyaggal előállított testé.

A kiscelli, tiszaberceli és mályi agyaggal, valamint a kiscelli agyag és kovaföld keverékével előállított, 30% perlittartalmú kerámiai anyagok közötti különbségeket igen jól visszatükrözik a 17. ábra görbéi, melyek a különböző kötőanyagokból készült próbatestek térfogatsúlyát és zsugorodását az égetési hőmérséklet függvényében adják meg. Látható, hogy 950° égetési hőmérséklet mellett a kiscelli agyaggal készült próbatest térfogatsúlya mindössze 0,27 g/ml, a kovaföldes testé már 0,32 g/ml-re emelkedik, a mályi és tiszaberceli agyaggal előállított testeké pedig 0,35 g/ml, ill. 0,43 g/ml-re szökik fel. A térfogatsúlyt ábrázoló görbéken azt is megfigyelhetjük, hogy míg a kiscelli agyag használatánál a térfogatsúly az égetési hőmérséklettel csak kis mértékben emelkedik, a kovaföldes kötőanyag és a mályi agyag, de különösen a tiszaberceli agyag alkalmazása esetében az égetési hőmérséklet emelkedése a térfogatsúly rohamos növekedésével van egybekötve.

Az agyagok minőségének a kerámiai kötészű perlit térfogatsúlyára gyakorolt hatása a kémiai és ásványi összetételüktől függő száradási és égetési zsugorodásukkal, tömörreégésük hőmérsékletével, lágyulás- és olvadáspontjukkal, végül az égetési folyamat alatt észlelhető térfogatváltozásaikkal hozható összefüggésbe. A kísérleteinkhez felhasznált három agyag és a kovaföld kerámiai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.



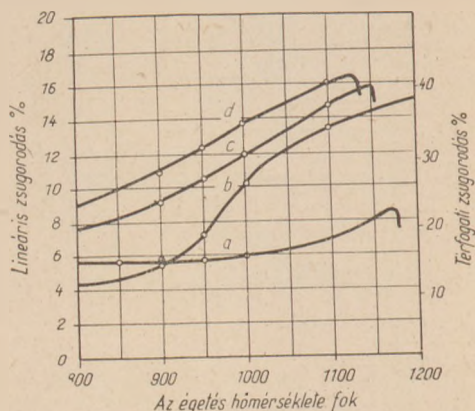
17. ábra. Azonos perlittartalmú, különböző kötőanyagokkal előállított próbatestek térfogatsúlya és zsugorodása az égetési hőmérséklettől függően. Kötőanyagok: a) kiscelli agyag, b) agyag és kovaföld keveréke, c) mályi agyag, d) tiszaberceli agyag

A kötőanyagnak felhasznált három agyagfajtából és a kovaföldből nedves formázással készített próbatestek lineáris és térfogati zsugorodását az égetési hőmérséklet függvényében 800°—1200° között a 18. ábra görbéi szemléltetik.

1. táblázat

Kötőagyagok és kovaföld kerámiai jellemzői

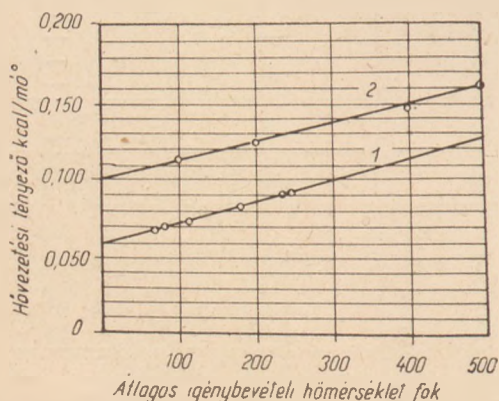
	Kiscelli	Mályi	Tiszaberceli	dokpüspöki kovaföld
	a g y a g			
Agyagásványok minősége	Illit	Montmorillonit, illit	Montmorillonit, illit	—
mennyisége, %	30—35	35—45	40—45	—
CaCO ₃ finomeloszlású állapotban, %	15,2	2,1	1,1	11,2
SiO ₂ , %	—	—	—	74
Szemcseösszetétel				
finom homok 200—40 μ	19	8	7	—
porhomok 40—25 μ	8	8	—	—
agyagiszap 25—10 μ	18	17	8	—
finom agyag < 10 μ	55	67	85	—
Lágyuláspont, fok	1140	1120	1100	—
Olvadáspont, fok	1200	1180	1150	1470
A kiformázott testek				
zsugorodása szárazon, %	5,6	7,8	8,9	3,1
950°-on kiégetve, %	5,8	10,3	12,3	7,3
1000°-on kiégetve, %	5,9	12,0	13,8	10,1
1100°-on kiégetve, %	7,0	14,8	16,0	13,6
Tömörreégésének hőmérséklete, fok	1150	1070	1040	—
Térfogatsúlya 950°-on kiégetve, g/ml	1,67	1,81	1,86	0,80
Pórustérfogata 950°-on kiégetve, %	32,4	16,2	9,3	65,2



18. ábra. Kötőanyagokból és kovaföldből formázott testek lineáris és térfogati zsugorodása az égetési hőmérséklet függvényében. a) kiscelli agyag, b) szurdokpüspöki kovaföld, c) mályi agyag, d) tiszaberceli agyag

A különböző agyagfajtákkal és kovafölddel végzett kísérletek eredményeinek és az 1. táblázat adatainak, valamint a 18. ábra görbéinek kiértékelése alapján a következőket állapíthatjuk meg.

A duzzasztott perlit kerámiai kötészére azok a képlékeny, márgás tégl- és cserépagyagok a legmegfelelőbbek, melyeknek agyagásványai az illit-csoportba tartoznak és montmorillonitot számottevő mennyiségben nem tartalmaznak; száradási zsugorodásuk kicsi és 950° — 1000° égetési hőmérsékleten kicsi az égetési zsugorodásuk is, ugyanakkor nagy a pórustérfogatuk. Nem égethetők tömörre, tömörreégésük hőmérséklete lágyulás, ill. olvadáspontjukkal, — mely többnyire eléri az 1150° , ill. 1200° -ot — majdnem egybeesik. Jellemző még, hogy ezek az agyagok az égetési folyamat 800° — 950° -os szakaszában, tehát abban a hőmérsékleti intervallumban, amelyben a perlit alapanyagú masszából formázott testek szilárd fázisban végbemenő reakciók eredményeképpen kerámiai anyaggá válnak, alig zsugorodnak, vagyis térfogatuk és pórustérfogatuk nem változik. Ez a magyarázata annak, hogy a legkisebb térfogatsúlyú anyag előállítása — melyhez hasonlót a kerámiai ipar termékei között eddig nem ismerünk — miért éppen a 15% kalciumkarbonát-tartalmú kiscelli agyag felhasználásával sikerült.



19. ábra. Kerámiai kötészű perlit (1) és Diatomit (2) hőszigetelő anyagok hővezetési tényezője a hőmérséklet függvényében

A 900° hőmérsékletáig alkalmazható kerámiai kötészű perlit két legfontosabb jellemzője a kis hővezetési tényező és a viszonylagosan nagy szilárdság. A kísérleteink folyamán felüzeimi méretekben is előállított 0,285 g/ml térfogatsúlyú anyag hővezetési tényezője 0 — 500° átlagos igénybevételi hőmérsékleten $0,058$ — $0,128$ kcal/m² [10]. Az anyag hővezetési tényezőjét a hőmérséklet függvényében a 19. ábra tünteti fel. Az ábrán összehasonlításképpen a Hartmann és Grünzweig Ludwigshafen-i cég 550 g/ml térfogatsúlyú Diatomit hőszigetelő anyagának ugyanezen igénybevételi hőmérsékletekre megállapított hővezetési tényezőit feltüntető görbéit is közöljük [11].

A 285 g/ml térfogatsúlyú kerámiai kötészű perlit nyomószilárdságát 60 mm élhosszúságú próbakockákon mérve 12 — 14 kg/cm²-ben állapítottuk meg. Ez az érték az anyag kis térfogatsúlyát tekintve szokatlanul nagy. Az ennél lényegesen nagyobb, 0,55 g/ml térfogatsúlyú Diatomit-tégla nyomószilárdsága ugyancsak Hartmann és Grünzweig adatai szerint 6 — 9 kg/cm²; az utóbbival azonos térfogatsúlyú termalit-tégla szilárdsága pedig még ennél is kisebb, 4 — 7 kg/cm². Tehát a nagyobb térfogatsúlyú anyagnak lényegesen kisebb szilárdsága van.

Az anyag viszonylagosan nagy szilárdsága azzal magyarázható, hogy az égetés folyamán az üveges fázisban levő duzzasztott perlit szemcsék igen könnyen lépnek reakcióba az agyag túlnyomórészt kristályos fázisú alkatrészeivel és olyan új kristályos képződmények és olvadékok jönnek létre, amelyek az anyag nagy szilárdságának kialakulását idézik elő. Ezt a következtetésemet megerősítik azok a kísérletek is, amelyeket az ugyancsak üveges szerkezetű porszénhamu és agyag keverékével végeztem a kis térfogatsúlyú porszénhamutégla előállításakor.

A kerámiai kötészű perlit anyagáról differenciáltermoanalitikai és röntgendiffrakciós vizsgálatok is készültek [12]. A vizsgálati eredmények azonban az alacsony olvadáspontú közönséges agyagok bonyolult összetétele következtében nem derítenek fényt a szilárd fázisban lejátszódó égetési folyamat lényegére.

b) 900° -nál magasabb hőmérsékletáig alkalmazható hőszigetelő anyagok

Az iparban és a magasépítészetben egyaránt alkalmazott 900° hőállóságú hőszigetelő anyagok mellett igen jelentősége van a 900° -nál nagyobb hőállóságú szigetelő anyagoknak is. A 900° -nál magasabb hőmérsékletáig hőálló, főképpen ipari kemencék hőszigetelésére használt könnyű kerámiai anyagoknak két csoportja van:

1. 900° — 1400° hőmérsékletáig között igénybevehető anyagok, 2. 1400° -nál magasabb hőmérsékleten is igénybevehető anyagok.

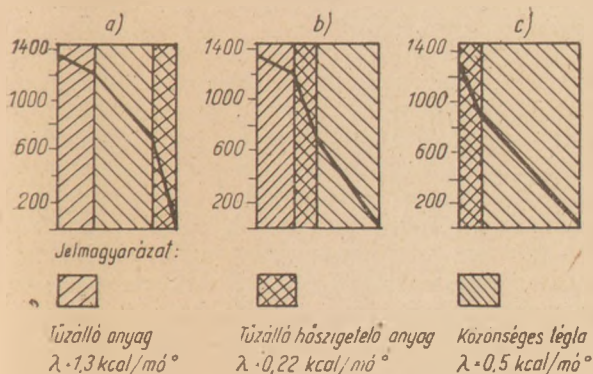
A csak általában külső szigetelőréteggént alkalmazható 900° hőállóságú szigetelő anyagokkal szemben a 900° — 1400° -ig hőálló anyagokat főképpen a kemencefalzat közönséges szigetelőrétegének kiképzésére alkalmazzák, az

1400°-nál magasabb hőmérsékleten is hőálló anyagokkal magát a tűzálló bélést helyettesítik, amennyiben az a tűztérben levő szilárd, folyós és gázemű anyagok kémiai és kopató hatásának nincsen kitéve [13]. A szigetelő téglák háromféle elhelyezését és a szigetelő réteg háromféle elhelyezése mellett a kemencefalazatban észlelhető hőmérsékletesést a 20. ábra szemlélteti. Az alábbiakban részletezett kísérleteim szerint a duzzasztott perlitel előállított, nagy hőállóságú könnyű kerámiai anyag igénybevételének hőmérsékletará 1350°, ezért a hőkezelő berendezések falazatában elsősorban közbenső szigetelőréteggént alkalmazható, tűzálló bélésként csak az esetben, ha az égetőtér hőmérséklete az 1300°-ot nem haladja meg, pl. kantál-ellenállás fűtési kemencében.

A perlit már 850°-nál lágyuló, alacsony olvadáspontú szilikátüveg, olvadáspontja nem haladja meg az 1250°-ot. Ebből következik, hogy nagy hőállóságú kerámiai anyag képződése csak olyan nyersanyagkeverékből előállított masszából várható, amelyben a duzzasztott perlit mennyisége kicsi. Hogy a nagy porozitást minél kisebb perlit-adagolással érjük el, kísérleteimhez csak az expandáló berendezés ciklonjában és szűrőtömlőjében leválasztott 79 g/l halmaztérfogatsúlyú duzzasztott perlitet használtam.

A nagy hőállóságú kerámiai kötésű perlit masszájának másik komponense tűzálló agyag. Kétfajta tűzálló agyagot próbáltam ki: a 32—33 SK olvadáspontú hazai petényi agyagot és a 33—34 SK olvadáspontú csehszlovákiai poltári agyagot. Minthogy a petényi agyag képlékenysége és kötőképesége magas kvarctartalma folytán nem volt kielégítő, az erősen képlékeny, nagy kötőképeségű poltári agyagot használtam. Az agyag-nak egy részét, éspedig 65%-át 1450°-on kiégetett 2 mm-nél nagyobb szemcséket nem tartalmazó samott formájában vittem be a masszába.

Különböző %-os összetételű keverékekkel végrehajtott kísérletek alapján legmegfelelőbbnek a 85% poltári agyag és 15% duzzasztott perlitből álló nyersanyagkeverék bizonyult. A masszakeverékből formázott és kiégetett anyag térfogatsúlya 1410° égetési hőmérséklet mellett 0,81 g/ml, 1450° mellett 0,92 g/ml volt.



20. ábra. Hőmérsékletesés a kemencefalazatban a) külső, b) közbenső, c) belső szigetelő réteg alkalmazása esetében

Az ily módon elért térfogatsúly csökkentése érdekében további kísérleteket végeztem. A kisebb térfogatsúlyú termék előállítása oly módon sikerült, hogy a masszakeverékben közönséges samott-dara helyett 2 mm szemcsefinomságúra őrlött könnyű samottot alkalmaztunk. A könnyű samottot 70 súly% poltári agyag és 30 súly% fenyőfa-fűrészpor keverékéből készített masszának 1450°-on történő kiégetése útján állítottuk elő. Hogy a könnyű samottban a pórusméretek 1 mm-nél nagyobbak ne legyenek, ami nagy hőállóságú kerámiai anyagoknál igen fontos követelmény [14], a masszakeverék előállításához 2 mm-es rostán átszított fűrészport használtunk. A könnyűsamott alkalmazásával készített masszából formázott próbatesteket 1450°-on kiégetve 0,67 g/ml térfogatsúlyú terméket kaptunk; az anyag térfogatsúlya tehát az előbbinél lényegesen kisebb.

A termék igénybevételi hőmérsékletarának megállapítása végett meghatároztuk az anyag nyomás alatti lágyuláspontját. Az 1450°-on kiégetett szabványos méretű hengeres test 0,25 kg/cm² terhelés mellett mért lágyulásának kezdeti hőmérséklete 1310°. Minthogy a kerámiai hőszigetelő anyagok igénybevételének hőmérsékletaráját a 0,25 kg/cm² terhelés mellett mért lágyulás kezdetének hőfokával szokták jellemezni, kísérleti anyagunk igénybevételének maximális hőmérsékletét 1300°-ban adhatjuk meg.

Végül a kerámiai kötésű perlit hőállóságának fokozására is végeztem kísérleteket. A nyersanyagkeverék összetételét ebből a célból úgy változtattam meg, hogy a könnyű samott rovására 20% 1200°-on kiégetett és lisztfinomságú alumíniumoxidot kevertem a masszába. Az 1450°-on kiégetett 0,72 g/ml térfogatsúlyú termék lágyuláspontja az alumíniumoxid hatására 1370°-ra emelkedett. Megfelelő összetételű nyersanyagkeverék alkalmazásával tehát 1350° hőmérsékletaráig alkalmazható kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyag állítható elő. Ez utóbbi anyagból 250 × 120 × 65 mm-es téglákat és 200 × 200 × 45 mm-es lemezeket is készítettünk. Ezek az üzemszerűen előállított építőelemek, melyeket a Magnezit Tűzállóanyaggyár alagútkemencéjében égettünk ki 1420° hőmérsékleten, a laboratóriumi gázkemencében kiégetett termékkel azonos minőségűek voltak.

A magas hőállóságú kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok előállítására vonatkozó fontosabb adatokat a 2. táblázat foglalja össze.

Az anyag hővezetési tényezőjét az igénybevételi magas hőmérsékleteken megállapítani nem tudtuk. A hővezetési tényezőnek 900° vagy ennél magasabb hőmérsékleten történő meghatározására szolgáló mérőkészülék hazánkban jelenleg még nem áll rendelkezésre. Ezért csak egy, az anyagunkhoz hasonló kémiai összetételű, 20°-on azonos hővezetési tényezőjű anyagnak, a 0,70—0,75 g/ml térfogatsúlyú könnyű samottnak hővezetési tényezőjét a hőmérséklet függvényében ábrázoló görbét közölhetjük a Koppers cég mérési adatai alapján [15], (21. ábra), feltételezve, hogy a hővezetési tényező hőmérséklettényezője a két anyagnál magas hőmérsékleteken is

2. táblázat

Magas hőmérsékleten is hőálló kerámiai kötész perlit
hőszigetelő anyagok összetétele és kerámiai jellemzői

		1.	2.	3.
Masszaösszetétel				
duzzasztott perlit (79 g/l)	%	15	15	15
poltári agyag	%	30	30	30
poltári samott	%	55	—	—
poltári könnyű samott	%	—	55	35
timföld	%	—	—	20
megmunkálási víz	g/100 g	68	77	82
diizobutilnaftalinszulfosavas ammónium	g/100 g	0,3	0,3	0,4

A vibrálással formázott test

zsugorodása				
szárazon	%	—	—	—
kiégetve 1200°-on	%	7,0	7,0	7,2
kiégetve 1410°-on	%	7,0	7,2	7,3
kiégetve 1450°-on	%	7,8	7,7	7,3
kiégetve 1500°-on	%	9,0	8,5	8,5
térfogatsűrűsége				
kiégetve 1200°-on	g/ml	—	—	—
kiégetve 1410°-on	g/ml	0,81	0,65	0,67
kiégetve 1450°-on	g/ml	0,92	0,67	0,72
kiégetve 1500°-on	g/ml	0,95	0,72	0,74

1450°-on kiégett test lágyuláspontja terhelés mellett
0,25 kg/cm²

a lágyulás kezdeti hőmérséklete	fok	—	1310	1310
a lágyulás végének hőmérséklete	fok	—	1550	1610

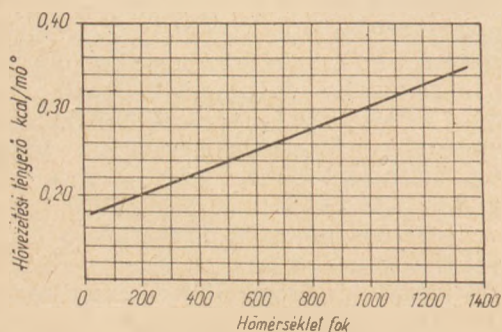
Az anyag SK olvadás pontja	fok	1710	1710	1780
-------------------------------------	-----	------	------	------

Az 1450°-on kiégett anyag

nyomószilárdsága	kg/cm ²	—	32	38
pórustérfogata	%	—	—	71,5
látszólagos porozitása ...	%	—	—	68,7
hővezetési tényezője 20°-on	kcal/mó°	—	—	0,18

megközelítőleg azonos értékű és így a görbe a kerámiai kötész perlitre is érvényes adatokat szolgáltat.

Az üzemyszerűleg is előállított 0,72 g/ml térfogatsűrűségű, 1350° hőmérsékletig alkalmaz-



21. ábra. 0,70-0,75 g/ml térfogatsűrűségű könnyű samotttégla hővezetési tényezője a hőmérséklet függvényében

ható kerámiai kötész perlit vizsgálati adataink szerint a magas hőállóságú hőszigetelő anyagoktól megkívánt követelményeket messzemenő mértékben kielégíti. Anyagtulajdonságai az azonos igénybevételi hőmérsékletekre előállított külföldi anyagokéval megegyezik, sőt szilárdságuk még nagyobb.

A nagy szilárdság kialakításában kétségtelesen a nyersanyagösszetételében alkalmazott alumíniumoxidnak is része van. Ezt a kísérletileg is igazolt megállapításomat röntgendiffrakciós vizsgálatok [16] eredményei is alátámasztják. Az 1450°-on végbemenő égetési folyamat alatt a masszában levő alumíniumoxid igen nagy hányada mullittá alakult át s mint ismeretes, különösen a magas hőmérsékleten égetett kerámiai anyagokban a mullit a szilárdság hordozója.

A kerámiai kötész perlit-hőszigetelő anyagok
szárítása és égetése

A nyomás alkalmazása nélkül vibrálási eljárással és a nyomóerőt igénybe vevő sajtolási eljárással formázott kerámiai testek száradási, ill. szárítási folyamatában elvileg nincs különbség. A kétféle eljárással formázott testek szárításmódja mégsem egyforma és ez azzal függ össze, hogy a kétféle eljárással formázott testek megmunkálási víztartalmában, száradási zsugorodásában és ezzel szoros összefüggő száradási érzékenységekben szembevető különbségek vannak. A sajtolással formázott testeknek a szárazanyagra vonatkoztatott víztartalma 10—35%, száradási zsugorodása 3—10%, kisebb-nagyobb mértékben érzékenyek a száradásnál, vagyis száradás közben repedésre és torzulásra hajlamosak. Ezzel szemben a vibrálással formázott testek 50—170% víztartalmúak, száradás közben kimutatható mértékben nem zsugorodnak, nem torzulnak és nem repednek, vagyis száradási érzékenységek igen kicsi.

Kicsiny száradási érzékenységük következtében a perlittartalmú masszából formázott testek nagy nedvességtartalmuk ellenére magas hőmérsékleten, 200—300°-os térben nagy sebességű légáramban száríthatók. A testek száradási idejét ennek következtében rendkívül nagy mértékben megrövidíthetjük. 200° hőmérsékletű légáramban a 150% vizet tartalmazó, 160 mm átmérőjű, 40 mm falvastagságú csőhéjak 8—10 óra alatt, a 350×250×120 mm-es tömbök 10—12 óra alatt tökéletesen megszáradtak.

A szárításnál figyelemmel kell lenni arra, hogy a formázó szekrényből kikerülő idomtestek friss állapotukban könnyen megroksadhatnak. Ezért csak rázkódástól mentes szállító-eszközön továbbíthatók a szárítóba. Ha a rázkódásmentes szállítást nem tudjuk biztosítani, a nyers testeket a szárítóba történőállításuk előtt 1—2 óráig 200—300°-os erős légáramban előzetes hőkezelésnek vetjük alá, hogy felületük megkeményedjék, a test szilárd kérget kapjon. Ezáltal a test könnyen kezelhetővé és szállíthatóvá válik.

A perlittartalmú testek szárítására a kerámiai ipar különböző rendszerű műszárítói egyaránt használhatók; az anyag kicsi száradási

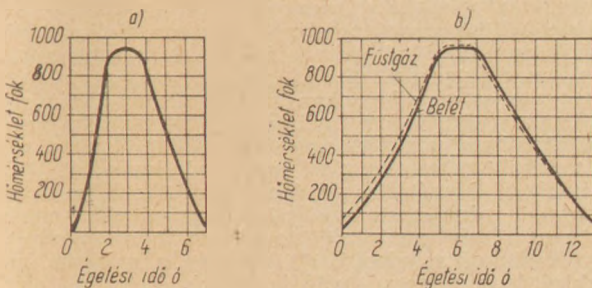
érzékenységét figyelembe véve, a kevésbé érzékeny anyagok szárítására jól bevált és jó hatásfokkal működő alagútszáritó látszik a legalkalmasabbnak.

A perlittartalmú könnyű kerámiai anyagok kis száradási érzékenysége mellett égetési érzékenysége is kicsi. A megfelelő nyersanyag-összetételű masszákából formázott testek égetésük folyamán nem repednek és nem torzulnak. Kis égetési érzékenységük következtében a perlittartalmú anyagok égetési időtartama a legtöbb kerámiai anyagénál rövidebb. Az égetési folyamat vizsgálatánál külön kell foglalkoznunk az alacsonyabb és magasabb hőmérsékletű hűtőanyagokkal.

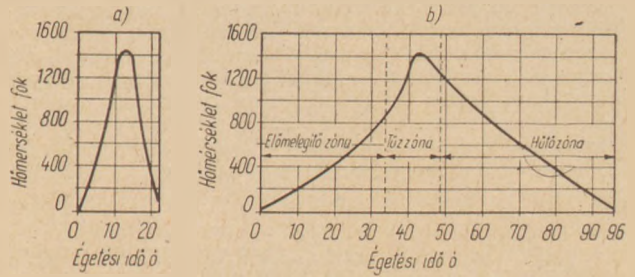
A 900° hőmérsékletű hűtő hűsítő anyag égetési hőmérséklete 950° . Az égetési folyamat hőmérsékleti görbéit a 22a és b ábrák szemléltetik. A görbéket a 70% kiscelli agyag és 30% duzzasztott perlitből készített masszából formázott testeknek $0,08 \text{ m}^3$ űrtartalmú szilindrudas laboratóriumi és 3 m^3 -es átcsapolángú üzemi kemencében történő égetésekor felvett adatok alapján szerkesztettük meg. A laboratóriumi kemencében $200 \times 100 \times 50 \text{ mm}$ nagyságú próbatesteket, az üzemi kemencében 160 mm átmérőjű, 40 mm falvastagságú és 250 mm hosszú szigetelő csőhéjakat, $400 \times 200 \times 50 \text{ mm}$ nagyságú lemezeket és $350 \times 250 \times 125 \text{ mm}$ méretű tömböket égettünk ki. A testek mind a laboratóriumi, mind az üzemi kemencében tökéletesen kiégték. Az égetési kísérletek alapján megállapíthatjuk, hogy a 900° hőmérsékletű hűtő alkalmazható kerámiai kötésű perlit-szigetelő anyagok égetési ideje 10—12 óra.

Az 1350° hőmérsékletű hűtő hűsítő anyag égetési hőmérséklete 1450° . Az anyag összetétele 15% perlit, 30% poltári agyag, 35% poltári könnyű samott és 20% alumíniumoxid.

Az égetési hőmérsékletnek azért kell 100° -kal magasabbnak lennie az igénybevételi hőmérsékletnél, hogy az alumíniumoxidnak minél nagyobb hányada alakuljon át mullittá és hogy a megkívánt nyomás alatti lágyulási hőmérsékletet elérjük. Az égetési folyamatnak a 23a és b ábrák feltüntetett hőmérsékleti görbéit az előzőekben megadott összetételű próbatesteknek $0,025 \text{ m}^3$ -es laboratóriumi gázkemencében és a Magnezit-Tűzállóanyaggyár üzemi alagútkemencéjében lefolytatott égetésénél mért adatok alapján szer-



22. ábra. A 900° hőmérsékletű hűtő hűsítő kerámiai kötésű perlit égetési folyamatának hőmérsékleti görbéje
a) laboratórium kemence, b) üzemi kemence



23. ábra. Az 1350° hőmérsékletű hűtő hűsítő kerámiai kötésű perlit égetési folyamatának hőmérsékleti görbéje
a) laboratóriumi kemence, b) üzemi kemence

kesztettük meg. Mind a laboratóriumi, mind az üzemi kemencékben azonos méretű testeket, $250 \times 120 \times 65 \text{ mm}$ méretű téglákat és $200 \times 200 \times 50 \text{ mm}$ -es méretű lemezeket égettünk ki. A két kemencében kiégetett anyagok anyagtulajdonosságai, zsugorodása, szilárdsága, porozitása stb. azonosak voltak, annak ellenére, hogy az alagútkemencében az égetés időtartama a laboratóriumi kemence égetési idejének több, mint négyszerese. Ebből következik, hogy a nagy hűtőhőszigetelő kerámiai kötésű perlit szigetelő anyag tökéletes kiégetéséhez 25—30 óra elegendő.

Mindkét anyag égetésére a legmegfelelőbb kemencerendszer a hőmérséklet kiegyenlítődest biztosító kis keresztmetszetű, gáztüzelésű alagútkemence.

IRODALOM ÉS UTALÁSOK

- [1] Liffa A.: M. Áll. Földtani Intézet évi jelentései. 1951. 31—49 lap.
- [2] Albert J.: Építőanyag. 9. sz. 1957. 284—287. lap.
- [3] Albert J.: Silikattechnik. 1958. 10. sz. 453—457. lap.
- [4] Brouk, I. I.: Journ. of the American Concret Institut. 1954. VI. 859—860. lap.
- [5] Helm, G.: Sprechsaal für Keramik, Glas, Email. 88. 1955. 221—233; 243—245; 266—269. lap.
- [6] Branberger, K.: Tömörítés vibrálással. Budapest. 1954. 26—28. lap.
- [7] Buzágh A.: Kolloidika II. 2. Budapest. 1952. 135—137. lap.
- [8] Cammerer, I. S.: Wärme- u. Kälteschutz in der Industrie. Berlin. 1951. 136. lap.
- [9] Albert J.: Duasztott perlit. Az ÉaKKI. 57. sz. kutatási jelentése. 1958. 18. lap.
- [10] Az Építéstudományi Intézet Épületgépészeti Osztályának mérési adatai. 1958.
- [11] Hartmann és Grünzweig-katalógus. Ludwigshafen. 1957.
- [12] Az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet Analitikai Osztályának mérési adatai. 1958.
- [13] Koppers Handbuch der Brennstofftechnik. Essen. 1937. 517—518. lap.
- [14] Marsch, G. E.: Iron and Steel. 1954. 165—166. lap.
- [15] Albert J.: Építőanyag. 1955. 371—373. lap.
- [16] Konopicky, K.: Feuerfeste Baustoffe. Düsseldorf. 1957. 256. lap.
- [17] Koppers Handbuch der Brennstofftechnik. Essen. 1937. 475. lap.
- [18] Az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet Analitikai Osztályának vizsgálati adatai. 1958.

Dr. Albert János: Kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok

Az expandálási eljárással előállított duasztott perlit a legkisebb halmaztérfogású és a legjobb hőszigetelő anyagok egyike. Az eddig csak könnyűbeton adaléknak és könnyű vakoló habarsanyagnak használt

termék kerámiai hőszigetelő anyagok alapanyagául is felhasználható. A kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok előállításában azonban a szokásos kerámiai technológiái eljárásoktól különbözik, különösen a nyersanyagelőkészítés és formázás módjában, de a szárítás és égetés technikájában is. Megfelelő nyersanyagösszetétel mellett a duzzasztott perlit felhasználásával 900—1350° hőmérsékletig alkalmazható hatásos hőszigetelő anyagok állíthatók elő.

Др. Йануш Алберт: ПЕРЛИТОВЫЕ ТЕПЛО-
ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КЕРАМИЧЕС-
КОГО СВЯЗЫВАНИЯ.

В скученный перлит, изготовленный с методом экспандирования, является одним из наилучших теплоизоляционных материалов с наименьшим насыщенным весом. Этот продукт, использованный до настоящего времени в качестве добавки к легкому бетону и легкого штукатурного растворного материала, применяется также в качестве исходного материала для керамических теплоизоляционных материалов. Однако, производство перлитовых теплоизоляционных материалов керамического связывания отличается от обычных технологических методов, особенно в отно-

лении методов подготовки сырья и формовки, а также техники сушки и обжига. При удовлетворительном составе сырья с использованием вспученного перлита могут изготавливаться эффективные теплоизоляционные материалы, применяемые до температурного интервала 900—1350°.

Dr. János Albert: Der keramischgebundene,
wärmeisolierende Perlit.

Der im Expansionsverfahren erzeugte Bläherperlīt ist einer der besten wärmeisolierenden Stoffe mit dem minimalen Schüttraumgewicht. Der Perlīt wurde bisher nur als Leichtzuschlagstoff bei der Herstellung von Leichtbeton und Leichtmörtel verwendet, während er neuerdings auch als Grundstoff für keramische Wärmedämmstoffe dient. Die Herstellung der keramisch gebundenen Wärmedämmstoffe aus Perlīt unterscheidet sich vom gewöhnlichen keramischen technologischen Verfahren hauptsächlich in der Methode der Vorbereitung der Rohstoffe, weiter in der Formung und in der Technik der Trocknung und des Brennens. Aus richtig zusammengesetzten Rohstoffen kann man bei Benützung von expandiertem Perlīt Wärmedämmstoffe herstellen, die sich bei Temperaturen bis 900—1300° C verwenden lassen.

G Á S P Á R G É Z A

1891—1958

Nagy veszteség érte a magyar építőanyagipari kutatást és anyagvizsgálatot. Gáspár Géza okl. mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a Magyar Tudományos Akadémia Építési Főbizottságának tagja, az Építéstudományi Intézet tudományos osztályvezetője 1958. december 30-án, hosszas szenvedés után elhunyt.

1891. február 1-én született Székesfehérváron. Műegyetemi tanulmányait 1908-ban kezdte meg, Budapesten. 15 éves korától maga kereste a kenyerét. 1928-tól 1949-ig megszakítás nélkül a főváros szolgálatában állott. E szolgálata közben, 1931-ben szerezte meg mérnöki oklevelét. Későbbi élethivatásának területén először 1916 és 1923 között dolgozott, a Székesfővárosi Anyagvizsgáló Intézetben. 1928 után előbb az Útügyi Intézetben működött, majd visszakerült az Anyagvizsgáló Intézetbe, ahol később a Mechanikai osztály vezetője lett. 1949-ben az Anyagvizsgáló Intézet beolvadt az Építéstudományi Intézetbe. Ekkor ő is az ÉTI-be került, s ettől kezdve, egészen a halálát közvetlenül megelőző megbetegedéséig vezetett az Intézet Beton- és habarcs osztályát.

Gáspár Geza a magyar betontechnológiai tudomány és az építőanyagok vizsgálatának egyik úttörője és kimagasló kutatója volt. A 30-as évek közepétől egyre több tudományos értekezése és tanulmánya jelent meg. Ezek közül az elsők az útbetonokkal kapcsolatos kérdésekre vonatkoztak. Később munkáiban egyre inkább a cementek és betorok korrozíójával kapcsolatos problémák kerültek előtérbe. Felismerte a kérdéskör nagy hazai jelentőségét, s ebben szerezte a legkimagaslóbb érdemeket. Magyarországon ő végzett elsőnek kísérleteket ebben a témában, s a témáról magyar nyelven megjelent első könyvet is ő írta. (Káros hatások a betonra. 1942.) A könyv külföldön is elismerést szerzett.

Az Építéstudományi Intézet osztályvezetőjeként a cement- és betonkorrozóival kapcsolatban nagyarányú és fontos kísérletsorozatot végzett az 1951—54-es években is és ezek a kísérletek adták az alapot az agresszív vizekkel és talajokkal érintkező betonok műszaki előírásaihoz, amelyek szerkesztésében és módosításában élete végéig részt vett.

A betonkorrózióon kívül egész sor más témával is foglalkozott, s nagyszámú tanulmánya jelent meg a betontekhnológia és az építőanyagok vizsgálatának különböző kérdéseiről. Külföldi szaklapokban is jelent meg tanulmánya. Irodalmi tevékenységének eredményei közül legtöbbször a „Betonok és habarcsok” című műszaki előírást ismerjük és használjuk. Ennek a nélkülözhetetlen kézikönyvnek adatai javarészt az általa irányított kísérletekből származnak. Az egyéb, ismeretlen kézikönyvek közül ő szerkesztette, s részben ő is írta a „Mérnöki Kézikönyv” (1955) Építőanyagok c. részét. Hasonló szerepe volt a „Műszaki Értelmező Szótár” (1958) Építőanyagok című kötetének elkészítésénél is.

Különös érdemei vannak a magyar cement-technológiájának vizsgálatában és alkalmazási módjok megállapításában, ami a hazai cementtermelés mennyiségének nagyarányú növelésénél, s a heterogén cementek bevezetésénél, 1950–51-ben igen nagy feladatot jelentett. Főként ezzel kapcsolatos munkájának elismerésül 1952-ben kormánykintúntetésben részesült.

Gáspár Géza gyakori előadója volt az Akadémia és a tudományos egyesületek építő- és építőanyagipari tudományos konferenciáinak, valamint a Mérnöki Továbbképző Intézet tanfolyamainak. Ezekkel az előadásaival és az Építéstudományi Intézet osztályvezetőjeként nagy jelentőségű munkát végzett a hazai szakemberek ismereteinek bővítésében és a magyar beton-technológiai kutatás utánpótlásának nevelésében.

Igen szerény és rendkívül alapos ember volt. Hajtathatatlannal ellenállt mindennek, amit műszakilag nem láthatóan kellően megalapozottnak, ő maga pedig mindig különleges körültekintéssel és óvatos megfontolással tette meg javaslatait. Szolid, sallangtalanságot követelt meg minden vonatkozásban, s őt magát, az életét is ez jellemezte. Szaktudományához hűen ragaszkodott; nem vállalt olyan pozíciót, amely elszakította volna tőle. Rendkívüli olvasottságát, óriási adatismeretét, friss készséggel bocsátotta mindenki rendelkezésére, munkatársai tudományos, erkölcsi és anyagi előmenetelért pedig szívósan küzdött egész életében. Szeretettel emlékezik rá mindenki, aki ismerte, s műszaki korrektségének megkapó példája tovább él és hat mindnyájunkban.

A szegilongi samottkaolin előkészítési (nemesítési) kísérletei*

JUHÁSZ ZOLTÁN

A nehézipar fejlesztése következtében megnőtt a tűzállóanyag, elsősorban a samottáru mennyiségével és minőségével szemben támasztott igény is. Mivel hazánk tűzállóanyagban szegény ország, samottgyártásra alkalmas agyagja pedig még kevesebb van, a tűzállóanyaggyárak a samottot is és a samott agyagot is legnagyobb részben importálják. Ilyen körülmények mellett természetes, hogy a Tokajhegyaljai Szegilong község mellett lévő kaolimbánya magas tűzállóságú kaolinjával már számos kísérletet végeztek, annak samotttá való feldolgozása céljából. A kísérletekből kiderült azonban, hogy a szegi kaolinnak magas tűzállósága mellett hátrányos tulajdonságai is vannak: a belőle készült samott és samottégla alacsony szilárdságú és magas porozitású. Az importált samott és samottagyag mennyisége igen magas lévén, jelentős devizamegtakarítást jelentene, ha a hazai, nagymennyiségben előforduló szegi kaolin hátrányos tulajdonságait valamilyen előkészítési (nemesítési) eljárással meg lehetne szüntetni és ezáltal samottgyártásra alkalmassá tenni.

A fentiek indokoltá tették azokat a kísérleteket, melyeket a szegi samottkaolin hátrányos tulajdonságait kiküszöbölő előkészítési eljárás kidolgozására végeztem. Kísérleteink során kiderült, hogy a szegi kaolin előkészítése a szokásos kaolin-előkészítési eljárásoktól eltérő feladat megoldását jelenti. A szegi kaolimból készült samott magas porozitása a kaolin sajátos kristálykémiaili tulajdonságainak a következménye. Égetés alatt a szegi kaoliban olyan kristályszerkezeti változások mennek végbe, melyek a kaolin-test belső szerkezetét károsan módosítják. A szerkezeti változásokat megfelelően kiválasztott mérészetódiával követtem. (A kidolgozott mérészetódiát, elsősorban az égetett agyag-próbatestek pórusméretének meghatározását az Építőanyag 1957. 4. számában már publikáltam, jelen ismertetőmben tehát az eljárás elmélete és gyakorlati kivitele nem szerepel.) E kísérletekkel sikerült az agyagokra általánosítható néhány törvényszerűséget megállapítanom, (melynek rövid összefoglalását idézett tanulmányomban már szintén leírtam, de jelen esetben kibővítettem), s ezeknek az ismereteknek a birtokában tanulmányoztam, hogy a szegi kaolin függvényei mennyiben térnek el az általános kaolintörvényszerűségektől. Az így szerzett tapasztalatok alapján a szegi kaolin égetése során mutatott hátrányos tulajdonságait sikerült kiküszöbölöm, és az előkészítési technológia elvi törzsfáját megállapítanom.

Bár a nagyüzemi kísérletek a laboratóriumi mérések alapján felállított elméletet igazolták, munkám — főleg az elméleti vizsgálatokat illetően — mégsem teljes. A kísérleti munkaeszközök hiányában sok olyan mérésről le kellett mondanom,

melyek a szegi kaolin tulajdonságainak minden szempontból tökéletes leírásához feltétlenül szükségesek lettek volna. Így sokszor meg kellett elégednem a hiányos mérésadatok alapján végzett következtetésekkel és extrapolálásokkal.

A nagyüzemileg legyártott anyagok vizsgálatát a Magnezit Tűzállóanyaggyár Kutató Laboratóriumában Sövegjártó János igazgató és Cser Arisztid kutatómérnök kollegáim voltak szívesek elvégezni, amiért ezúton is hálás köszönetemet fejezem ki. Vizsgálati eredményüket tanulmányomban ismertettem.

I. Elméleti laboratóriumi kísérletek

I.—1. A kísérleti mintanyag leírása

A szegi kaolimbányában szelektív bányászattal jelenleg kétféle minőséget termelnek: az egyik fehérszínű, magas Al_2O_3 tartalmú közet, melyet finomra őrölve, mint papírtöltő anyagot értékesítenek. A bányavállalat ezt a minőséget „papírkaolin” megnevezéssel jelöli. A másik minőség limonittól rozsdabarnára festett, de ugyancsak magas Al_2O_3 tartalmú közet, az ún. samottkaolin. Kísérleteimet a samottkaolin mintájával végeztem.

A kísérletekhez használt samottkaolin mintát a Hegyaljai Ásványbánya Vállalat szegi üzeme bocsátotta rendelkezésemre, kb. 50 kg mennyiségben. Az átlagmintát a bányauzem vette, az 1957. szeptember havi termelésből. A minta enyhén rozsdabarna (limonitos), valamint fehérszínű rögökből állott. Szemmel látható szennyezése kis mennyiségű kvarc és pirit, utóbbi különösen a fehér színű rögökben. Helyenként mangános pettyek is láthatók voltak az egyes darabokon.

A mintát kiszárítottam és laboratóriumi malmon 100 mikron alá őröltem. Az őrlemény szita-maradéka 85 mikronos szitán 8% volt, színe enyhén rózsaszínes fehér.

Kémia oxidos összetétele, 105 C°-on szárított anyagra vonatkoztatva:

SiO_2	48,99%
Al_2O_3	31,57%
Fe_2O_3	3,24%
TiO_2	nyom.
CaO	0,65%
MgO	0,08%
Na_2O	0,07%
K_2O	0,10%
MnO	0,30%
SO_3	1,11%
lzz. veszt.	14,85%

A kémia összetétel szerint a kaolinnak magas a vastartalma. A vas egyrésze szemmel látható limonitos kéreg és pirit szemek formájában van jelen. A kaolint azonban sósav-salétromsav elegyével főzve, majd a savban oldhatatlan részt alapos kimosás után vásra elemezve megállapítható,

* A veszprémi Vegyipari Műszaki Egyetemhez benyújtott doktori értekezés kivonata

hogyan a vas jelentős része nem oldódott ki. A savban oldhatatlan rész vastartalma a mérések szerint eredeti anyagra számolva 2,3% volt. A vas nagy része tehát a kaolinit kristályrácsában van megkötve.

Feltűnően magas a kaolin SO_3 -ban kifejezett kéntartalma is. Az SO_3 egyrésze a pirit sulfid kenétől származik. Ugyanakkor forró vízzel 0,2% SO_4^{--} oldható ki, a víz pedig savanyú kémhatású. A kaolin tehát oldható sulfátot tartalmaz, feltehetőleg — mivel alunit nem volt kimutatható — a kristályfelületeken megkötve. Valószínű, hogy a pirit oxidációjához keletkező kénsav a kristályfelületeket korrodálta és alumíniumot oldott ki. A korrízió az elektromikroszkópi felvételeken is jól látható. Vizes oldáskor a vízben eredeti anyagra számolva 0,12% Al_2O_3 tartalmat, mint vízben oldható alumíniumot (oxidban kifejezve) találtam. A kénsav által kioldott alumínium sulfát alakjában lehet a kaolinit kristálykák felületén megkötve. A kaolin sulfát tartalmának egy részét 1200 °C-os égetés után is megtartja.

A minta DTA.-görbéje a 2. ábrán látható. A DTA-görbe 100–250 °C között mutatózó első endoterm-zsákja a felületen megkötött víz elpárolgását jelzi. Ha a kaolinit 105 °C-on előzőleg kiszáritjuk, a DTA. első zsákja eltűnik. Feltűnő még a 900–1000 °C közötti kettős exoterm maximum, amire alább még részletesen visszatérek.

A Magyar Tudományos Akadémia Elektromikroszkópi Laboratóriuma elkészítette a minta elektromikroszkópi felvételét is. A felvételen apró, csipkézett felületű kaolinit-kristálykák láthatók, hallozított (1) nem észlelhetők.

A minta szemcseelosztását, Coehn-Robinson készülékkel, peptizátor alkalmazása nélkül, tiszta desztilláltvízzel mérve az első táblázat mutatja.

I. táblázat

Átmérő mikron	—60	—50	—40
Kum. súly%	96,6	96,0	96,0
	—30	—20	—10
	92,4	83,6	9,2
			4,9

A szemcsegörbe szerint a finom kaolin-részecskék desztillált vízben koagulálnak. Az aggregátumok legnagyobb része 10–20 mikron méretű. A nagymérvű koagulálást a felületen kötött sulfát, ill. magas töltésszámú kationok (Al) okozhatják, melyek a kaolinit kristályszemcséinek felületét közel izoelektromos pontba hozták.

A kaolin koagulált állapotával összhangban van a nedves formázással készített próbatesteinek alacsony száradási zsugorodása (4,6%) 26,4% megmunkálási víztartalom mellett.

I.—2. Morfológiai változások hevítés alatt

A samott égetésekor az anyag zsugorodik, ennek következtében porozitása csökken. A samottégla annál ellenállóbb gázokkal, olvadékokkal és agresszív folyadékokkal szemben, minél kisebb a porozitása. A zsugorodás következtében megnő az anyag szilárdsága is. Jó samottanyagnak azt a samottféleséget tekintjük, mely magas tűzállósága és opotimális olvadékképző- és átkristályoso-

dási tulajdonságai mellett termikus kezeléssel minél kisebb porozitású lesz. (Ennél a meghatározásnál a különleges igényeket kielégítő samottokat nem vettem figyelembe.)

Az agyag zsugorása tekintetében morfológiája, tehát belső vázszerkezete is megváltozik. A szegi kaolin tulajdonságainak megismerésére e szerkezeti változásokat vizsgáltam.

Az égetett agyagtestet, mint xerogélt a következő morfológiai jellemzőkkel írtam le:

1. Égetési lineáris zsugorodás. A különböző hőmérsékleten égetett próbatestek lineáris méretváltozását a 100 °C-on szárított mérethez, mint alapmértékhez viszonyítottam ($\Delta l\%$)

2. Pórustérfogás. A nyílt pórusok jellemzésére a próbatest vízfelvétele mértém ($q_0\%$)

3. Szubmikroszkópos pórusok térfogata. A próbatest által a gőztérből megkötött víz mennyiségének mérésével határoztam meg ($W\%$)

4. Durva pórusok mérete: A hengeralakú próbatest által az időben felszívott víz mennyiségéből számítottam ki. Az erre vonatkozó mérési módszeremet idézett tanulmányomban már közöltem ($\bar{r}$ mmikron)

A szegi samottkaolin égetése során végbenő morfológiai változások megismerése és tanulmányozása, különösen pedig az egyéni tulajdonságok felderítésének céljából kísérleteket végeztem a szegi kaolinnal párhuzamosan más kaolinnal és kaolinit-tartalmú agyagféleséggel is. Mindenek előtt meg kellett állapítanom a kiválasztott morfológiai jellemzők (Δl , q_0 , W , $\bar{r}$) általánosítható hőmérséklet függvényeit és ezeknek ismeretében megvizsgálni, hogy a szegi kaolin függvényei a többi kaolinnál képest milyen eltéréseket mutatnak. A kísérleteket 15 féle agyaggal ill. kaolinnal végeztem el, ezek közül kettő (zettitzi kaolin és homok) mesterséges keverék volt. Részletesen vizsgáltam a zettitzi kaolin morfológiai jellemzőinek változását az égetési hőmérséklettel és összehasonlítottam az így kapott függvényeket a szegi kaolin morfológiai függvényeivel. A kísérletileg megállapított görbéket az 1. és 2. ábrák mutatják, melyekre felvettem a kaolinok DTA-görbéit is.

A kísérleti adatok alapján a vizsgált hőmérséklet-intervallumban (20–1400 °C-ig) morfológiai szempontból öt hőmérsékleti zóna állapítható meg:

1. **Hőmérsékleti zóna:** 20 °C-tól kb. 400 °C-ig. Ha nedves formából indulunk ki, a zónát nagy morfológiai változások jellemzik: a kaolin-liogél kiszárad és xerogél állapotba jut. A liogél mechanikai és felületi erőkkkel kötött víztartalma elpárolog, ezáltal a részecskék egymáshoz közelebb kerülnek. A tapadási pontokon a részecskék felülete közötti adhézió megnő, ezért a szilárdság emelkedik. A zóna magasabb hőmérsékletre eső, utolsó szakaszán a felület dezaktiválódása a xerogél $\rightleftharpoons$ liogél átalakulást bizonyos mértékig irreverzibilissé teszi. (Az ábrán a száradási zsugorodást nem tüntettem fel, a 200 °C felett mutatózó felületi dezaktiválódást W csökkenése jól mutatja).

2. **Hőmérsékleti zóna:** kb. 400 °C-tól kb. 600 °C-ig. Ebben a zónában a kaolinit elveszti kris-

tályvizét és anhidrómosodulatba (metakaolinit) megy át. (DTA.) A kaolinit kristályrácsának összeroppanása a kaolin vízben való felázóképességét is megszünteti: a xerogél tapadási pontjain uralkodó kötőerő nagyobb, mint a behatoló víz kapilláris nyomása, a próbatest vízben megtartja alakját és szerkezetét. A kristályszerkezet összeroppanása külső zsugorodást idéz elő.

3. **Hőmérsékleti zóna:** kb. 600 °C-tól kb. 800 °C-ig. Ebben a hőmérsékleti zónában Δl_{q_0} , r közel állandó, jelezvén, hogy nem történnek nagyobb szerkezeti változások a xerogélben. Egyedül a higroszkópos nedvességtartalom csökken, vagyis a finomszerkezet fokozatosan tönkremegy a rendszer szabadenergia tartalmának csökkenése miatt. W csökkenését úgyis felfoghatjuk, hogy azok a reakciók melyek a kristály belsejében 900 °C felett zajlanak le, már ebben a zónában is megindulnak, a nagy szabad energiával rendelkező, kis görbületi sugarú felületeken.

Az 1—3 zónában a szegi kaolin a zettlitzivel és a többi kaolinnal azonos módon viselkedik, a görbék alakja semmi lényeges különbséget nem mutat a többi kaolin görbéitől.

4. **Hőmérsékleti zóna** kb. 800 °C-tól kb. 1100 °C-ig. E hőmérsékleti zónában két reakció zajlik le: (2) egyrészt a metakaolinit amorf Al_2O_3 -ja kristályos módosulatban (γAl_2O_3) megy át, másrészt új kristályos fázis: a mullit lép fel. A DTA-görbéken a két reakció exoterm csúcsot ír le. A zettlitz kaolin kísérleti görbéje azonban az irodalomból ismert egyszerű lefutástól kísérleteim során — melyet rendkívül érzékeny készülékkel végeztem — jól reprodukálhatóan eltért, amennyiben kis kanyar volt rajta látható. A szegi kaolin görbéjén kettős csúcs jelentkezett. A zettlitz kaolin görbéjén a kanyart, a szegié az első csúcsot sikerült különválasztanom a következő kísérlettel:

1. felvettem mindkét kaolin DTA-görbéjét, a zettlitzit 930 °C-ig, a szegiét 890 °C-ig;

2. fenti hőmérsékleten a mintatartóról leemelhető kemencét hirtelen eltávolítottam, a mintatartót légárammal hűtöttem;

3. miután a kemence és a mintatartó szobahőmérsékletre lehült, újra felvettem a DTA-görbéket, most már 1000 °C-ig.

A kísérleti görbéket (650 °C-tól) a 3. és 4. ábrák mutatják, melyeken halványan berajoltam az eredeti (megszakítás nélküli) DTA-görbéket is.

Mint látható, mindkét kaolin esetében második felfűtésnél az első csúcs (ill. kanyar) eltűnt, a második pedig megnövekedett. Feltételezem, hogy a fenti kísérlettel a kaolinitben ezen a hőmérsékleten végbemenő két exoterm reakciót sikerült szétválasztanom ill. kimutatnom: az amorf Al_2O_3 kristályosodását γAl_2O_3 -á (első csúcs) és az abból képződő mullit kristályosodási reakcióját (2. csúcs) (3).

A két vizsgált kaolin DTA-görbéjén ebben a hőmérsékleti zónában a következő különbségek láthatók:

1. a szegi kaolinnál az exoterm termikus reakció alacsonyabb hőmérsékleten kezdődik, mint a zettlitz kaolinnál;

2. előbbinél a csúcsok is alacsonyabb hőmérsékletre esnek,

3. a két csúcs a szegi kaolinnál élesen kirajzolódik, míg a zettlitzinél csak kis kanyar jelzi a csúcsot,

4. a két reakció szétválasztásakor a szegi kaolin második csúcsa jobban megnövekedik, mint a zettlitz kaoliné.

E különbségekből arra következtettem, hogy a szegi kaolinban a metakaolinit amorf Al_2O_3 kristályosodása hevesebb, mint a zettlitz kaolin esetében.

A γAl_2O_3 képződésével kapcsolatban a fajsúly megnő. Az 5. ábra a szegi és zettlitz kaolinok fajsúlyának égetési hőfok-függvényeit tartalmazza. A fajsúlygörbék maximumot írnak le, mely maximum az összehasonlításként felvett zettlitz kaolinnál 930 °C körül, míg a szeginél 900 °C-on, tehát alacsonyabb hőmérsékleten van. A szegi kaolin fajsúlygörbéjének maximuma sokkal élesebb, és egyúttal nagyobb fajsúlyt is jelez, mint a másik két kaoliné. Ezek a kísérleti adatok mutatják, hogy a szegi kaolinban a γAl_2O_3 képződése hevesebb, a képződött γAl_2O_3 mennyisége pedig több, mint a másik kaolinban. Ha a felfűtést a γAl_2O_3 kristályosodásának hőmérsékletén megszakítjuk, és ezáltal megakadályozzuk, hogy az átkristályosodott Al_2O_3 mullitképzés formájában további reakcióba lépjen, az égetett kaolinban a γAl_2O_3 mennyiségének növekedésére hagyunk időt. Következő felfűtésekor a mullitképződés hőmérsékletén nagyobb mennyiségű γAl_2O_3 vesz részt a reakcióban, ezért a DTA-görbék második csúcsa megnövekszik, a szegié jobban, mint a zettlitzé.

Bár röntgen-készülék hiányában az égetésekor végbemenő kristálykémiail változásokat követni nem tudtam, s így a fent előadottak következtetések csupán, valószínűnek tartom, hogy a szegi kaolin sajátos viselkedése, ti. ebben a hőmérsékleti zónában végbemenő *repedezése* a fenti reakciókkal szorosan összefügg, mégpedig úgy, hogy a heves γAl_2O_3 képződés okozza a fellépő repedezéseket. E heves reakciót vagy kristályrácsban kötött vas, vagy kaolinban jelenlévő szulfát katalizálhatja. Az 1200 °C-on égetett kaolinban ugyanis nagymennyiségű szulfát volt kimutatható (0,8%), az abból HF-el kipreparálható mullitban pedig 2,9% Fe_2O_3 tartalmat találtam (γ mullit) (4). A kaolinit rácsában kötött vas tehát a mullit rácsába is beépül.

A szegi kaolin felhasználása szemponjából a heves γAl_2O_3 képződésnek döntő szerepe van. A fajsúlynövekedés ugyanis térfogatcsökkenést, vagyis nagy belső zsugorodást jelent, ennek következtében fenti reakció nagy morfológiai változásokat hoz létre a xerogél belsejében.

Vizsgáljuk meg először a zettlitz kaolin morfológiai függvényeit ebben a zónában.

A zettlitz kaolin 1. ábráján látható, hogy a hőmérséklet emelkedésével ebben a zónában:

1. a lineris zsugorodás megnő, ezzel együtt;
2. a vízfelvétel csökken, vele párhuzamosan;
3. a higroszkópos nedvesség is csökken.

Ezek a változások a xerogél külső- és belső zsugorodását jelzik. Ugyanakkor :

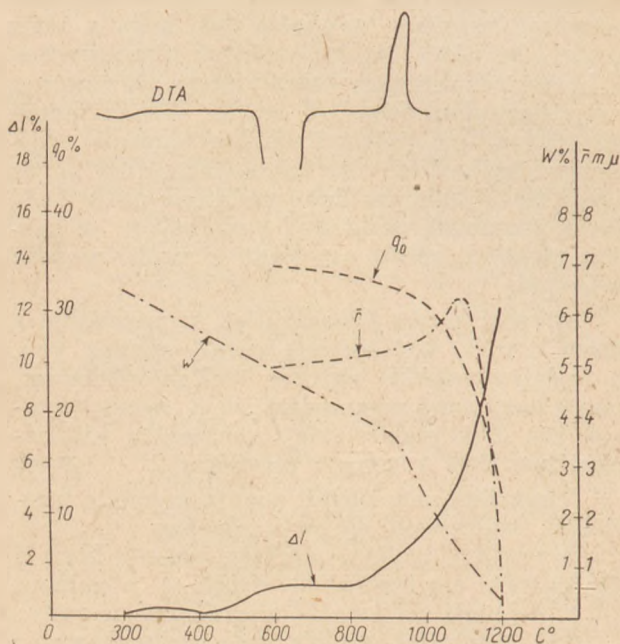
4. az átlagos ekvivalens kapilláris méret növekszik.

A külső és belső zsugorodás együtt a pórusméret növekedését idézi elő. A vizsgált összes agyagféleségnél hasonló jelenséget tapasztaltam és úgy találtam, hogy a pórusméretek relatív növekedése és az agyag SiO_2 tartalma között összefüggés van : általában egy-két kivételtől eltekintve annál nagyobb a relatív pórusméret növekedés, minél nagyobb az agyagféleség SiO_2 tartalma, és megfordítva : minél kisebb az agyag SiO_2 tartalma, a pórusok annál kisebb mértékben nőnek meg. Megmértem a zettlitz kaolin és örölt kvarchomok keverékeiből készült próbatestek pórusméretét is 600- és 1100 $^\circ\text{C}$ -on, itt is tapasztaltam a fenti törvényszerűséget. Mivel a vizsgált agyagoknál az SiO_2 tartalom növekedése a kvarctartalom növekedését is jelentette, a jelenséget a kvarc vázképző szerepének tulajdonítottam. A kvarcváz megakadályozza a külső zsugorodást, ugyanakkor azonban a $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$, majd a mulitképződéssel kapcsolatban az agyagásványrész nagymérvű zsugorodást szenved. A xerogél belső zsugorodását a külső zsugorodás követni, ami a pórusméretek növekedését idézi elő. Így, bár a kapilláris rendszer össztérfogata kisebb lesz, a kapillárisok mérete megnövekszik.

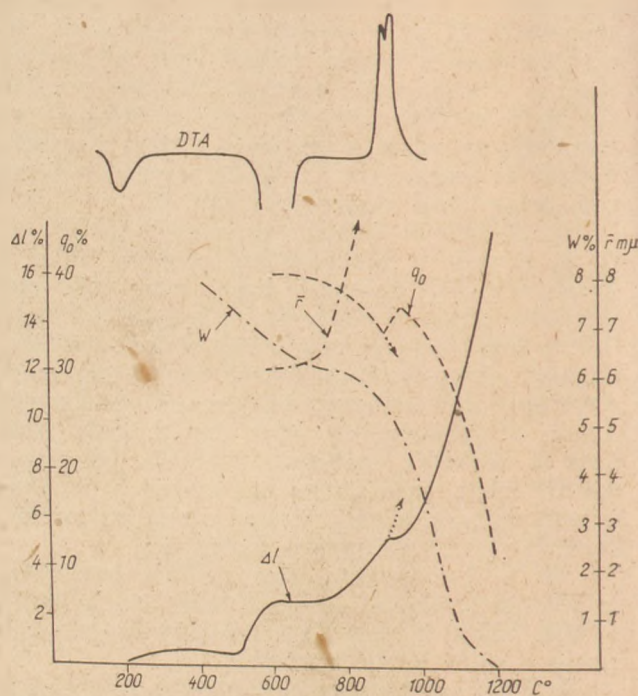
A szegi kaolin morfológia görbéi (2. ábra) a zettlitz kaolinétól ebben a zónában térnek el nagy mértékben :

1. a lineáris-zsugorodás és a vízfelvétel görbéi törést szenvednek, szakadásos függvényt írnak le,
2. a pórusméret rendkívüli módon megnő.

Fentiek magyarázata a próbatestek 900 $^\circ\text{C}$ -on fellépő, szemmel látható nagymérvű repedezése. Nem mutat azonban törést a higroszkópos nedvességtartalom görbéje, a kaolin belső zsugorodása tehát normális, sőt igen jó, de a vízfelvé-



1. ábra. Zettlitzkaolin morfológiai görbéi.



2. ábra. Szegi kaolin morfológiai görbéi

teft és a lineáris zsugorodást, mint a zsugoríthatóság általános minősítési jellemzőit, a fellépő repedezések lerontják. (Az ábrán pontozott nyíllal jelöltem e két utóbbi fizikai mennyiség görbéjének lefutási irányát, abban az esetben, ha repedések nem lépnének fel.)

A repedezések az első exoterm-reakcióval és a fajsúly-görbe maximumával azonos hőmérsékleten jelennek meg. A fajsúlynövekedéssel nagymérvű belső zsugorodás jár együtt. Ila a reakció heves, a belső zsugorodást a xerogél külső méreteiben nem képes követni, feszültségek lépnek fel annak belsejében, melyek repedezéshez vezetnek.

5. Hőmérsékleti zóna : kb. 1100 $^\circ\text{C}$ felett. A zónát nagy külső- és belső zsugorodás jellemzi a zettlitz kaolin esetében. A zsugorodást azonban a vázképző itt is befolyásolja : különböző agyagoknál mért adatok szerint annál kisebb a külső zsugorodás (és annál nagyobb a vízfelvétel, annál nagyobbak a pórusok) minél nagyobb a nem zsugorodó vázképző mennyisége az agyagban.

A szegi kaolinnál a zsugorodás minőségi mértékeit (Δl , q_0) itt is károsan befolyásolják a repedezések. A higroszkópos nedvességtartalom azonban azt mutatja, hogy a kaolin belső zsugorodása igen jó, mert 1200 $^\circ\text{C}$ -on már a higroszkópos nedvességtartalom alig volt mérhető.

1.—3. Repedezések megszüntetésére végzett kísérletek

Fentiek szerint a szegi samott-kaolin tűzálló-anyagipari felhasználását annak égetés alatt mutatott repedezési hajlama gátolja. A repedezés a kaolin zsugorítását károsan befolyásolja, amennyiben látszólagos porozitását megnöveli. Az előkészítés feladata tehát a kaolin repedezési hajlamanak megszüntetése.

Mivel a próbatestek 900 $^\circ\text{C}$ -on vagyis a 4. zónában repedtek meg, a kísérleteket is a tovább-

biakban a 4. zónára, tehát 800- és 1100 C° hőmérséklet-intervallumra korlátoztam. A 4. zónában a morfológiai változásokat a vázképző nagy mértékben befolyásolja. Feltételeztem, hogy a szegi kaolin repedezését vázképzőknek a kaolinhoz való keverésével meg lehet szüntetni. A vázképzők ugyanis a külső zsugorodást csökkentik, a belső zsugorodás csak a pórusméreteket növeli meg, az agyagásvány a vázra zsugorodik. A xerogélben így módon a belső feszültségeket a vázképző megakadályozza. Ez a vázképzővel szemben felállított első követelmény. A második az, hogy miután a kritikus hőmérsékleten a kaolin repedezését megakadályozta, magasabb hőmérsékleten (5. zóna) a samott zsugorodását károsan ne befolyásolja, emellett a tűzállóságot és egyéb tűzálló tulajdonságokat ne rontsa le.

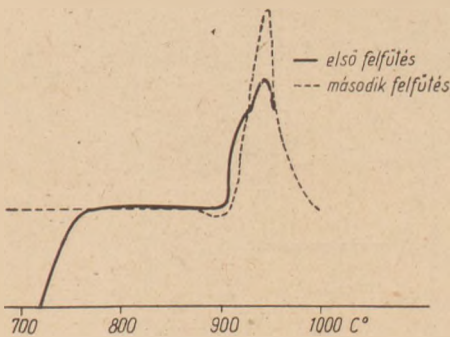
A fenti feladat megoldására a kaolint különböző vázhordozókkal kevertem. Nyolc féle vázképzőt próbáltam ki és pedig: mosott kvarchomok, bombolyi kaolin, erdőbényei kovaföld, petényi osztályon aluli agyag, füzérradványi II. oszt. illit, mádkoldui betonit, petényi I. oszt. agyagőrleményeket. Ezekén kívül durva szegi horzsaomokkal ellenőrző vizsgálatot végeztem.

A különböző adalékokat változó mennyiségben adtam a szegi kaolin őrleményéhez. Alapos összekeverés után nedvesen próbatesteket formáztam belőlük és 600 C°-on és 1100 C°-on kiégettem őket. Mértem a próbatestek morfológiai jellemzőit és a keverékek tűzállóságát.

E kísérleti adatokból a következők állapíthatók meg:

1. a szegi kaolin repedezése megszűnik, ha 20%-nál nagyobb mennyiségű, a szegi kaolinnal kb. egyforma finomságú vázképzőt keverünk hozzá.

2. az alkalmazott vázképzők két csoportra oszthatók: az egyik csoportba tartozók mennyiségüknek növelésével a szegi kaolin lineáris zsugorodását folyamatosan csökkentik, a pórusméret pedig növekszik. A tűzállóság szintén folyamatosan



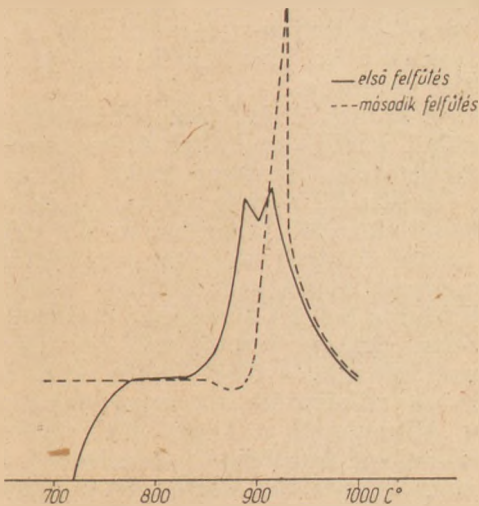
4. ábra. Zettlitz kaolin DTA-görbéje 600 C° felett, 1. és 2. felfűtéskor

csökken (mosott homok, bombolyi kaolin, erdőbényei kovaföld őrlemények.)

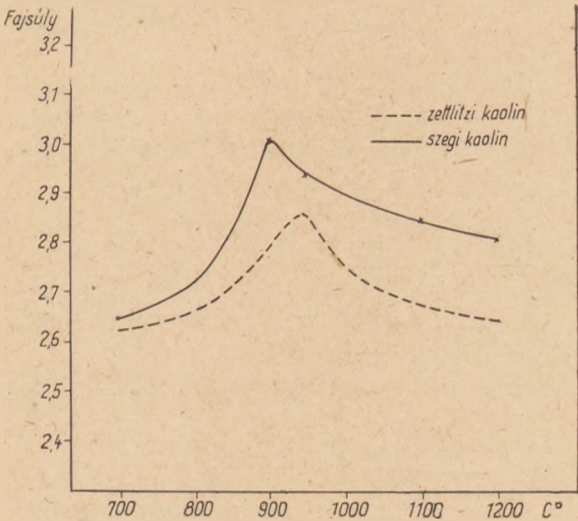
A második csoportba tartozó adalékok mennyiségének növelésével a lineáris zsugorodás maximum, ill. minimumgörbe szerint változik, a pórusméret pedig kezdetben nagymértékben csökken. Az adalékok a tűzállóságot csak nagyobb mennyiségben való bekeverés esetén csökkentik. (Petényi agyag, füzérradványi illit őrlemények.)

Az első csoportba tartozó őrlemények merev vázat képeznek, amely váz a külső zsugorodást csökkenti, így a próbatestben a feszültségeket levezeti. A hőmérséklet függvényében felvett morfológiai jellemzőket a 6. ábrán tüntettem fel, 20% őrlött mosott homok adagolása esetén. Teljesen hasonló görbéket kaptam 20% bombolyi kaolin bekeverésénél is. Ha a homok, vagy a bombolyi kaolin mennyiségét növeljük (kísérleteimnél 10—40%-ig), a görbék párhuzamosan tolódnak el: azonos hőmérsékleten a lineáris zsugorodás és higroszkópos nedvesség annál kisebb, a pórusméret és a vízfelvétel annál nagyobb, minél több a vázhordozó mennyisége a keverékben.

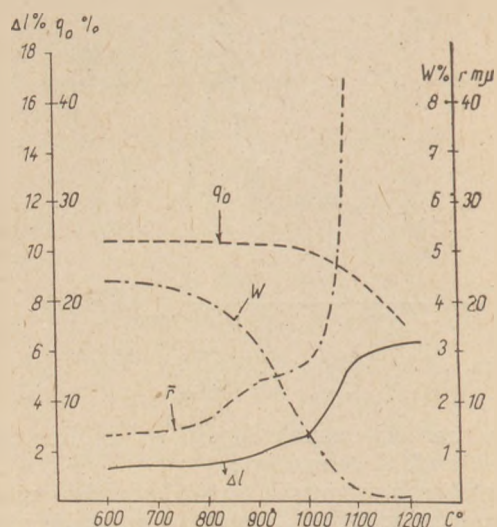
A második csoportba tartozó őrlemények zsugorodó vázat képeznek, vagyis magasabb hőmérsékleten maguk is zsugorodnak. 20% illitet tartalmazó szegi kaolin morfológiai görbéit a 7. ábra mutatja.



3. ábra. Szegi kaolin DTA-görbéje 600 C° felett, 1. és 2. felfűtéskor



5. ábra. A Zettlitz és szegi kaolin fajsúlyának változása az égetési hőmérséklettel

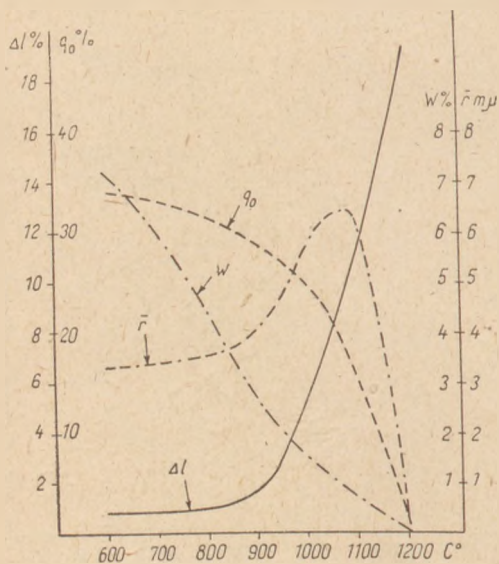


6. ábra. 20% homokörlemény és 80% szegi kaolin keverékének morfológiai görbéi

A 6. és 7. ábrákon összehasonlítható a két-féle vázképző hatása a szegi kaolin morfológiai görbéire. Mindkét adalék megszüntette a repedezést. 900 °C-on a tiszta szegi kaolin 5,2%-os lineáris zsugorodását az örölt homok 1,9%, az illitkaolin pedig 1,7%-ra csökkentette, a kaolin a homok ill. illitvázra zsugorodott, feszültségek nem léptek fel. A szegi kaolin 4. zónában mutató káros tulajdonsága tehát kiküszöbölődött.

A merev vázszerkezet azonban magasabb hőmérsékleten a samott szempontjából káros: a lineáris zsugorodás 1200 °C-on is alacsony, így a belső zsugorodás a pórusméreteket továbbra is növeli, a vízfelvétel pedig magas marad.

A zsugorodó vázszerkezet magasabb hőmérsékleten a kaolin zsugorodását károsan nem befolyásolja. A füzérradványi illit, mint azt a 8. ábrán felvett morfológiai függvényéből kiolvashatjuk, 920 °C-nál maga is zsugorodni kezd, 1200 °C körül pedig megolvad. Ideális vázképző:



7. ábra. 20% illit-kaolin és 80% szegi kaolin keverékének morfológiai görbéi

kritikus hőmérséklet után, miután szerepét betöltötte, megszűnik váztartó jellege, sőt magasabb hőmérsékleten mint olvadékképző a kaolin zsugorodását elősegíti.

3. A merev vázképzők a szegi kaolin tűzállóságát már kisebb mennyiség jelenléte esetén is befolyásolják, általában a két komponens között tűzállósági szempontból az additivitás észlelhető, míg a zsugorodó vázképzők hatásukat — tűzállóság csökkentő szerepüket — csak nagyobb mennyiségben való adagolás esetén éreztetik. A tűzállóság csökkentése és a pórusméret között párhuzamosság mutatkozik, mint az a 9. ábrán látható.

A koldui bentonit és a szegi horzsahomok a repedezést nem akadályozta meg. Ennek oka az, hogy a koldui bentonit már alacsonyabb hőmérsékleten is (főképpen szárításkor) erősen zsugorodik, jobban mint a szegi kaolin, tehát vázképző tulajdonsága nincsen. A horzsahomok durva szemcsézetű volt, finom vázszerkezetet képezni nem tudott.

Fenti kísérletek szerint a szegi samottkaolin hátrányos tulajdonsága: égetéskor repedezésétől származó magas porozitása vázképző adalékanyag hozzákeverésével megszüntethető.

A legjobb vázképzőnek a füzérradványi illit mutatkozott, a következő előnyös tulajdonságai miatt:

1. a negyedik zónában a szegi kaolin repedező tulajdonságait megszünteti;
2. az ötödik zónában elősegíti a zsugorodást, mert maga is nagymértékben zsugorodik, majd olvad;
3. annak ellenére, hogy maga alacsony olvadáspontú, a szegi kaolin tűzállóságát 20% bekeverés esetén lényegesen nem csökkenti.

II. Előkészítési félüzemi és üzemi kísérletek

A fent előadott laboratóriumi vizsgálatok szerint a szegi kaolint samottgyártásra önmagában felhasználni nem érdemes, mert a belőle készített samott az égetés során fellépő repedezések miatt magas látszólagos porozitású, egyúttal a repedezések a samott szilárdságát is csökkentik. A káros repedezések azonban elkerülhetők, ha a kaolinhoz 20% illitet keverünk.

A szegi kaolint tehát felhasználnálás előtt elő kell készíteni, amely a kaolinnak illitkaolinnal való minél tökéletesebb összekeveréséből áll. Az előkészítés feladata (5) a szokásos kaolin előkészítő eljárásokétól eltér. Míg a legtöbb kaolin előkészítése a meddő ásványi alkotók leválasztásából, vagy a nehezen feláztatható kaolinok mechanikai feltárásából (apritás) áll, addig jelen esetben a kaolinba idegen ásványi alkotót kell bejuttatnunk.

Éppen úgy mint a többi kaolinnál, itt is előnyös, ha az előkészítést a bányavállalat végzi, lehetőleg közvetlenül a bánya mellé telepített előkészítő-műben. Ilymódon biztosítható a nemesített kaolin állandó minősége, mert a bányának módjában áll szelektív bányászattal a legmegfelelőbb minőséget termelni. Elmarad a meddő és a bányanedves termék víztartalmának felesleges

fuvarozási költsége is, a bányánál lévő előkészítés tehát gazdaságos.

Az előkészítés célja: olyan állandó minőségű samottkaolin előállítása, melyet a felhasználók minden további nemesítési eljárás nélkül, közvetlenül tud samottgyártásra alapanyagként használni.

Az előkészítés feladata: egyrészt a szegi kaolin és füzérradványi illit kaolin tökéletes, homogén elkeverése — meghatározott súlyarány szerint —, másrészt a mindkét kaolinban előforduló kvarcos szennyeződések eltávolítása.

Az előkészítéssel kapcsolatban felmerült feladatokat kétféleképpen oldhatjuk meg:

1. a két kaolin együttes iszapolása útján (nedves eljárás);

2. a két kaolin együttőrlése és a nehezebben aprítható kvarcos ásványoknak légszeparátorral való elkülönítése útján (száraz eljárás).

A kísérleteknek kellett eldöntenie, hogy a fenti két eljárás közül elsősorban a végtermék minősége, de gazdasági szempontból is melyik az előnyösebb.

II—1. Nedves eljárás

A nedves előkészítési eljárás során a két kaolin együttes feláztatásával nyert szuszpenzióban történik az elkeveredés, a nehezen, vagy egyáltalán nem felázó meddő ásványokat pedig szemcseméret szerinti osztályozással távolíthatjuk el a kaolintejből. A nedves előkészítés technológiája tehát elvileg a következő részfolyamatokra bontható:

1. Előaprítás.

2. A két kaolin (szegi samottkaolin és füzérradványi illit-kaolin) meghatározott arány szerinti összemérése, a nedvességtartalmak figyelembevételével.

3. A kaolinkeverék vízben való feláztatása, mechanikus keverő berendezésekben. A két kaolin szemcséinek homogén elkeverése ebben a részfolyamatban történik meg.

4. A nehezen, vagy egyáltalán fel nem ázó kvarc és egyéb meddő ásványi alkotók ülepitéssel való eltávolítása gravitációs vagy centrifugális erőterben. A jobb súlykihozatal szempontjából a hidrociklon erre a célra igen alkalmas, mivel a nehezen felázó kaolinszemeket a ciklonban fellépő nyíróerők aprítják, a finomrész mennyisége tehát több lesz. A hidrociklon kis helyszükséglete miatt is előnyösebb, mint pl. a csatorna iszapolás.

5. Besűrítés: a kaolintejet sűrűségének növelése a kaolinszemek gravitációs ülepitése révén.

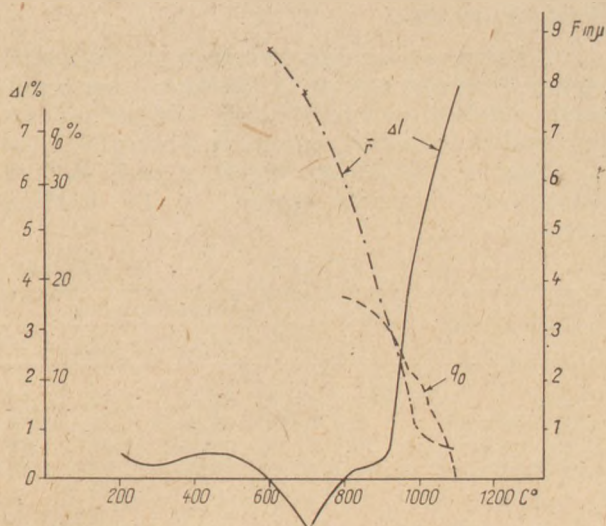
6. A besűrített kaolinszap szűrése, szűrőpresekben.

7. A szűrőlepenyek szárítása.

A folyamat végterméke: az iszapolt kaolin száraz szűrőlepenyei, melyeket esetleg egy következő részfolyamatban durván aprítunk.

A kísérlet menete

1. Összemérés. A nyersanyagok összemérésénél figyelembe kellett vennem egyrészt a két nyersanyag nedvességtartalmát, másrészt az iszapolás során eltávolított meddőt, mint a folyamat súlyvesztését.



8. ábra. A füzérradványi illit-kaolin morfológiai görbéi

A szegi kaolin minta nedvességtartalma 20%, a füzérradványi illitkaoliné pedig 31% volt.

Mivel az iszapolást olyan hydrociklonnal végeztem, melynek már eleve beállított elválasztási mérete 20 mikron körül volt, meg kellett állapítanom a két kaolin szemcseeloszlásából külön-külön a 20 mikronnál kisebb szemcseméretű frakciók %-os mennyiségét. Ezért meghatároztam mindkét kaolin minta kumulatív szemcseeloszlását, budapesti csapvízben, melyben az iszapolás történt. A szemcseméret-analízishez a kaolinokat forró vízben, huzamosabb, állandó keverés mellett áztattam fel. A két kaolin szemcseeloszlását a 10. ábra mutatja. Mint látható, mindkét kaolinban a 20 mikronnál kisebb szemcseméretű frakciók mennyisége kb. egyforma. Az összemérésnél tehát csak a nedvességtartalmakat kellett figyelembe vennem, a végtermékben várhatólag a két kaolin 4:1 aránya iszapolás után is megmarad.

2. Feláztatás: a kaolin keveréket négyszeres vízben feláztattam. Felázóképességre vonatkozólag méréseket nem végeztem, megállapítható volt azonban, hogy mindkét kaolin, de elsősorban az illit igen nehezen ázik fel vízben.

3. Szűrés: a kaolinszapot 200 mikron lyukbőségű szitán engedtem át, hogy a durva részeket leválasszam. A szűrőn fennmaradt durva rész kvarcból és fel nem ázott kaolin darabokból állott.

4. Hydrociklonozás: A kaolint 7 cm átmérőjű hydrociklonnal iszapoltam.

5. Ülepités: A kaolintejet 15 óráig ülepitettem és az üledék feletti tiszta vizet eltávolítottam. Az üledék koncentrációja 750 g/l.

6. Szűrés: A besűrített kaolintejet szűrőprekre adtam fel. A szűrőlepeny nedvességtartalma 25% volt.

7. Szárítás: A szűrőlepenyeket nagyméretű laboratóriumi szárítószekrényben 5% nedvességtartalomra szárítottam.

A kísérletre feladott anyag mennyisége 20 kg volt.

A kísérlet termékei

A nedves előkészítés termékeinek súlyeloszlását és kémiai elemzését a II. táblázat, a nemesített kaolin minőségi jellemzőit a III. táblázat, az iszapolt kaolinból készült samott-tégla vizsgálati adatai (Magnezit Tűzállóanyaggyár Kutató Laboratóriumának vizsgálata szerint) a IV. táblázat mutatja.

II. táblázat

Megnevezés	Súly %	Kémiai analízis			
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O
Feladás	100,0	45,20	34,60	2,52	1,70
+ 200 μ -os rész ..	8,0	65,90	20,38	1,70	3,64
Ciklon meddő ...	26,3	52,06	30,80	2,50	1,85
Iszapolt kaolin ..	65,7	43,50	36,20	2,67	1,46

III. táblázat

Tűzállóság	+ 33 SK
Lineáris zsugorodás 1100 C°	11,4%
Vízfelvétel 1100 C°	11,8%
Hygroszkópos nedvesség 1100 C° ..	0,6%
Equivalens pórusméret 1100 C°	6,75 mmikron

IV. táblázat

Térfogatsúly	2,19 g/ml
Vízfelvételképesség	6,1%
Látszólagos porozitás	13,3%
Nyomószilárdság szobahőmérsékleten .	518 kg/cm ²

(A téglgyártási technológia szempontjából száraz sajtolással készült, üzemi berendezéseken. Égetése üzemi kemencében SK 12 történt. Zsugorodása 12% volt.)

A Magnezitgyár szakvéleménye szerint: „A tégl minősítésünk szerint csúcsminőségű samott-téglával egyenlő, ill. a szokásos gyártmányoknál jobb adatokkal rendelkezik.”

II—2. Száraz eljárás

A száraz eljárás során a két alkotó elkeverése együtt-örléssel történik, a nehezen aprítható meddő elválasztása pedig a malommal összekapcsolt légszeparátor segítségével valósítható meg.

A száraz-eljárás technológiája tehát a következő részfolyamatokra osztható:

1. Előaprítás.
2. A két kaolin összemérése a nedvességtartalmak figyelembevételével. Helyesebb, ha a két kaolin összemérése szárítás után történik, s azokat külön szárítjuk.
3. Szárítás. 3% nedvességtartalom alá.
4. A szárított kaolinkeverék őrlése száraz őrlő berendezéssel. Itt történik a két kaolin elkeveredése.
5. A nehezen őrlődő ásványi alkotók elválasztása légszeparátorral.
6. Az őrleménynek a levegőből való kinyerése porleválasztókkal.

A folyamat végterméke: dúsított kaolin (finom-) őrleménye.

A kísérlet menete:

A kísérleteket nagyüzemi berendezéseken végeztem el.

1. Előtörés. A külön halmazban tárolt szegi és füzérradványi nyers kaolin 4 : 1 arányban karimos törőn lett aprítva.

2. Szárítás. Az előaprított nyers kaolin keveréket szállítószalag juttatta a dobszáritóba, melynek belépő gáz hőmérséklete 800 C°, kilépő hőmérséklete 150 C° volt. A szárítóberendezés az egyen-áram elvén működött.

3. Őrlés. A dobszáritóból kikerült anyagot serleges elevátor bunkerbe szállította, majd innen automatikus adagolón keresztül verótányéros malomba jutott, ahol 85 mikron alá őrlődött.

4. Légszeparálás. A malommal légszeparátor volt körbekapcsolva, mely a légárammal mozgatott őrleményből a durva szemeket leválasztja és a malomba visszaadja. Kísérleteim során a durva részt külön felfogtam, nem adtam vissza a malomba.

A kétféle variáció szerint elvégzett kísérlet azt mutatta, hogy a két anyagnak egyszerre való szárítása nem előnyös, mert a dobszáritóban bizonyos fokú szétválás jelentkezett.

Kísérletek termékeinek vizsgálata

A kísérlet termékeinek súlyelosztását és kémiai analízisét az V. táblázat, a nemesített kaolin vizsgálati adatait a VI. táblázat, míg a Magnezitgyár által levizsgált végtermék adatait a VII. táblázat mutatja.

V. táblázat

Megnevezés	Súly %	Kémiai analízis				Iszap. mar. DIN 100-as szitán
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	
Feladás	100,0	52,80	31,12	2,41	1,30	—
Ciklon meddő	15,7	55,60	26,40	2,04	3,16	24,72
Nemesített kaolin	84,3	51,40	31,80	2,48	0,97	2,10

VI. táblázat

Tűzállóság	—33 SK
Lineáris zsugorodás 1100 C°	10,8%
Vízfelvétel 1100 C°	12,2%
Hygroszkópos nedvesség 1100 C° ...	0,6%
Equivalens pórusméret 1100 C°	7,15 mmikron

A Magnezit Tűzállóanyaggyár Kutató Laboratóriumának szakvéleménye: „Mint a vizsgálatokból is jól látható, a téglák a közönséges gyártmányú samott-téglát messze felülmúlják, így különösen erősen igénybe vett helyeken, elsősorban olajtűzelésű kazánoknál és nagyolvasztóknál használható csúcsminőséget szolgáltat.

Mint ilyen fajta téglá, régóta nélkülözött a felhasználóknál, mivel a kaolin alapanyag a beregszászi kaolin megszünte óta a magyar tűzállóiparnak nem áll rendelkezésre. Kíváncsú a nagyolvasztói felhasználás miatt a vastartalmat minimumra leszorítani, mert a szabvány csak 2,5% Fe₂O₃ tartalmat enged meg, melyen a kohászat még szigorítani is szeretne azzal, hogy a Fe₂O₃ tartalmat 1,6%-ra korlátozná. Minden esetre a téglák kiváló minőségűeknek mondhatók és hazai felhasználásuk a szegi kaolinból készült samott-

VII. táblázat

Megnevezés	Közön- séges samott tégla	Szegi I.*	Szegi II.**
Tűzállóság SK	35	34	34/35
Térfogatsúly g/mm	1,9	2,18	2,21
Vízfelvevőkép. %	15,0	6,98	5,98
Látszólagos por. %	28,5	15,25	13,32
Lágyuláspont T_a	1430	1470	1500
Lágyuláspont T_e	1640	1640	1650
Nyomószilárdság kg/cm ²	180	662	488

*, **: a táblázatban szereplő téglák következőképpen lettek készítve: szegi I.: 40% szegi nemesített 1300 C°-on égetett, 0,5—2 mm-ig.

45% szegi nemesített, 1300 C°-on égetett 0,0—0,06 mm-ig. 15% szegi nemesített nyers kaolin, 9% víz.

szegi II.: szegi 40% nemesített 1300 C°-on égetett 0,5—2,0 mm-ig, 20% szegi nemesített 1300 C°-on égetett 0,0—0,06 mm-ig, 40% SK 35-ös nyers agyag-örlemény, 9% víz.

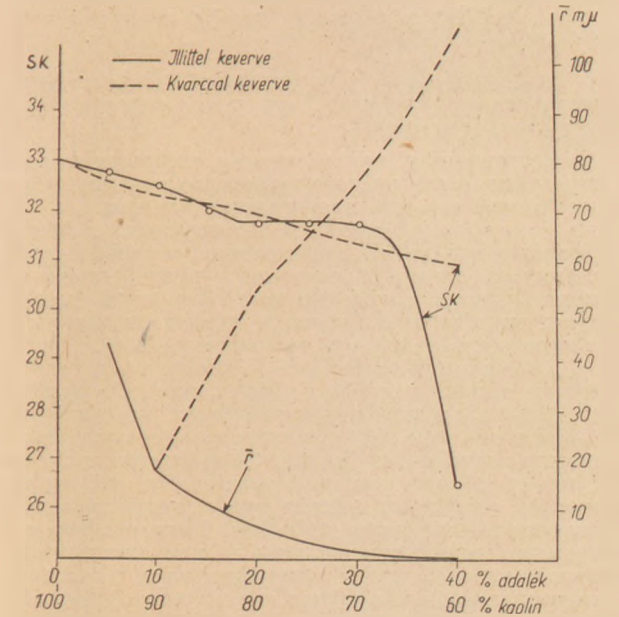
A keverékeket hidraulikus sajton kb 200 kg/cm² fajlagos nyomással téglává sajtolták. Szárítása után a téglákat üzemi alagútkezemencében SK 14-en más samott-téglával együtt kiégették.

téglának igen fontos lenne, mivel a hazai nyersanyag tűzálló készletet, mely eddig csúcsmínőségű nyersanyagot a feldolgozó ipar számára nem tudott biztosítani, jelentősen gazdagítaná”.

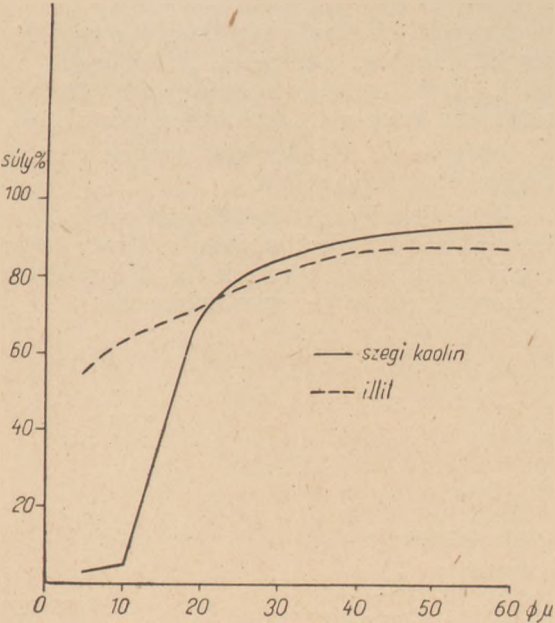
II—3. Javasolt előkészítési technológia elvi törzsfája

Az előkészítési és tűzállóanyagipari vizsgálatok szerint a száraz eljárással a nedves előkészítéssel azonos minőségű samottkaolin állítható elő. Mivel a száraz előkészítés jobban automatizálható, s a jelenlegi őrlő üzemek kis átalakítással az előkészítésre alkalmasak, a száraz előkészítést előnyösebbnek tartottam.

A kísérletek alapján elkészítettem a szegi kaolin száraz úton való nemesítési (előkészítési) technológiájának elvi törzsfáját (11. ábra).



9. ábra. A homok és illit mennyiségének hatása a szegi kaolin tűzállóságára



10. ábra. A szegi és füzérradványi kaolinok kumulatív szemcseeloszlása

Az 1. és 2. fedett tárolókban tárolt nyers kaolinok 3. és 4. karmos törőn aprítódnak. Az aprított (— 5 cm szemnagyságú) kaolinok 5. és 6. szalagon a 7. és 8. párhuzamosan működő, a két kaolin súlyarányának és száradási sebességének megfelelő kapacitású szárítódobokba jutnak, majd 9. és 10. bunkerba kerülnek. Innen 11. és 12. tányéros adagoló a 13. szalagra juttatja a 20% illitet és 80% samottkaolint, ahonnan 14. serleges emelő 15. bunkerbe viszi, innen 16. adagolón keresztül 17. malomba jut, ahol 85 mikron szemnagyság alá őrlődik. A malomból az örleményt légáram viszi a 18. szélosztályozóba. A durva meddő gravitációsan 19. meddőhányóra kerül. A finom részt 20. és 21. pneumatikus, szakaszosan működő homogénizáló megkeveri (ide az anyag szállítása légárammal történik) majd 22. készárú tartályba kerül. Itt történik a zsákolás automatikus zsákoló berendezéssel.

II—4. Minőségi kérdések

A nemesített kaolin minőségének várható ingadozása a két kaolin előfordulás minőség-ingadozásának függvénye. Ezért meg kellett ismernem a két kaolin-bányában található minőségi típusokat, és megállapítanom, hogy ezek közül melyek alkalmasak az előkészítésre, tehát melyek a műre való típusok és melyek azok a szennyezők, amik a kaolin minőségét rontják, feladásra nem alkalmasak. A két kaolin bányából mintákat gyűjtöttem és néhány kémiai és fizikai jellemzőjüket meghatároztam.

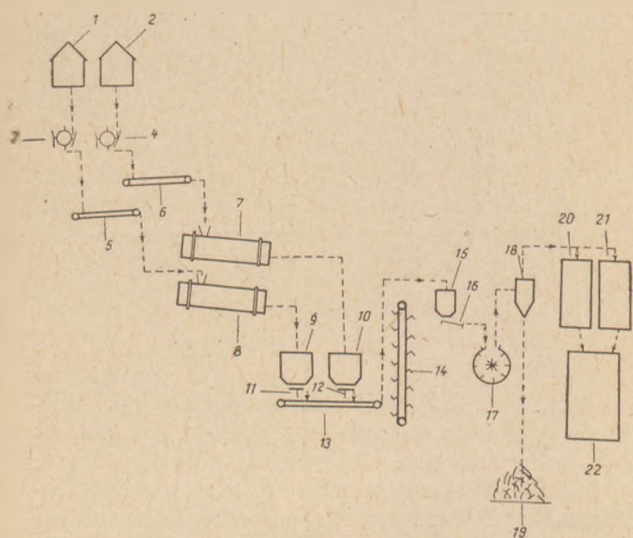
1. Szegi kaolin. A begyűjtött minták vizsgálati adatai szerint a műre való kaolinanyag ásványa ásványtani szempontból homogén. Nem mutat nagy ingadozást a műre való minták kémiai összetétele és tűzállósága sem.

Szennyezői

Mangán. A kaolinban kisebb-nagyobb zárványok alakjában van jelen. A minőséget erősen rontja. A sok mangános szennyezést tartalmazó kaolin nem műre való. (színéről felismerhető).

Andezit. A tűzállóságot rontja, nem műre való (színéről felismerhető).

Horzsahomok. A tűzállóságot rontja. Csak a bánya jól körülhatárolt részein található, a kaolin durva tapintásáról felismerhető. A horzsahomokkal szennyezett kaolin nem műre való.



11. ábra. A szegi samott-kaolin előkészítésének elvi törzs-fája

Kvarc. Kisebb nagyobb kavicsok alakjában van a kaolinba ágyazva. Mennyisége az előkészítés során a szélosztályozóval csökkenthető, ezért kisebb kvarctartalom mellett a kaolin még műre való.

2. *Füžerradványi illitkaolin.* Az előfordulás anyagának agyagásványa nem egységes. A DTA-görbék szerint 3 típus különböztethető meg, és pedig tipikus illit, kálium montmorillonit (6) és a fentiek keveréke. Megvizsgáltam, hogy az egyes típusok alkalmasak-e a nemesítési eljárásra. A vizsgálatok szerint valamennyi típus a repedezést megszünteti.

A füžerradványi illit-kaolin vastartalma ingadozó. Mivel szelektív bányászattal az alacsony Fe_2O_3 tartalmú illitet a porcellánipar részére termelik, samottkaolin előkészítésére a magasabb vastartalmú, porcellángyártásra alkalmatlan illit kerülhet. Ennek Fe_2O_3 tartalma 1%. A szegi kaolin átlagosan 3% Fe_2O_3 tartalmát figyelembe véve, a nemesített kaolin vastartalma 2,6% körül lesz.

A vastartalom ingadozása a füžerradványi illit-kaolinban, valamint a szennyező ásványok jelenléte a szegi kaolinban fokozottan szükségessé teszi a nyersanyagok állandó minőség-ellenőrzését. Az üzemi laboratóriumban a feladásra kerülő nyersanyagok vizsgálatakor figyelembe kell venni a kvarcos szennyeződések mennyiségét is s ennek megfelelően változtatni a két kaolin üzemi keverési

arányán. Ugyancsak állandó és pontos laboratóriumi vizsgálat szükséges a végtermék minőségének ellenőrzésére is, a következő legfontosabb jellemzők meghatározása alapján: Al_2O_3 , Fe_2O_3 és K_2O tartalom, tűzállóság, nyomás alatti lágyulás pont mérések és repedéseire való hajlam 1100 C°-os égetéskor.

IRODALMI UTALÁSOK

a tanulmány kivonatához

1. Felek B.: Épitőanyag 1957. 2. sz. 49. old.
2. Hyslop, J. F.: Trans. Brit. Ceram. Soc. 43. (1944) 49.
3. Grofcsik J.: Akadémiai doktori értekezés. 1958.
4. Salmang: Die Keramik. Berlin. 1954. 109. old.
5. Bauma V.: A kaolin előfordulása, tulajdonságai és előkészítése. Budapest, 1954.
6. Dr. Farju Gy.: Szóbeli közlés.

Juhász Zoltán: A szegilongi samottkaolin előkészítési (nemesítési) kísérletei

A tanulmány a szegilongi samottkaolin tulajdonságainak megismerésére és samottgyártásra alkalmasságátetelére folytatott kísérleteket ismerteti.

A szegi kaolint a tűzállóanyaggyárak magas tűzállósága ellenére felhasználni nem tudták, mert a belső készült samott magas porozitását és alacsony szilárdságú volt. A magas porozitást és alacsony szilárdságot a kaolintesteken 900 C°-on fellépő repedések okozták.

A szegi kaolinban levő kaolinit sajátos tulajdonsága 900 C°-on heves $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ képzése. A reakció a 900 C°-on égetett kaolin fajsúlyát megnöveli, vagyis nagymérvű belső zsugorodást hoz létre. A belső zsugorodást a próbatest külső feszültsége nem tudja követni, feszültségek lépnek fel annak belsejében, melyek repedezést okoznak. A belső és külső zsugorodás közötti különbségből származó feszültségek megszüntethetők, ha a kaolinba vázképző adalékanyagot diszpergálunk. Ilyenkor a kaolin külső zsugorodása csökken, a belső zsugorodás csupán a próbatest pórusméreteit növeli meg. Igen jó vázképző a füžerradványi illit, mely a szegi kaolinhoz keverve annak tűzállóságát lényegesen nem csökkenti, repedezését megszünteti, 1200 C° felett zsugorodását károsan nem akadályozza, sőt a zsugorodást elősegíti.

A kaolin-előkészítés feladata tehát jelen esetben 20% illit diszpergálása szegi kaolinban. Ez a feladat a két kaolin együttörlesztésével megoldható, a nemesített kaolin minősége a szokásos legjobb samottkaolinkét felülmúlja.

Золтан Юхас: ИСПЫТАНИЯ ПОДГОТОВКИ (ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ) СЕГИЛОНГСКОГО ШАМОТНОГО КАОЛИНА

Исследования, проведенные в интересах выяснения свойств сегилонгского шамотного каолина и при способствия его для производства каолина.

Несмотря на высокую огнеупорность, заводы огнеупоров не могли использовать сегский каолин, вследствие большой пористости и низкой прочности шамота, изготовленного из него. Причиной высокой пористости и низкой прочности являются трещины на каолиновых изделиях при температуре 900°.

Характерной особенностью каолинита в сегском каолине является сильное образование при температуре 900°. Эта реакция увеличивает удельный вес обожженного при 900° каолина, т. е. создает значительную внутреннюю усадку. За внутреннюю усадку не может следить внешняя усадка образца, внутри которого возникают напряжения; вследствие этих напряжений создаются трещины. Напряжения, возникающие вследствие разницы между внутренней и внешней усадкой, могут ликвидироваться с диспергированием в каолин скелетообразующих добавок. При этом внешняя усадка каолина уменьшается, внутренняя усадка увеличивает только размеры пор образца. Фуžеррadványский иллит является весьма хорошим

скелетообразующим материалом, который, применяя к сегскому каолину, не уменьшает в значительной мере его огнеупорность, прекращает его трещиноватость, усадку выше 1200° не вредно препятствует, даже способствует усадке.

Следовательно, задачей подготовки каолина в этом случае является диспергирование 20% иллита в сегском каолине. Эта задача разрешима с применением совместного помола двух каолина; качество обогороженного каолина превышает качество наилучших обычных шамотных каолинов.

Zoltán Juhász : Versuche über die Aufbreitung des Schamottekaolins aus Szegilong

Die Abhandlung bespricht die Versuche zur Analysierung des Schamottekaolins aus Szegilong und zu seiner Aufbereitung zur Schamotteerzeugung.

Die Schamottefabriken konnten den Kaolin aus Szegi trotz seiner hohen Feuerfestigkeit nicht verwenden, da die erzeugte Schamotte sehr porös und wenig druckfest war. Die hohe Porosität und die geringe Festigkeit wurden durch die Risse verursacht, die an den Kaolinkörpern bei 900 ° C erschienen. Eine Beson-

derheit des Kaolins im Kaolin aus Szegi besteht darin, dass sich bei 900° C $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ bildet. Die Reaktion vergrößert das spezifische Gewicht des bei 900° C gebrannten Kaolins und verursacht eine ausserordentlich grosse innere Schrumpfung. Die äussere Schrumpfung des Versuchskörpers ist nicht imstande der inneren Schrumpfung zu folgen, es entsteht eine Spannung im Innern, die Risse verursacht. Die aus den Differenzen zwischen der äusseren und inneren Schrumpfung entspringenden Spannungen lassen sich vermeiden, wenn man in den Kaolin gitterbildende Zusätze dispergiert. Dadurch verringert sich die äussere Schrumpfung nur die Porosität des Probekörpers. Das Illit aus Füzerradvány ist ein sehr guter gitterbildender Zuschlag, der die Feuerfestigkeit des Kaolins aus Szegi nicht wesentlich herabsetzt, dabei die Risse verhindert, die Schrumpfung über 1200° C nicht schädlich beeinflusst, sie sogar begünstigt.

Die Aufbereitung des Kaolins aus Szegi besteht demzufolge in einer Dispergierung von 20% Illit. Diese Aufgabe lässt sich durch gemeinsames Vermahlen der beiden Kaolinen lösen, die Qualität des veredelten Kaolins übertrifft jene der besten üblichen Kaoline.

A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket vesz fel az alábbi díjszabás szerint :

Egész oldalas hirdetés ára	1300,— Ft
Fél oldalas hirdetés ára	650,— „
Negyed oldalas hirdetés ára	325,— „
3. vagy 4. borítékoldalon az egész oldal	1690,— „
3. „ 4. „ a fél oldal ...	845,— „

HIRDESSEN AZ

ÉPÍTŐANYAGBAN

A hirdetéseket az alábbi címre küldendők :

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. szám

A befizetéseket az MNB 44 csekkszámlára kérjük

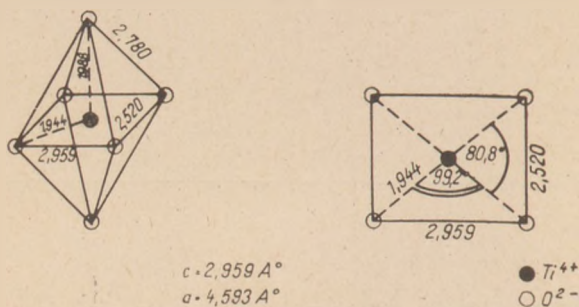
Titánoxid-egyenirányítók

KONCZNÉ, DR. DÉRI MÁRTA

Az utóbbi években a titándioxid a kerámiai iparban mint kondenzátor dielektrikum elterjedt, és a kerámiai anyagok körében úgyszólván polgárjogot nyert.

Titándioxid mint félvezető és mint egyenirányító viszont csak a legutóbbi időben szerepel(2).

A titándioxid ionrácsot alkot, a rutil négyzetes rácsa úgy tekinthető, mintha a Ti^{4+} és O^{2-} ionok egy torzult oktaédert alkotnának (3). Az „oktaéder” méretei az 1. ábrából leolvashatók. A Ti^{4+} ion az oktaéder középpontjában, az O^{2-} ionok annak csúcsain foglalnak helyet. A négyzetes rendszer c tengelyén és az „oktaéder” közép-pontján átfektetett síkban a központi Ti^{4+} ionoktól az O^{2-} ionokhoz húzott egyenesek egymással $80,8^\circ$, illetve $99,2^\circ$ -os szöget zárnak be.



1. ábra. A rutil ionrácsa

Egy ionrácsban, ha az tökéletes, elektromos vezetést csak az ionok elmozdulása okozhat. Tökéletes rácsú titándioxid szobahőmérsékleten tehát mint szigetelő viselkedik.

Tökéletes ionrács azonban abszolút nulla fok fölötti hőmérsékleten nem létezik. A reális rácsban véges hőmérsékleten mindig vannak hibahelyek. Ezek lehetnek (4, 5):

1. kation vagy anionhiány a rácsban.

Jelölése $K \square' \quad A \square^+$
 A TiO_2 esetében $Ti \square^{4-} \quad O \square^{2+}$

A jelölés a Schottky-féle szimbólumokkal (6) történt és azt fejezi ki, hogy egy pozitív töltésű kationnak a hiánya a rácspontot relatíve negatívvá teszi. Illetőleg fordítva egy anionhiány mint relatív pozitív rácshely jelentkezik.

2. kation vagy anion rácsközi helyen.

Jelölése $K \circ^+ \quad A \circ^-$
 A TiO_2 esetében $Ti \circ^{4+} \quad O \circ^{2-}$

Kation rácsközi helyen relatív pozitív, anion relatív negatív a rács többi részéhez képest.

A rácshibák következtében a rácsban elektronhiány vagy elektrontöbblet keletkezik. Kationtöbblet vagy anionhiány elektrontöbbletet jelent, az elektromos áramot elektronok közvetítik, a vezetés n típusú. Kationhiány vagy aniontöbblet viszont elektronhiányt, lyukat, okoz, a vezetés p típusú lesz.

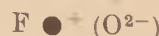
Rácshibának számít nemcsak minden szennyezés, hanem a stöchiometriai képlettől való minden eltérés is. Több oxidációs fokon előforduló fémek vegyületei esetében a stöchiometriai képlettől való csekély eltérés is nagymértékű vezetőképességet eredményezhet. Ezek között n vezetők a fémek legnagyobb vegyértékű vegyületei és p vezetők a legkisebb vegyértékű vegyületei.

A szennyeződések jelölése a Schottky-féle szimbólumok segítségével:

más vegyértékű kation a rácsot alkotó kation helyén:



vagy más vegyértékű anion a rácsot adó anion helyén:

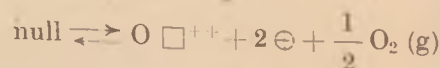


vagy a stöchiometriai képlettől való eltérés:

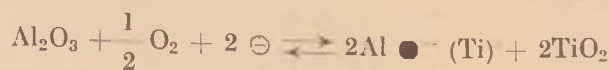
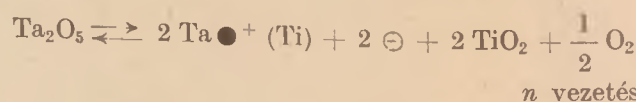


A jelölések azt fejezik ki, hogy ha Al^{3+} ion áll a négyvegyértékű titánion helyett, akkor a rácspont az eredeti négy pozitív töltés helyett csak hárommal rendelkezik és így az eredetihez képest egy töltéssel negatívabb. Hasonlóan az öt vegyértékű tantál beépülése azt jelenti, hogy a rácspont az eredetihez képest egy pozitív töltéssel többet kapott. Egy vegyértékű fluor anion a két negatív töltéssel rendelkező oxigénion helyén a rácspontnak relatív pozitívvá válását eredményezi. Három vegyértékű titánion a négy vegyértékűhöz képest egy negatív töltést jelent.

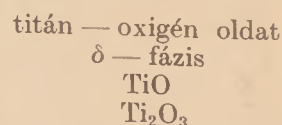
A TiO_2 kristály anion üreshely képzésére hajlamos, n típusú vezető. Ezt szimbólumokkal kifejezve:



Szennyezések hatása ugyanezen írásmóddal:



Kísérleteket folytattunk (7) fémtitánon egyenirányító hatású oxidrétegek előállítására. A titán és oxigén egymással a titándioxidon kívül az oxidációs foknak megfelelően az alábbi fázisokat alkothatja (8, 9):



Fémtitán oxigént nagy mennyiségben képes oldani. Az oxigén atomok az α — Ti hexagonális rácsában oldódva a rácsot tágítják. A telített oldat mintegy 14 súly% oxigént tartalmaz. Az α — Ti rács elemi cellájának méretei az oxigéntartalommal arányosan növekednek a hexagonális hosszten-gyely nagyobb mértékben mint a reá merőleges ten-gyelyek :

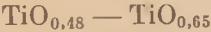
$a = 2,95 \rightarrow 2,96 \text{ \AA}$
 $c = 4,68 \rightarrow 4,76 \text{ \AA}$

A telített oldatnak megfelelő összetétel a $\text{TiO}_{0,48}$ képlettel írható le.

A δ -fázisnak nevezett titán-oxigén vegyület tetragonális rácsot alkot (7, 9). A cella méretei

$a = 3,20 \text{ \AA}$
 $c = 5,12 \text{ \AA}$

Ez a kristályforma a



sztochiometriai képlettel jellemezhető összetétel-határok közt létezik.

A TiO összetételnek megfelelő vegyület sza-bályos, NaCl-típusú kristályrácsot alkot. A kris-tályforma igen nagy összetételhatárok között sta-bil. A kristály mind anion, mind kation üres hely képzésére hajlamos. Az összetételhatárookra jellemző sztochiometriai képlet



Az elemi cella tengelye

$a = 4,165 \text{ \AA}$, illetve az oxigéntartalomtól függően 4,18 Å-tól 4,15 Å-ig változik.

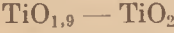
A Ti_2O_3 összetételű oxid hexagonális rend-serbe tartozó, korund típusú kristályrácsban épül fel. A kristályforma lényegesen szűkebb össze-tételhatárok közt létezik, mint a TiO.

Az összetételhatárok :



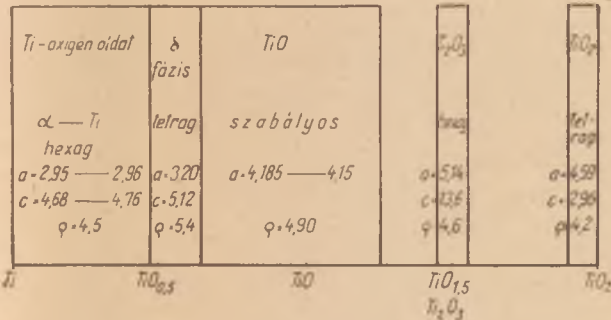
sztochiometriai képletnek felelnek meg.

A TiO_2 rutil kristály formája viszont a



összetétel határok közt állandó.

Az áttekinthetőség kedvéért a titán-oxigén rendszer alakulását a 2. ábra szemlélteti. A víz-szintes tengely az oxigéntartalom mennyiségét jelzi, amely mellett az adott kristályfázisok létez-nek.



2. ábra. A titán-oxigén rendszer kristályfázisai

Fémfelületen a képződő oxid jól tapadó összefüggő réteget általában akkor képez, ha az oxidréteg sűrűsége nagyobb, mint az alapfémé. A titán-oxigén rendszer egyes fázisainak sűrűsége az alábbiak szerint alakul (7, 8, 9) :

oxigénnel telített titán sűrű-sége.....	4,5 g/cm ³
δ -fázis	5,4 g/cm ³
TiO	4,9 g/cm ³
Ti ₂ O ₃	4,6 g/cm ³
TiO ₂	4,2 g/cm ³

Az oxidok közül a TiO₂-nak kisebb a sűrűsége mint az alapfémé, az ilyen rétegek rosszul tapad-nak, nagyobb vastagságban lepattogzanak. A többi oxid, különösen a δ -fázis jól tapadó réteget alkot. Titán oxidációjára vonatkozóan az iroda-lomban számos adat van (1, 10, 11). Egyenirányító hatású oxidrétegeink előállítását jodid eljárással készült fémtitánon 570 és 820° között 2—5 Hgmm oxigénnyomáson végeztük (7).

Az oxidáció a parabolikus időtörvény szerint írható le :

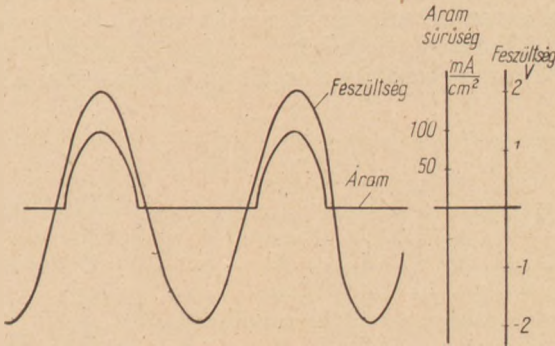
$Q - Q_0 = (K \cdot t)^{\frac{1}{2}}$

ahol Q a súlynövekedést
t az időt jelenti,

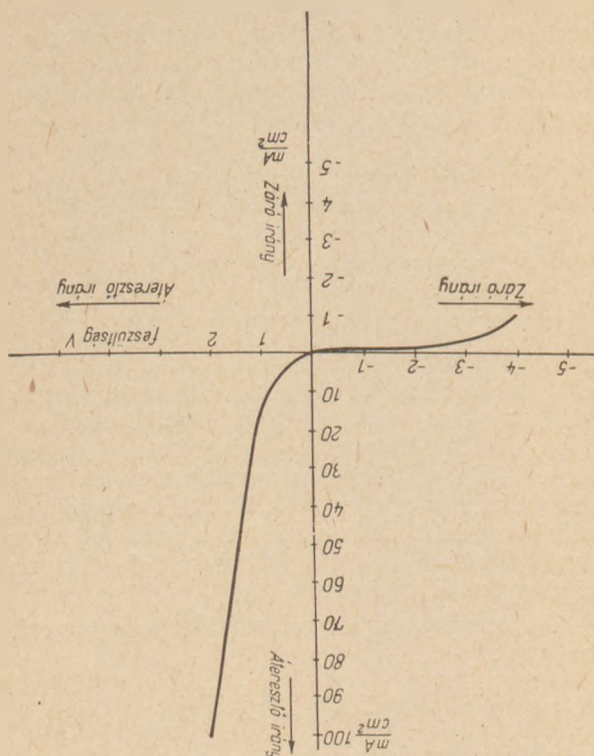
Q₀ és K anyagi minőségtől függő állandók. K értéke kísérleteinkben 40—50 · 10⁻³ mg/cm⁻⁴ · h⁻¹-nek adódott.

A rétegek egyenirányító hatását 50 periodusú váltóárammal vizsgáltuk.

A készített tárcsák átmérője 16 mm, vastag-sága 0,5 mm. Az oxidréteget az egyik oldalon le-csiszoltuk, itt a fémes csatlakozás magán a fém-titánon történt. Az oxidrétegre viszont a fémes hozzávezetés biztosítására bizmut réteget párolog-tattunk. Vékony oxidrétegek esetében az ellenállás áteresztő irányban kicsi, de kicsiny a zárófeszültsé-g is. A rétegvastagság növelésével megnövelhető ugyan a zárófeszültség, de ugyanekkor erősen növekszik áteresztő irányban az ellenállás. Az egyenirányító hatás a mintegy tíz évvel ezelőtt gyártott szelén-egyenirányítókéval egyenlő. Egy, az egyenirányítóra vonatkozó, oszciloszkóppal mért áram - feszültséggörbét a 3. ábra tüntet fel. Az oszcillogrammból kiértékelt dinamikus karak-terisztikát a 4. ábra mutatja. Jónak minősített



3. ábra. Titánoxid egyenirányító oszcillogrammja



4. ábra. Titánoxid egyenirányító dinamikus karakterisztikája

egyenirányító tárcsák egyenirányító hatása 1 : 50 volt, 12 V zárfeszültség mellett.

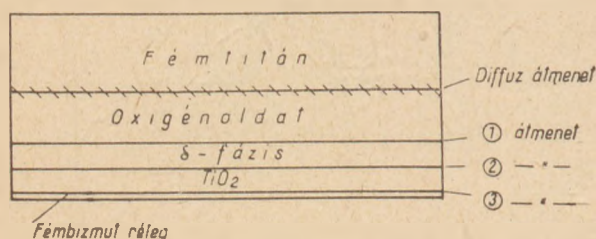
További vizsgálat tárgyát képezi az egyenirányító hatás mechanizmusa és az a kérdés, hogy melyik réteghatáron van az egyenirányítás.

Egyenirányító hatás a réteghatárokon potenciálkültség jelenlétéhez van kötve (12). A potenciálkültség akadályozza töltött részecskéknek a kristályban való haladását. Külső elektromos tér egyik irányban a potenciálkültség értékét növeli (záróirány), a másik irányban a külső feszültség csökkenti a potenciálhegyet (áteresztő irány). Ilyen potenciálkültség létrejöhet

fém — félvezető
félvezető — félvezető

érintkezési felületén. Az iparban használt egyenirányítók közül első esetre a cuprox, a másodikra a selén-egyenirányítók adnak példát.

A készített titánoxid egyenirányítóknak három olyan réteghatár is van, amely az egyenirányító hatás okozója lehet. A fentiek alapján egy ilyen tárcsa keresztmetszetét az 5. ábra tünteti fel.

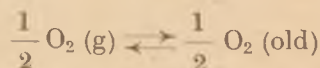


5. ábra. Titánoxid egyenirányító vázlatos keresztmetszete

Egyenirányító hatást okozó potenciálkültség létezhet a

1. fémtitán (telített oldat) — δ fázis,
2. δ-fázis — TiO₂,
3. TiO₂ — fémhúzó határon.

A δ-fázis oly módon képződik, hogy a gáztérből a titánrácsban oldódott oxigén molekulák telítés után a rácsba beépülnek, és oxigéniont alkotnak. A folyamat tehát két lépésben játszódik le, első az oxigén molekulák oldódása, a második az oldott molekulának a rácsba való beépülése :



Egy oxigénion keletkezése a rácsban két elektronhiányt, lyukat okoz, a δ-fázis tehát p vezető lesz.

Az 1. számmal jelölt fémtitán — δ-fázis tehát egy

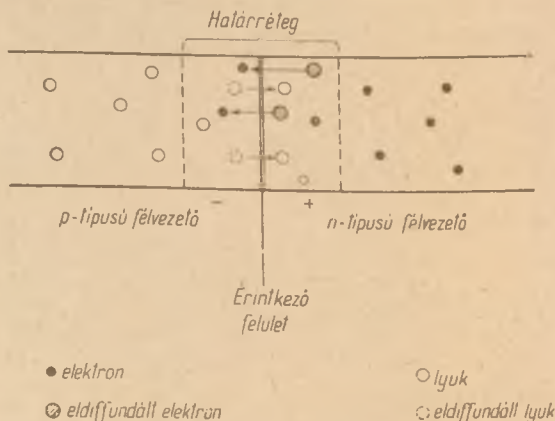
fém — p-típusú félvezető

átmenetnek felel meg, amilyen a réz-rézoxidul egyenirányítóknak játszik szerepet.

A 2. határmenetben a δ fázis p-típusú, a titán-dioxid n-típusú félvezetőnek felel meg. Az egyenirányító hatás tehát

p-típusú félvezető — n-típusú félvezető
által alkotott határrétegben lépne fel. Ugyanez a mechanizmus a szelén-egyenirányítóknak a fémszelén — kadmiumselenid p-típ. félvezető — n-típ. félvezető határon. A harmadik szóbaeső határfelület a titándioxid — fémhúzó érintkezési felülete. Itt az egyenirányító hatás n-típusú félvezető — fém közti potenciálkültség keletkezésével magyarázható.

Annak eldöntésére, hogy a három határátmenet közül, melyiken jön létre egyenirányítás, először a záró, illetve áteresztő irányok relatív helyzetét kell megvizsgálni. A potenciálkültség helyzete a 2. és 3. esetben azonos, a határréteg bal oldalán a negatív, jobboldalán a pozitív töltések kerülnek túlsúlyba az elektronok, illetve lyukak termikus diffúziója folytán.



6. ábra. Potenciálkültség kialakulása p—n átmenet esetében

A helyzetet kvalitatíve a 6. ábra mutatja. Az ábra

p -típusú félvezető — n -típusú félvezető

átmenetet ábrázol. A p -típusú félvezetőben levő lyukak a határretegben az n -típusúba diffundálnak, innen viszont elektronok vándorolnak a p -rétegbe a termikus diffúzió folytán. Így az érintkezési felület közvetlen közelében a baloldalon a p -tartományban a negatív, a jobb oldalon az n -rétegben a pozitív töltések kerülnek túlsúlyba, potenciálkültség jön létre. Ez a helyzet a 2. számmal jelölt határon.

Könnyű, legalább kvalitatíve belátni, hogy a 3. esetben keletkező potenciálkültség ugyanilyen helyzetű kell legyen. Ekkor ugyanis a fém elektron-gázának nagymértékű diffúziója következtében az n -tartományban a határfelület baloldalán a negatív töltések kerülnek túlsúlyba.

Mindkét esetben tehát a záró, illetve áteresztő irány relatív helyzete azonos, és meg kell egyeznie a szelén egyenirányítóiban fennálló viszonyokkal, és ellenkezőleg kell a cuprox egyenirányítók záró, illetve áteresztő irányával.

A cuprox egyenirányítóiban az átmenet
fém — p -típusú félvezető

közt jön létre, fenti sorrendben felírva a közvetlenül érintkező határfelület baloldala, a fém pozitív, a jobboldala, a p -tartomány negatív töltésű lesz. A potenciálkültség tehát ellenkező irányú, mint az előbb. Ez a helyzet a fémtitán δ -fázis határfelületén is.

Megvizsgálva a záró, illetve áteresztő irány relatív helyzetét azt találtuk, hogy a titánoxid egyenirányítóiban fennálló helyzet megfelel a cuprox celláékénak. Ez azt jelentené, hogy az egyenirányító hatás a

fémtitán — δ -fázis

határretegben lép fel. Természetesen e kérdés még másoldali bizonyításra is szorul.

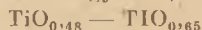
További feladat az egyenirányító hatás mechanizmusának vizsgálata is.

IRODALOM

- (1) M. H. Davies—C. E. Birchenall: Trans. AIME 1951. (Oct) 877.
- (2) H. C. Gorton—T. S. Shilliday—F. K. Eggleston: Elect. Eng. 1955. (Oct) 904.
- (3) W. Baur: Naturwiss. 42. 295. 1955.
- (4) J. Frenkel: Z. Physik 35 652. 1926.
- (5) W. Schottky: Z. physik. Chem. (B) 29 335. 1935.
- (6) K. Hauße—J. Block: Z. phys. Chem. 198. 247. 1951.
- (7) I. Koncz—M. Koncz—Déri: Periodica Polytechn. Chem. Eng. 1 67, 1957.
- (8) P. Erlich: Z. anorg. Chem. 247 53. 1941.
- (9) E. S. Bumps—H. D. Kessler—M. Hansen: Trans. A. S. M. 45 1008. 1953.
- (10) P. H. Morton—W. M. Baldwin: Trans. A. S. M. 144 1004. 1952.
- (11) A. E. Jenkins: J. Inst. Met. 82 213. 1953.
- (12) J. Dosse: A tranzisztor (ford.) Műszaki Kiadó Bp. 1957.

Konczné dr. Déri Márta: Titánoxid egyenirányítók

Jodid eljárással készült fémtitán lemezen oxidáció útján elektromosan egyenirányító tulajdonságú réteget sikerült létesíteni. Az egyenirányító hatás 1 : 50 arányú, 12 volt zárófeszültség mellett. Megállapítható volt, hogy egyenirányítás olyan oxidrétegek esetében tapasztalható, melyekben delta fázis van jelen. A σ -fázis a titánnak oxigénnel alkotott vegyülete, amely a



stöchiometriai képlettel jellemezhető összetétel határok közt létezik. Szerkezetét és cella méreteit sikerült megállapítani. Szelén és cuprox egyenirányítókkal való összehasonlítás alapján elméleti megfontolásokkal bizonyítható, hogy az egyenirányító hatás a fémtitán — σ -fázis határretegben fellépő potenciálkültség következtében jön létre.

Др. Марта Дери: ДЕТЕКТОРЫ ОКИСИ ТИТАНА

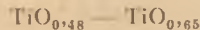
Создание слоя со свойством электрического детектора путем окисления на металлической титановой прите, изготовленной подистым методом. Влияние детектора: соотношение 1 : 50, при запирающем напряжении 12 Вольт. Установлено, что детектирование обнаруживается окленч слоях, содержащих дельтовую фазу. Дельтовая фаза представляет собой соединение титана с кислородом, существующее в пределах состава, характеризующего со стехиометрической формулой



Установление конструкции и размера элементов. На основе сравнения с селеновыми и купроксовыми детекторами доказывается, что детекторное двление является следствием потенциального порога, появляющегося на предельном слое металлического титана и дельтовой фазы.

Konczné dr. Márta Déri: Titánoxid-Gleichrichter

An der Oberfläche von metallischem, mit dem Jodid-Prozess gewonnenem Titanium wurde durch oxidation eine elektrisch gleichrichtende Schicht erzeugt. Das Gleichrichtungsverhältnis ist 1 : 50, bei einer Sperrspannung von 12 V. Die Gleichrichterwirkung ist zur Anwesenheit von der sogenannten σ -Phase gebunden. Die σ -Phase ist eine Sauerstoffverbindung des Titans, welche mit der stöchiometrischen Zusammensetzung



charakterisiert ist. Die Krystallklasse und die Parameter der Elementarzelle wurden bestimmt. Durch die Vergleichung des Gleichrichtermechanismus mit den Selen-, bzw. Cuproxgleichrichtern kann theoretisch nachgewiesen werden, dass die Gleichrichtung infolge der in der Grenzschicht Titanium-Metall — σ -Phase auftretenden Potenzialschwelle entsteht.

Hazai kaolinok elektronmikroszkópos vizsgálata

ÁRKOSI KLÁRA és BARNÁ JÁNOS*

Az agyagásványokra vonatkozó ismereteink fejlődésében az elektronmikroszkópos felvételeknek igen nagy a jelentősége. Nemcsak az egyes csoportok elhatárolását segítette elő, hanem az egyes csoportokon belül is sikerült megfigyelni az agyagásványok rendkívüli változatosságát (1, 2).

Ismeretes, hogy az agyagásványok elemi részecskéinek nagysága, morfológiája döntően befolyásolja az agyagásványok tulajdonságait olyannyira, hogy az egyes kolloidtulajdonságok tekintetében megszűnhet az agyagásványcsoportok közötti különbség is. Megállapítottuk pl., hogy a peptizálóképesség tekintetében vannak olyan rendkívül finom részecskéjű külföldi és belföldi agyagfélések, kaolinit agyagásványtartalommal, melyek sokkal jobban peptizálódnak, mint a közismerten jól peptizálódó montmorillonitok (3).

Legújabbban Marel (4) megállapította, hogy a különféle származású, kémiaiilag tiszta, jól kifejlődött kristályformájú kaolinoknál is egyebek között, a részecskék nagysága közötti különbségek nagymértékben megzavarják a kaolinit kvantitatív meghatározását.

Az elektronmikroszkópiai vizsgálatokat már az ipari felhasználás is megkívánja. Pl. úgy a papír, mint a finomkerámiai iparban. Műnyomó papírgyártásnál a papír felületére felkent és később ráprésselt kaolinpép sokkal jobban viselkedik, ha a kaolin agyagásványának részecskéi tökéletes kristályformájúak (5).

Igen valószínű, hogy a finomkerámiai iparban, főleg a porcelángyártásban egyes hazai kaolinok kedvező viselkedését a kaolin agyagásvány kristály alakjainak tökéletessége is okozza.

Ezek a megállapítások vezettek bennünket arra, hogy hazai kaolinelőfordulásainkból származó kaolin-mintákat részben iszapolt, részben eredeti állapotban megvizsgáljuk arra vonatkozólag, hogy a kaolinit agyagásványuk elemi részecskéinek milyen az alakja, kristályformájuk mennyiben tökéletes.

Vizsgálataink folyamán máris kitűnt, hogy az elektronmikroszkópos felvétel nagyon jól használható genetikai kérdések megoldására. Valószínűleg elő fogja segíteni a tokajhegyaljai kaolinok eddig meg nem magyarázott keletkezési körülményeinek tisztázását is.

Vizsgálatainkat a következő kaolinelőfordulások anyagára terjesztettük ki: sárisápi (iszapolt), székesfehérvári, petényi agyag (iszapolt), szerencsi, mád-koldui, bombolyi, szegi, sárospataki és végardói kaolinokra.

A sárisápi kaolinkötésű homok nagy előfordulás. A kaolintartalom kiiszapolására tervezett iszapológomű már ez évben megkezdte működését. Az iszapolt sárisápi kaolin úgy a finomkerámiai iparban, mint a papíriparban kerül majd felhasználásra.

A sárisápi iszapolt kaolin részecskéi igen finom, vékony kristálylemezkek, nagyobb részben szabálytalan határvonalakkal. Tehát nem tekinthető tökéletes kristályformákkal rendelkező agyagásványtartalmúnak.

A megvizsgált székesfehérvári kaolinminta a székesfehérvári aplithánya kisebb kaolin fészkeiből származik.**

Kristályai nagy áttetsző lemezek tökéletes kristályformákkal.

A petényi agyagelőfordulás leghatalmasabb tűzálló agyagelőfordulásunk. A petényi agyag nemesítésére ugyancsak készül iszapoló berendezés is. Az iszapolt petényi agyag finomkerámiai és tűzálló anyagipari célokra fog szolgálni.

Az iszapolt petényi agyag kaolinit agyagásványának elemi részecskéi a szekundér előfordulásra igen jellemzően nagyon finom, töredezett lemezek, melyek a felvételen erős aggregálásban láthatók. Nem tekinthetők tökéletes kristályformájúaknak.

A szerencsi kaolin egyik legrégebbi kaolinelőfordulásunk. Wartha Vince (6) szerint 1848 körül már innen szállítottak kaolint a miskolci kerámiai gyárba. Liffa Aurél foglalkozott vele (7). Felkutatása a közeljövőben várható.

A szerencsi kaolin elemi részecskéinek kristályformái tökéletesek.

Ismeretes, hogy a mádkörnyéki kaolin- és bentonitelőfordulásoknál a koldui erdőben a kaolin és a bentonit külön rétegekben is található. A kaolinrétegek montmorillonit tartalma 8—10% körül van.

A koldui kaolin kaolinit agyagásványának elemi részecskéi nagy kristálylapokkal rendelkeznek, melyeknek ép szélét a pelyhes montmorillonit lemezek itt-ott megzavarják. Tökéletes kristályformájúnak tekinthető.

A bombolyi kaolinelőfordulás a hazai finomkerámiai iparunknak jól bevált nyersanyagát szolgáltatja.

A mád-koldui kaolinelőfordulás és az ugyancsak mádkörnyéki bombolyi kaolinelőfordulás Varju Gyula szerinti összefüggését nagyon jól alátámasztja a kaolinjaik elemi részecskéinél látható tökéletes, azonos kristályforma.

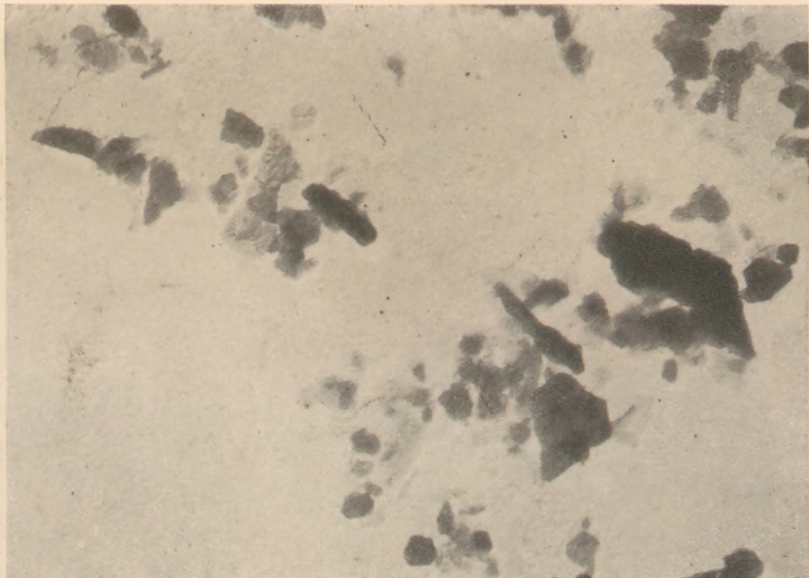
A szegi kaolinelőfordulás termékeit részben őrölt állapotban papírgyártásban használják, részben pedig tűzálló célokra próbálják alkalmazni, tekintettel arra, hogy egyike a legnagyobb tűzállóságú kaolinunknak.

A szegi kaolin kaolinit agyagásványának elemi részecskéi szabálytalan alakú, finom, vékony lemezek. Tehát nem rendelkeznek tökéletes kristályformával.

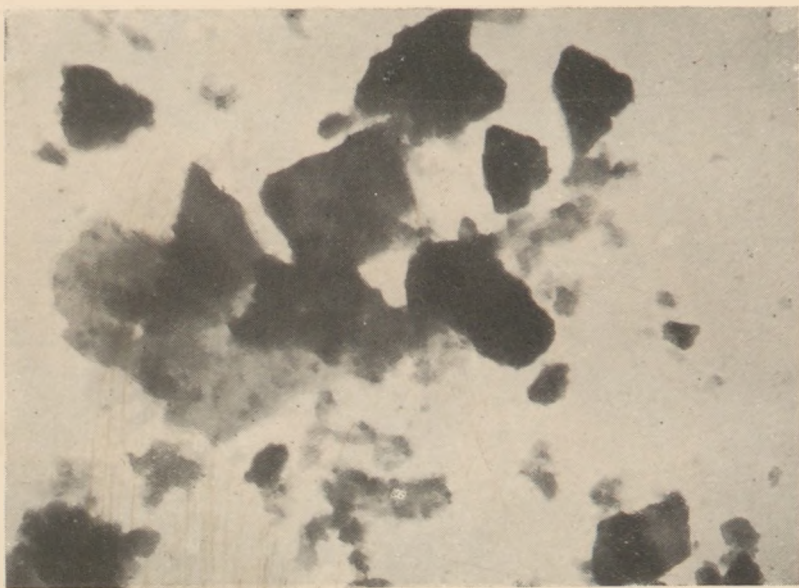
A sárospataki Megyer-hegyen található kaolinelőfordulás régebbi idő óta ismeretes, az 1930-as

* MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete. Bányászati Kutató Intézet Budapest.

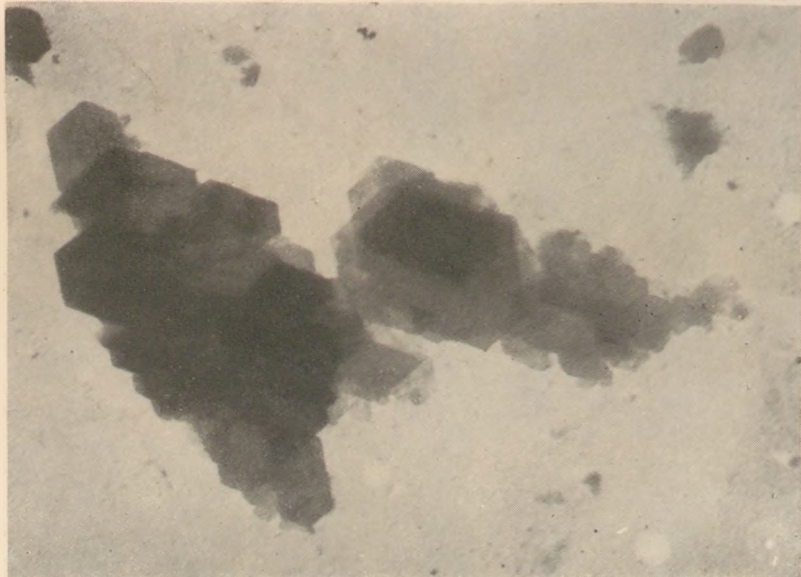
** Varju Gyula gyűjtése.



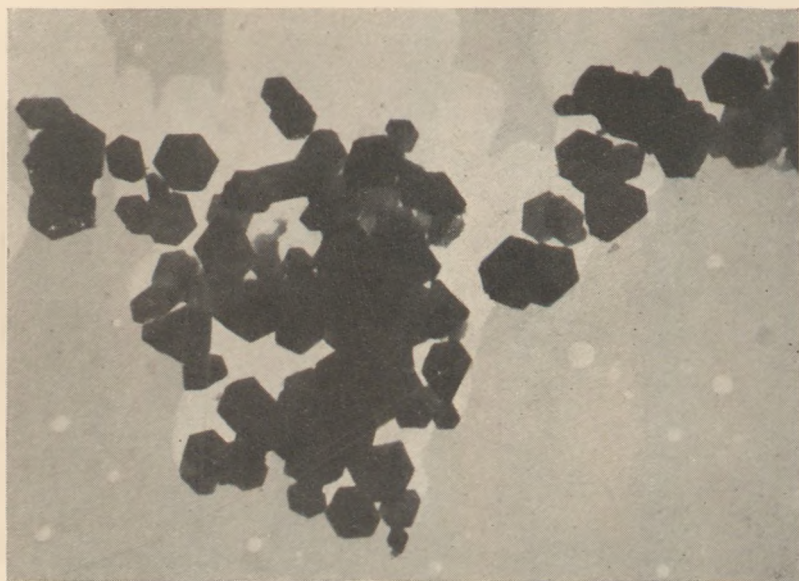
1. ábra, Sárissápi iszapolt kaolin. Nagyítás : 8500 ×



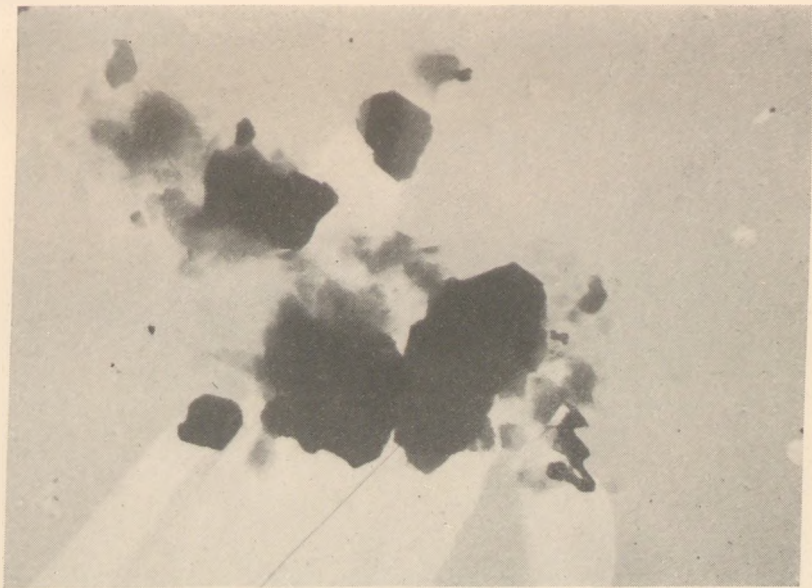
3. ábra, Petényi iszapolt agyag. Nagyítás : 8100 ×



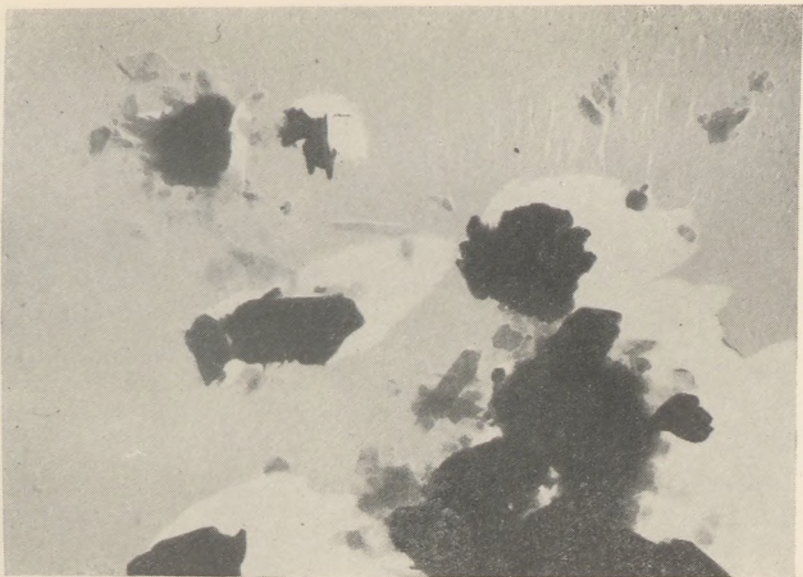
2. ábra. Székesfehérvári kaolin. Nagyítás : 11.300 ×



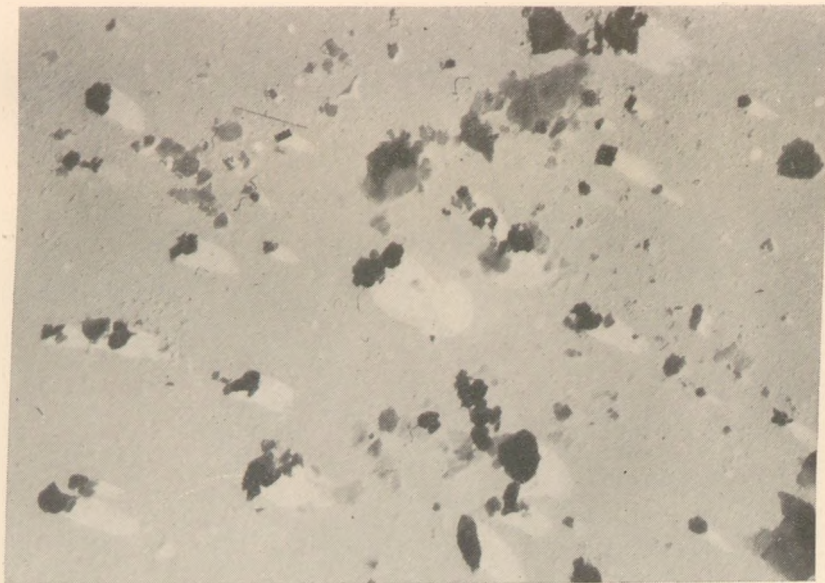
1. ábra. Szerencsi kaolin. Nagyítás : 1800 ×



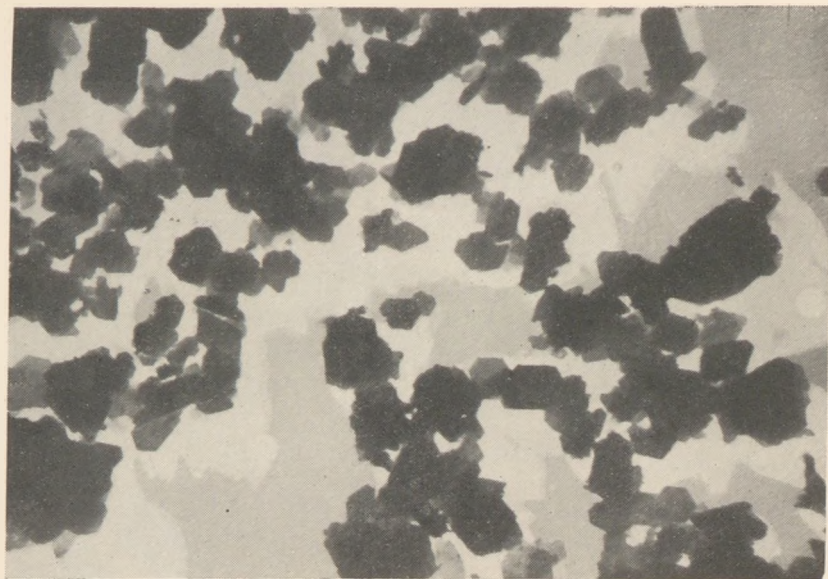
5. ábra. Koldui kaolin. Nagyítás : 10 800 ×



8. ábra. Sárospataki kaolin. Nagyítás : 8100 ×



7. ábra. Szegi kaolin. Nagyítás : 7500 ×



9. ábra. Végardói kaolin. Nagyítás : 9800 ×

években ezen előfordulásra elektroozmotikus iszapoltót is terveztek.

A sárospataki kaolin kaolinit agyagásványának elemi részecskéi vékony, általában szabálytalan szélű lemezek. Tehát nincs tökéletes kristály formájuk.

A végardói kaolin előfordulásra Frits József bányamérnök fúrásai hívták fel a figyelmet. Felkutatása folyamatban van. Az építés alatt álló akna kaolinfészkeiből származó kaolinmintát vizsgáltuk meg.

A végardói kaolin a szerencsivel azonos kristály formájú kaolinit agyagásvány részecskéket tartalmaz, tehát a végardói kaolin kaolinit agyagásványa tökéletes kristályformájú.

IRODALOM

- (1) Electron micrographs of reference Clay Minerals. 1950. Preliminary Report No. 6. Clay Minerals Standards Project 49.
- (2) M. S. Taggart, W. O. Milligan, H. P. Studer: Electron micrographic Studies of Clays. Third National Conference on Clays and Clay Minerals. 1955. 31.
- (3) J. Barna: Peptization of Clays. Clay Minerals Bulletin, London. 1958. V. 3. No. 9. 212.
- (4) H. W. van der Marel: Quantitative Analysis of Kaolinite. International Clay Mineralogy Congress. Bruxelles, 1st — 5th July, 1958.
- (5) H. H. Murray, S. C. Lyons: Correlation of Paper Coating Quality with degree of Crystal perfection of kaolinite. Fourth National Conference on Clays and Clay Minerals. 1956. 31.
- (6) Wartha Vince: Az agyagipar. 1892. Budapest.
- (7) Liffa Aurél: Néhány hazai kaolin- és tűzálló agyag előfordulás geológiai viszonyai. Jelentés az 1933—35. években végzett geológiai vizsgálatokról. Magyar Földtani Intézet.

Árkosi Klára és Barna János: Hazai kaolinok elektromikroszkópos vizsgálata

Hazai kaolinjaink kaolinit agyagásványú elemi részecskéinek kristályformája tekintetében nagy különbségeket mutatnak. A székesfehérvári, szerencsi, koldui, bombolyi, végardói kaolinok elemi részecskéi tökéletes kristályformájúak, a sárospataki, szegi, sári-

sápi kaolinok, továbbá a petényi iszapolt agyag elemi részecskéi tökéletlenebb kristályformákat mutatnak.

A kristálylemezek nagysága és vastagsága is igen eltérő. A tökéletlenebb kristályformákat adó szegi, sárisápi, sárospataki kaolinoknál, továbbá a petényi szapolt agyagnál finom, vékony lemeztöredékeket találunk, míg a többi megvizsgált kaolin jól kifejezett, vastagabb kristálylemezű kaolinit agyagásványt tartalmaz.

Клара Аркоши и Янош Барна: ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КАОЛИНОВ

Большие различия в наших отечественных каолинах в отношении кристаллической формы их элементарных мастиц, содержащих каолинитно-глинистые минералы. Элементарные мастицы каолинов месторождений Секешфехервар, Серенч, Колду, Бомбой и Вегардо облагают совершенной кристаллической формой, а элементарные мастицы каолинов месторождений Шарошпатак, Серг, Шаришан и также петеньской отмученной глины характеризуются менее совершенной кристаллической формой.

Размер и толщина кристаллических пластинок также являются различными. В каолинах месторождений Адосег, Шаришан, Шарошпатак находятся наименее совершенные кристаллические формы и в петеньской отмученной глине тонкие обломки пластинок, а одновременно в других испытанных каолинах содержится хорошо развитый каолинитовый минерал с более толстой кристаллической пластинкой.

Klára Árkosi und János Barna: Die elektronmikroskopische Untersuchung der ungarischen Kaoline

Die ungarischen Kaoline zeigen grosse Verschiedenheiten in der Kristallformation der tonmineralischen Elementarteilchen des Kaolinites. Die Elementarteilchen der Kaoline aus Székesfehérvár, Szerencs, Koldu, Bomboly und Végardó sind vollkommen kristallförmig, während dies bei den Kaolinen aus Sárospatak, Szegi, Sárisáp, sowie beim Schlammton aus Petény nicht der Fall ist.

Auch Grösse und Dicke der Kristallplatten sind verschieden. Bei den Kaolinen mit unvollkommener Kristallisation aus Szegi, Sárisáp, Sárospatak, sowie bei den Schlammtonen aus Petény finden wir dünne Splitter, während die übrigen untersuchten Kaoline Kaolinittonmineralien mit wohl entwickelten, dicken Kristallplatten enthalten.

(A 6. ábrát a címlapon közöljük.)

A bombolyi kaolinbánya anyagának vizsgálata

Dr. TAKÁTS TIBOR és KISS LAJOS

Bevezetés

Az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet a Zempléni-hegységben, Mádtól ÉK-re 3 km távolságra, a Bombolydülőben levő kaolinbánya anyagának részletes vizsgálatát tűzte ki célul. Kerámiai iparunk évente 6—8000 tonnányi bombolyi kaolint használ fel. Ez a szám már magában is bizonyítja ennek az előfordulásnak jelentőségét.

A bánya ezt az anyagot iparunk számára több mint 20 éve szolgáltatja. Ez alatt az idő alatt többször vizsgálták a kőzetet különböző szempontok szerint, szükségesnek mutatkozott azonban egy egészen részletes, összefoglaló vizsgálat elvégzése, mely a kőzet geológiai, kőzet-tani, genetikai és fiziko-kémiai összefüggéseit kutatja.

A helyszínen megfelelő tanulmányozása után olyan mintákat gyűjtöttünk be, melyek a bánya kőzetének egyes típusaira, különböző kifejlődéseire jellemzőeknek ígérkeztek. Az egyes mintákat a rendelkezésre álló legkorszerűbb módszerekkel végzett vizsgálatoknak vetettük alá, és igyekeztünk olyan adatokat s megállapításokat birtokba jutni, melyek a különböző típusú minták egymástól való elválasztását lehetővé teszik. Ezek az adatok szükségesek ahhoz, hogy a bánya kőzetét megfelelőképpen értékelhessük és egy egységes szemlélet kialakításával felismerjük azokat a kutatási irányokat, melyekben a jövőben haladni kell. Ma, amikor a hazai nyersanyagellátás egyik legfontosabb célja a kutatásnak, nagyon időszerűvé vált ezeknek a vizsgálatoknak az elvégzése.

I. A terület rövid földtani ismertetése

A bombolyi kaolinelőfordulás az ÉD-i csapásirányú Zempléni-hegység DNy-i peremi részén, az idősebb szarmatakorú riolitos eruptívumok és a fiatalabb andezites kőzetek határvonala közelében fekszik. A Bombolyhegy és a vele szomszédos területek horzszaköves riolittufából épülnek fel. Ettől K-re és É-ra elterülő területet vegyes tufák, lapillis andezittufák és piroxénandezit alkotják. A Ny-ra eső nagy területen, a Hernád-völgyéig, a felszínen a riolit és riolittufák uralkodnak. Az

említett magmás eredetű kőzeteken kívül e terület igen jellegzetes képződményei a hidrokvarcitok és a limnokvarcitok. A hidrokvarcit képződmények ÉK—DNy-i, főleg ÉNy—DK-i csapásirányú tételek alakjában törnek át a vulkáni összletet, illetőleg benne különböző szinteken, váltakozó padvastagságban jelennek meg. Mádtól Ny-ra, kiterjedt területen 4—8 m vastag hidrokvarcit rétegek találhatók, melyek fedőjét egyes területeken alsó pannonkori elkovásodott növényi maradványokat tartalmazó limnokvarcit rétegek alkotják.

A Zempléni-hegység, a tortonai emelettől kezdve a pannonig bezárólag, időszakonként váltakozó intenzitású és jellegű vulkáni tevékenység színtere volt. Hatalmas explóziós, vulkáni működések csendesebb időszakokkal váltakoztak. A vulkáni tevékenység zömmel a szarmatában zajlott le. Területmozgások következtében keletkezett ÉK—DNy-i, illetőleg ÉNy—DK-i csapásirányú kéregmozgások mentén, vagy ezek csomópontjaiban nyomult fel a vulkánikus eredetű kőzetek anyaga. A kőzetek, a vulkáni tevékenység idején és az azt követő időszakokban, hosszú ideig tartó, változó összetételű, hőmérsékletű és nyomású hidrotermák hatásáról tanúskodnak. A kéregmozgások és a vulkáni anyagfelhalmozódás folytán az egész területről a tenger fokozatosan visszavonult, ennek következtében átmenetileg lefűződött tengeröblök, kisebb zárt medencék keletkeztek, melyeknek egyre kiédesedő vize ugyancsak kőzetátalakító hatást fejtett ki. Ezek a medencék a külső erők hatására lepusztult kőzetek durvább vagy finomabb törmelékének csapdáivá, leülepedési színtereivé váltak.

II. A kaolinosodás folyamata

A Zempléni-hegységben a törésvonalak mentén huzamosabb ideig tartó, időnként változó erősségű és hatású utóvulkáni működések érvényesültek. Az utóvulkánus hidrotermális és pneumatolitos hatások főleg a savanyú riolitösszlet anyagában idéztek elő változást. A hidrotermák s a felszálló gázok és gőzök a törésvonalak közelében, valamint már meglevő vulkánikus összleteket áttörő újabb magmafelnyomulások határvonalán éreztették hatásukat. Ezek már a kőzetösszletet étrehozó erupció után közvetlenül hatottak, de a később megismétlődő egy-egy kitörés vagy felszín alatti magmatikus felnyomulás idején is megújultak. A hidrotermák anyaga, kémiai összetétele, nyomása és hőmérséklete nemcsak helyenként, hanem még egyazon a helyen időszakonként is változott. Figyelembe kell venni azt is, hogy a különböző irányú kőzetrepedések változatos felépítésű, szerkezetű, szövetű és ásványi összetételű kőzetösszleteken vezették a hidrotermákat. Így érthető, hogy a hidrotermális — pneumatolitos hatások következményeként létrejött ásványi termékek előfordulása nagyon szeszélyes, nehezen



1. ábra. A bombolyi kaolinbánya távlati képe

nyomozható, bányászásuk körülményes és szinte „a jó szerencsétől” függ.

Az eddigi megfigyelések alapján megállapítható, hogy a Zempléni-hegységben a hidrotermális hatás eredményeként keletkezett agyag-ásványok a hidrokvarcit telérhálózatok közelében, vagy többé-kevésbé vízszintes helyzetű hidro- és limnokvarcit padok alatt vannak. A hidro-, illetve limnokvarcit keret óvta meg az elkaolinosodott kőzeteket a későbbi lepusztulástól és elhordástól. Ennek a védőkvarcitrétegnek elégtelensége vagy elpusztulása a lepusztító erők számára lehetővé tette a primér kaolintestek áthalmozását. Ez, szerencsés körülmények összjátékaként, zárt medencékben vagy kisebb öblökben a kaolin természetes leiszapolásához, felhalmozódásához, másodlagos (szekundér) kaolintelepek keletkezéséhez vezetett (Koldu, Rátka stb.).

A kvarcitok és a kaolinosodás közötti szoros kapcsolat a bombolyi előfordulásnál is megfigyelhető. A hidrotermális hatás és a kaolinosodás közötti összefüggést bizonyítja az is, hogy a bányától 1 km távolságon belül található Szilvásfürdő, melynek vize kb. 20 °C-os és ettől ugyancsak 1 km távolságon belül van egy vashánya, melynek hematitját a második világháború idején termelték. A Bomboly hegyen, ÉK—DNy-i irányú két párhuzamos kvarcittelér húzódik, egymástól kb. 200 m távolságra. A jelenlegi bánya területe e két kvarcittelér közé esik. Ezeken kívül az alsó és felső bányaudvarban egyaránt jól megfigyelhető egy 10—15 cm vastag ÉNy—DK-i csapásirányú kvarcittelér.

A Bomboly hegy gerincét szálban álló lyukacsos-horzsaköves riolitufa képezi, melyet számos különböző, de főleg ÉNy—DK-i irányú repedés, elválásilap kisebb-nagyobb tömbökre tagolt. A repedések nagysága a csak mikroszkóp alatt megfigyelhető hajszálrepedéstől kezdve, egészen szabadszemmel is jól kivehető elválási résekig változik. Ezek gyakran kvarccal kitöltöttek és falakra esetleg vasas szennyezés mosódott.

A SiO₂-dús, gázokban gazdag riolitvulkanizmust követő, hosszantartó utóvulkáni működés anyaga a mélyből egy-egy centrumon, esetleg repedésen keresztül tört a felszínre. A szerteágazó repedések hálózata a felnyomuló hidrotermákat és gázokat a feltörési helytől a kőzettest távolabb eső helyeire is elvezette. Így a hatóanyagok a kőzetek elbontását és anyagi átrendeződését a kőzettest különböző helyein eredményezték. Megfigyelések szerint, a finomabb szemű, tömegesen vagy rétegezten lerakódott hamutufák és riolittestek az utóvulkáni hatásokra egyöntetűbb kaolinosodást, illetőleg bentonitosodást mutatnak, mint a lyukacsos, horzsaköves, agglomerátumos riolitufák. Ez érthető, mert az előbbieknél anyagi felépítése és ásványi összetétele homogénebb, mint az utóbbiaké, tehát az átalakulásukból keletkezett kőzetek összetétele is egyöntetűbb. Az elkovásodás mértéke is függ az eredeti tufa felépítésétől. A finomabb hamutufák egyenletesen kovásodtak el. A lyukacsos, horzsaköves, agglomerátumos tufák egyenlőtlenül kovásodtak, így kovarögösek.

A kaolinosodási zónában az eredeti hamutufából a kovasavas anyag kicserélődése útján tömör, kagylóstörésű, hófehér vagy sárgásfehér kaolinkő (porcelánkő, liparit) keletkezett.

A bombolyi kaolinos kőzet, amint már említettük, a lyukacsos, horzsaköves riolitufából utóvulkáni hatások eredményeként keletkezett. A kaolinosodás alapfeltétele, hogy a keringő oldatok p_H értéke savas tartományban foglaljon helyet. A bombolyi előfordulásnál ezt CO₂ biztosította és az alunit jelenléte azt bizonyítja, hogy enyhe szulfatara működés is volt. Noll W. kísérletei szerint kaolin keletkezik semleges alkálimentes vagy savanyú alkálitartalmú oldatokból 400 °C alatt. A bombolyi esetben nyilván savanyú p_H érték volt, mert a riolit földpátjának bomlásakor alkáliák szabadultak fel és mégis kaolinit keletkezett. Klockmann—Ramdohr szerint a kaolinit-csoport ásványai közül legalacsonyabb hőmérsékleten a kaolinit, közepes hőmérsékleten a dickit és 400 °C-hoz legközelebbi hőmérsékleten a nakrit keletkezik. Hasonló megállapításra jutott Folk R. L. is a földpátok hidrotermális átalakulásával kapcsolatban. Megállapította, hogy a kaolinit savanyú oldatban 350 °C-ig képződik, ha az alumíniumtartalom nagy és a káliumtartalom kicsi. Szerinte az érceléreket kísérő hidrotermális átalakulás feltételei mellett rendszerint szericit képződik, mert az oldatok lúgosak. Kaolinit inkább a felszín közelében, savas vizek hatására keletkezik, de szericitből is képződhetik, ha azt karbonátos vagy szulfátos vizek lúgozzák át.

III. A begyűjtött minták csoportosítása

A mintákat közvetlenül a bánya falából, vagy éppen fejtés alatt álló munkahelyek lerobbanott kőzetdarabjaiból, elsősorban a bányászok által haszonanyagként minősített, vagy kerámiai célokra megfelelőnek látszó kőzetekből gyűjtöttük. A begyűjtött mintákat az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

1. „Darázsköves”, vagy „Gránittípus” vagy „puha változat”. Kalapáccsal könnyen törhető kőzet. Törési felülete egyenetlen, morzsolódó, érdes tapintású, lyukacsos, fehér színű anyag. Üregeinek falát szálkás, horzsakőszerű kaolinos — kvarcos anyag, vagy apró, zömök üvegtiszta kvarckristályok borítják, illetőleg töltik ki az egész üreget. Ebben a kristályos, kovadús alpanyagban változó nagyságú, fehér kaolinos beágyazások vannak, melyeknek anyaga selymes fényű, olykor csillogó kristálykák halmaza. A beágyazások anyaga puha, körömmel vagy késheggyel könnyen porítható és összegyűjthető. A tapadó, porszerű anyag nedvesen megduzzad, képlékennyé és zsíros tapintásúvá válik. Ezek a beágyazások nedvesen fehér színükkel a szürkésfehér kovás alpanyagból jól kiütkeznek. Némelyiket limonitosan szennyezett, sárgásbarna, vékony réteg fogja körül. Belőlük idő folyamán a kaolinos anyag kimosódhat. Az így keletkezett üregek fala többnyire szálkás, horzsakőszerű, kemény, kovás lécezettel bélelt. A „darázskő” elnevezés innen

származik. Ebbe a csoportba tartozik a 8., 21. és 26. számú minta.

Ezt a típusú anyagot szállítják a „Gránit” Csiszolókorong és Kőedénygyárnak.

2. „Kemény” vagy „Zsolnay-típus”. Az előzőnél kalapáccsal nehezebben törhető, keményebb, kissé szürkésebb, erősebben elkovásodott fénytelen anyag, mely sarkosan törik. A tömörebbnek látszó alapanyagban a fehér, határozott körvonalú, tömöttebb szerkezetű kaolinos beágyazásokat szabadszemmel is jól fel lehet ismerni. A kaolinos beágyazások anyaga körömmel kifejthető, de az erősebben elkovásodott alapanyagból nem mosódik ki, tehát a kőzet nem lyukacsos.

Benne a kvarc zöme főleg kristályos β -kvarc alakjában fordul elő. A jól fejlett β -kvarc kristályok a repedések falán ülnek, vagy a repedéseket és az üregeket teljesen kitöltik. Ilyen a 9., 11—16. és 22. számú minta.

A keménytípusú anyag másik változatában a kvarc főleg mikrokristályos alakban szerepel. A SiO_2 -ben gazdag hidrotermális oldat átítatta a kőzetet, mely előbb elopálosodott, majd kriptokristályossá vált. Ez a típusú anyag nehezebben őrlhető, mint az előbbi. Ilyen típusú a 14. és 30. számú minta.

3. A kaolinos beágyazások anyagát kifejtettük és külön is megvizsgáltuk: 6. számú minta.

4. A kaolinos beágyazások anyaga természetes úton kimosódhatott és a kőzet üregeiben vagy felületén, védettebb helyeken felhalmozódott, mintegy leiszapolódott. A kőzettestben emberfej nagyságú kaolinos feldúsulások is előfordulnak: 20. számú minta. A 7. és 29. számú minták anyaga olyan helyről származik, ahol a kőzet szabad felületén, a kaolinos beágyazások anyagát az esővíz kimosta, majd leiszapolta.

5. A 27. és 28. számú minták anyaga az átlagnál egyöntetűbben elkaolinosodott tufa, mely telérszerűen helyezkedik el a keményebb, kvarcdús tufakörnyezetben. Az ilyen kaolinos telér 20—30 cm vastag, és anyagát függőleges, vékonyréteges elválási felületek tagolják. Anyaga fehér, puha, szárazon szétporlik, nedvesen képlékeny. A kvarcváltozatok közül benne főleg korrodált α -kvarckristályok uralkodnak. Az aránylag egyöntetűen elkaolinosodott anyagban a hidrotermajaratok jól felismerhetők. Ezek falán kevés számú apró β -kvarckristály látható.

6. A felső bányaudvar ún. „örölt” anyaga: puha, könnyen törhető, földes törésű, kézzel morzsolható. Az átlagnál kvarcban szegényebb, egyöntetűbben kaolinosodott tufa, melynek eredeti anyaga finomabb szemcsézetű lehetett. Benne a kvarc főleg β -kvarc alakjában található, de az α -kvarc korrodált dihexaéderes kristályai is felismerhetők. Gyakoriak benne a hematit kristályok, melyek rendszerint kvarcrögökre vagy ezek kristályaira települtek. A hematit az anyagot lilásrózsaszínűre színezheti. Ezt az anyagot az őrlőműben megőrlik és gumigyarak használják fel. Ilyen típusú a 23., 24., 25. és 26. számú minta.

IV. A vizsgálati eljárások

1. *Aprítás és őrlés.* A begyűjtött minták anyagát durva aprítással 8—10 mm átmérőjű szemcsékre törtük, majd 8 órát nedves őrléssel laboratóriumi dobmalomban aprítottuk. A kaolindús mintákat (6., 7., 20. és 29.) nem őrltük.

2. *Szemcsevizsgálat.* 8 órás nedvesőrlés után megállapítottuk a 0,2 mm lyukbőségű (900-as) szitamaradékokat, melyeket az 1. számú táblázat tüntet fel.

1. táblázat

A minta száma								Súly%	Átlag%
8.	10.	15.	16.	17.	22.	28.		0—1	6,1
9.	11.	12.	13.	14.	23.	24.		1—5	
19.	21.	25.	26.	27.				5—10	
18.	30.							30—37	

Az őrlemény szemcsevizsgálatát Robinson—Köhn-féle készülékkel végeztük.

Azt tapasztaltuk, hogy az őrlhetőséget nem az oxidos elemzés útján megállapított SiO_2 -tartalom határozza meg, hanem a kőzet szabad kvarctartalma. Az erősen opálosodott, tehát kriptokristályos kőzet nehezebben őrlhető, mint az ugyanolyan kvarctartalmú, de zömmel β -kvarcot tartalmazó anyag.

3. *Fajsúly meghatározás.* A porított anyag fajsúlyát piknométeres módszerrel állapítottuk meg. A fajsúly 2,60 és 2,62 között ingadozik.

4. *Az oxidos elemzés adataiból kitűnik,* hogy a megvizsgált minták SiO_2 -tartalma nagyon ingadozó. A 6. sz. táblázat részletesen szemlélteti az egyes minták elemzési adatait. Az egyes oxidok súlyszázaléka a megvizsgált 25 mintában a 2. sz. táblázatban foglaltak szerint ingadozik.

2. táblázat

Alkatrész	Határérték súly%	Alkatrész	Határérték súly%
SiO_2	42,98—86,70	MgO	ny—0,66
TiO_2	0,03—0,64	Na_2O	ny—0,23
Al_2O_3	8,30—39,55	K_2O	0,01—1,23
Fe_2O_3	0,04—0,50	MnO	0,00—0,01
CaO	0,03—0,62	SO_3	0,00—4,82
		Izz. vesz.	4,23—16,50

A 24. számú mintában az Fe_2O_3 -tartalom elérte a 2,28 százalékot.

5. *Az ásványi összetételt* az oxidos elemzés adataiból számítottuk ki. Az alkotó ásványok súlyszázalékának határértékeit a 3. számú táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Ásvány	Határérték súly%	Átlag súly%
Kvarc	0,12—76,74	52,53
Kaolinit és dickit ...	16,25—89,10	40,44
Alunit	0,00—11,32	2,05
Alunogén	0,00—6,68	0,84
Hematit	0,04—2,28	0,29

6. A röntgenvizsgálatok műanyagcsöves porfelvételek. A felvételek Cu K α -sugárral, 40 KV-os feszültséggel, 25 mA áramerősséggel és Ni szűrővel készültek. Röntgenfelvétellel a kavarc és a kaolinit minden mintában kimutatható. A kaolinit és a dickit egymástól nem különböztethető meg. Általánosságban 2% feletti alunittartalom már kimutatható. A számítás szerinti 6,68%-os alunogén esetében sem sikerült az alunogén vonalait azonosítani, amiből arra lehet következtetni, hogy az benne nem kristályos formában található. A hematitot egyetlen eredeti anyag röntgenfelvétele sem mutatta ki, de a 24. számú mintából összegyűjtött hematit-szemecskék nagyon szép röntgenképet adtak.

7. A dilatometrikus méréseket Leits-gyártmányú Bollenrath-típusú készülékkel végeztük. A maximális lineáris tágulási értékek 0,31% és 1,21% között ingadoznak.

8. A differenciális termikus analízis (DTA) felvételei gyorsmódszerrel készültek. A DTA-görbék segítségével a kaolinit, a dickit, az alunit és a kvarc arányára lehet következtetni.

9. A zsugorodási vizsgálatokat 0,5%-os tilóoldattal, üvegcsőben formázott próbatestekkel végeztük. A próbatesteket 1250 C° körüli hőmérsékleten, redukálótérben égettük ki. Száradási zsugorodást egy minta kivételével nem tapasztaltunk, de az égetési zsugorodás is kismérvű (4. sz. táblázat).

1. táblázat

A minta száma	Égetési zsugorodás %
8. 11. 12. 13. 25.	0
9. 20. 15. 16. 17. 18. 21. 26.	1
6. 10. 14. 19. 22. 27.	1—5
7. 23. 24. 28. 30.	5—7,5

Valamennyi mintadarab a fent említett körülmények között fehér, porózus, kis törési szilárdságú anyaggá égett.

10. A tűzállósági vizsgálatok az MNOSZ előírása szerint, Seger-gulával történtek. Két minta kivételével (8. és 25. sz. minták) valamennyi tűzálló anyagnak bizonyult. A nem tűzálló és az alacsony tűzállóságú (26 SK) minták erősen, a 27—32 SK tűzállóságúak kissé vagy közepesen és a 33—35 SK értékű minták egyáltalában nem fűjódtek.

11. A mikroszkópi vizsgálatokat sztereo- és polarizációs mikroszkóppal, 0,1 n H₄NCl-oldatba ágyazott porpreparátumokkal vagy kanadabalzsamos vékonycsiszolatokkal végeztük.

V. A vizsgálati eredmények értékelése

A vizsgálati eredményekből arra lehet következtetni, hogy a kaolinosodás savanyú, ortoklász-plagioklász riolituffát érintett. A bombolyi bánya legnagyobb részét, főleg az alsóbb szinteket, horzsaköves, lapillis riolituffa alkotta, míg a felsőbb szintek egy részének anyaga eredetileg finomabb szerkezetű üvegtufa lehetett. A tufák rétegezetlen-

sége arra vall, hogy azok szárazföldön halmozódtak fel. A felhalmozódott tufákat CO₂ tartalmú hidrotermák járták át. A bomlási folyamat első sorban a savanyú plagioklászok anyagát érintette és a bázikus anortitnak megfelelő anyag erősen mállott formában esetleg visszamaradt. A földpátokból kilúgozott alkáliák ellenére, a CO₂-ban dús, 300—350 C° közötti hőmérsékletű víz biztosította az alacsony pH értékű környezetet. A hidrotermák eleinte kevés SiO₂-ot hozhattak magukkal. Az aránylag magas Al₂O₃- és alacsony SiO₂-tartalmú oldatokból 350 C° alatti hőmérsékleten kaolinit keletkeztetett. A kioldott és feleslegben maradt SiO₂ átítatta az egész tufa-összetét és annak anyagát elopálosította. A kaolinosodási folyamat váltakozó intenzitással hosszú ideig tartott. A tufába ágyazott, riolitokra jellemző, bipiramidális kifejlődésű α -kvarckristályok időközben kisebb-nagyobb mértékben korrodálódtak. A későbbiek folyamán az ÉNy—DK-i irányú törésektől átszelve, a kaolinosodott riolit-tufa helyéből kimozdult és különböző irányú s nagyságú repedésekkel átszőtt rögökre hullott. A repedésekkel szeszélyesen szabdalt s már részben kaolinosodott kőzetet az újabb vulkáni működések idején és az azokat követő időszakokban, ismét nagymérvű, hosszantartó hidrotermális hatások érték. Ezek valamivel magasabb hőmérsékletűek voltak és sok SiO₂-on kívül SO₂-ot is szállítottak magukkal. A szilíciumdioxiddal telített oldatok a felszín közelében lehűltek és belőlük a SiO₂ egy része kicsapódott s a repedések falát, illetőleg környezetét elkovasította. A kicsapódott SiO₂ egy része lehűléskor β -kvarc-kristályokként vált ki. Idővel a kovasodás SiO₂ beszáradt, opálosodott, majd kisebb-nagyobb mértékben finomkristályossá vált. A kovásodás a kőzet-repedések közelében erős. A repedésektől távolodva a kőzet kovásodása és vele együtt keménysége is csökken. Az SO₂-tartalmú oldat, az enyhén savanyú közegben, a szabad Al₂O₃-dal és a jelenlévő alkáliakkal alunitot képezett. Az alunit többnyire a hidrotermák járatainak falán kristályosodott ki. Az alunit kristályosodása következtében a pH érték alacsonyabbá vált, a SiO₂ oldékonysága csökkent, aminek folyományaként az elkovasodási folyamat meggyorsult. Szerény véleményünk szerint, a kaolinit képződése az első hidrotermális időszakban lehetett, míg a dickitesedést a magasabb hőmérsékletű, későbbi hidrotermális szakaszba tehetjük. A dickit ugyanis, amint azt már az előzőekben említettük, 350 C° feletti hőmérsékleten keletkezik. A dickit az előző átalakulási folyamatok alkalmával megkímélt földpátok anyagából képződött, vagy a már meglevő, előző időszakban szabaddá vált Al₂O₃-gél és az újonnan odaszállított SiO₂-gél egymásra hatásából keletkezett, vagy esetleg a kaolinit egy része alakult át az új körülmények között dickitté. A megvizsgált mintákból az tűnik ki, hogy az alunitdús minták (14. és 30. sz. minta) főleg dickitet tartalmaznak. Ebből arra lehet következtetni, hogy az alunitosodás és a dickitesedés között összefüggés van olyan értelemben, hogy ez a két ásvány egyidőben keletkezett.

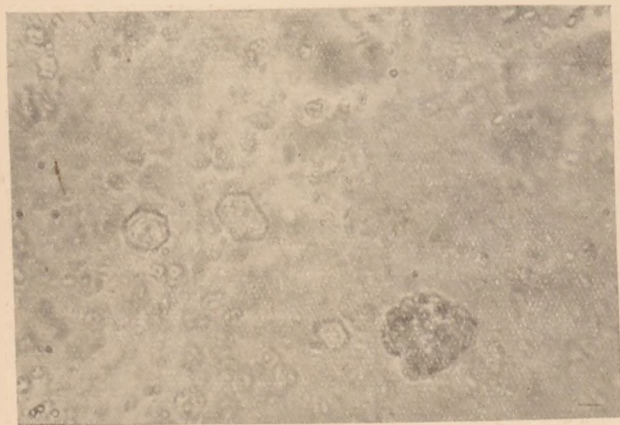
A vas savanyú közegben, oxigén jelenlétében, mint három vegyértékű ion csak 4 pII alatt fordul elő, nagyobb pII érték esetén a vas, mint ferrihidroxid csapódik ki (10). A mi esetünkben ezt úgy értelmezhetjük, hogy a második hidrotermális időszakban a savanyú hidrotermák a mélyebb oxidációs zónából ferri-ionokat is hoztak magukkal. Az előzetesen kaolinosodott kőzet alkáliatartalma miatt magasabb pII értékkel rendelkezett, aminek következményeként az odaszállított ferri-ionok kolloid ferrihidroxid alakjában kicsapódtak és egyes helyeken feldúsultak. A vas-hidroxid idővel vizet veszített és hematittá kristályosodott. Általában, a vasas szennyezés a kvarcerek mentén szembeötlő, ami azt az elgondolásunkat igazolja, hogy a SiO_2 -dal telített hidrotermák SO_2 -on kívül ferri-ionokat is szállítottak magukkal. Feltevésünk helyességének alátámasztására érdemes megemlíteni, hogy a rátkai limonokvarcit opálosodott fatörzseinek vékonycsiszolatában is megtalálhatók az alunitszemcsék. Egy ilyen opálosodott fadarabot vegyelemezünk és az 0,41% SO_3 -ot tartalmazott, ami 0,96% alunitnak felel meg. Ez a megfigyelés alátámasztja azt az elgondolásunkat, hogy a később feltörő hidrotermák SiO_2 -on kívül SO_2 -ot is tartalmaztak.

Az elmondottakból következik, hogy a kaolinosodás mértéke, amint ismeretes, az átalakulást szenvedett kőzet eredeti ásványi összetételétől, szerkezetétől, a hidrotermák fizikai és kémiai paramétereitől függ. A bombolyi bánya viszonylag kis területén az eredeti tufaösszlet anyaga, főleg vízszintes kiterjedésben, elég homogén felépítésű lehetett, tehát nem indokolja a kaolinosodás szélességét. Aránylag ilyen kis területen a hidrotermák jellege is legfeljebb időszakonként változott, ami szintén nem indokolja az eredeti kőzet ennyire változatos átalakulását. A kaolinosodás kisebb-nagyobb fészkekben, tömbökben, szabálytalan pásztákban jelentkezik. Ez elsősorban a különböző időszakokban keletkezett kőzetrepedéseknek köszönhető. A kőzetet időszakonként tektonikai hatások érték, amelyek következtében különböző irányú és nagyságú repedések szabdalják át. A hidrotermák útvonalát elsősorban ezek a kőzetrepedések határozták meg, így a kaolinosodás folyamata is ezekhez kötött. A repedéseket körül-

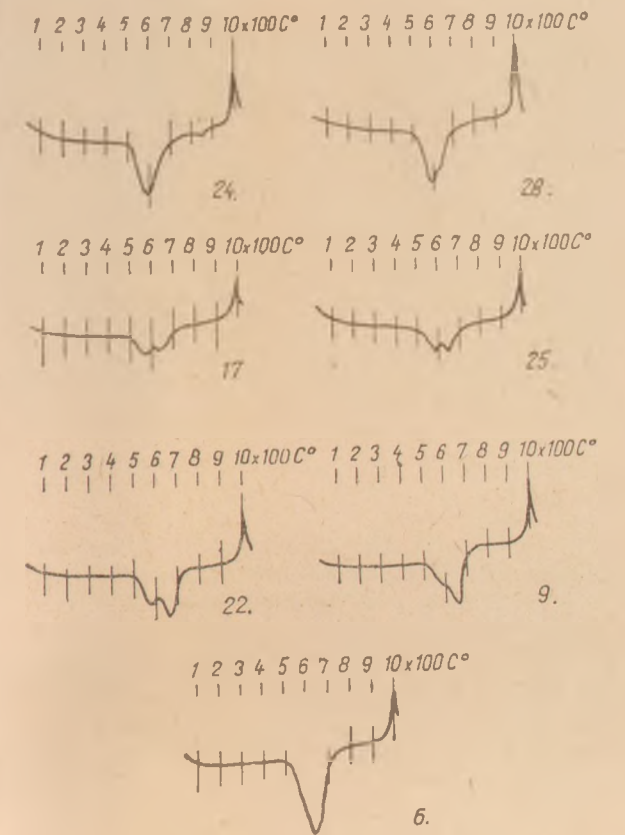
vevő átalakulási udvar alakja és kiterjedése számos tényezőtől függ (a kőzet porozitása, a hidrotermák nyomása stb.). Idővel a hidrotermák anyagkitöltés következtében eltömődtek vagy újabb tektonikai mozgások hatására elzáródtak, majd más irányú repedések jöttek létre, amelyek a még érintetlen vagy a már különböző mértékben kaolinosodott kőzettesteken haladtak át. Ekkorra a hidrotermák jellege és vele együtt hatása is megváltozott. Az újonnan átalakult kőzetek tulajdonságaikban is különböznek az előző időszakokban keletkezett kőzetektől. Ez egyszersmind magyarázat arra is, hogy miért nem lehet, vagy legalább is nehéz, felkutatni a haszonanyagok térbeli helyzetét és kiterjedését. A meddő kőzetek (aránylag érintetlen vagy kissé elkaolinosodott tufák, erősen elkovásodott, hidrokvarcitos, erősen alunitos, vagy éppen vasas szennyeződésű kőzetek) és a haszonanyagot tartalmazó területek elhatárolása csak költséges kutatással (sűrűn telepített fúrásokkal, kutatóaknak mélyítésével, vagy kutatótárók kihajtásával) biztosítható. Minden körülmények között nagy kőzetmennyiség megmozgatásával kell számolnunk, és ez a termelési költségeket nagyon megnöveli. A mélyfúrások adatait fenntartással kell fogadnunk, azokból pontos következtetéseket levonni nem lehet. Még sűrűn telepített kutatófúrások esetén is a geológus kénytelen óvatosságot ítéletet mondani. A kutatófúrások legjobb esetben tájékoztató jellegűek lehetnek a kutatótárók és kutatóvágatok irányának kijelölésére. Ez a magyarázata a nyersanyagkészlet becslése terén uralkodó bizonytalanságnak.

A bombolyi kaolinosan bomlott és elkovásodott riolittufa fő ásványai: a kaolinit, illetve dickit és a kvarc-féleségek, ezeken kívül az alunit, a hematit, erősen bomlott földpátok, alunogen (?), valamilyen magnéziumszilikát és rutil. Az öt első ásvány-féleség jelenlétét vizsgálataink bizonyítják, az utóbbiakra csak az oxidos elemzés alapján következtetünk.

Az agyagásványok közül a kaolinit és a dickit rendszerint együttesen található, de a két ásvány mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya meglehetősen ingadozó. Feltevésünk szerint, amint azt már említettük, előbb a kaolinit, majd a dickit keletkezett. A kaolinit 1μ alatti szemcséi fűrtös, pehelyszerű halmazokat képeznek, míg a dickit hatszöges lapocskái zömmel $2\text{—}5\mu$ nagyságúak, de vannak $12\text{—}20\mu$ átmérőjű dickit-kristálykák is. A dickit eredetileg pénzkegyszerű halmazokat alkot, melyek aránylag könnyen egyedülálló lapocskára diszpergálhatók. A kaolinitet és a dickitet elsősorban DTA segítségével lehet kimutatni, illetve egymástól megkülönböztetni, de erre a célra a bombolyi kaolinnál jó segédeszköznek bizonyult a mikroszkóp is. Röntgenvizsgálattal a két ásvány megkülönböztetése nagyon nehéz, a bombolyi anyagnál nem sikerült. A kaolinit- és a dickittartalom, illetőleg a két ásvány egymáshoz viszonyított aránya aszerint, hogy a 600°C alatti kaolinit endotermcsúcs, vagy a 650°C feletti dickit endotermcsúcs a kihangsúlyozottabb, differenciál termikus analízissel megállapítható.



2. ábra. Dickitkristályok és fűrtös kaolinit-halmaz



3. ábra. A kaolinit- és dickittartalom kimutatása DTA segítségével

A 3. ábra 7 minta DTA-görbéjét tünteti fel. A 24. számú minta 600 C°-on jelentkező endotermcsúcsa kaolinitre utal, míg a 6. sz. minta 650 C°-on mutatkozó endotermcsúcsa dickitre enged következtetni. E két szélső eset között az átmenetet a közbeeső 5 minta DTA-görbéje tünteti fel. A 28. sz. mintában a hangsúlyozottabb kaolinitcsúcs mellett megjelenik a dickit endotermcsúcsa is, mely utóbbi a 17. sz. mintánál még élesebben rajzolódik ki. A 25. sz. mintában a két agyagásvány egyenlő arányban szerepel, majd a 22. sz. mintában a dickit endotermcsúcsa kezd kihangsúlyozódni, tehát a kaolinit mennyisége a dickit-hoz viszonyítva csökken. A 9. sz. mintánál a kaolinittartalom a leszálló ágon már csak egy törés jelzi.

A 4. táblázat és a 4. sz. ábrák egy kaolinit és dickitdús (7. sz. minta), egy kvarcot és kaolinitet egyenlő arányban tartalmazó (10. sz. minta), egy kvarcdús (18. sz. minta) és egy alunitdús (14. sz. minta) anyag, valamint kipreparált alunit, illetve hematit röntgenvonalaikat tünteti fel.

Az agyagásványokban gazdag, az 50% feletti kaolinit- és dickittartalmú minták dilatogramjai, amint azt az 5. ábra igazolja, már 700 C° alatt érik el az alapvonalat, vagyis az eredeti hosszukhoz képest is zsugorodást szenvednek.

A vizsgálatokból az is kitűnik, hogy általában a dickitdús minták dilatogramjain (5. ábra, 6., 7., 20., 29. sz. minta, 7. ábra: 14. sz. stb. minta) az első flexióspont 500 C° felett van, míg a kaolindús mintákén (5. ábra: 27., 23., 24.,

7. sz. minta

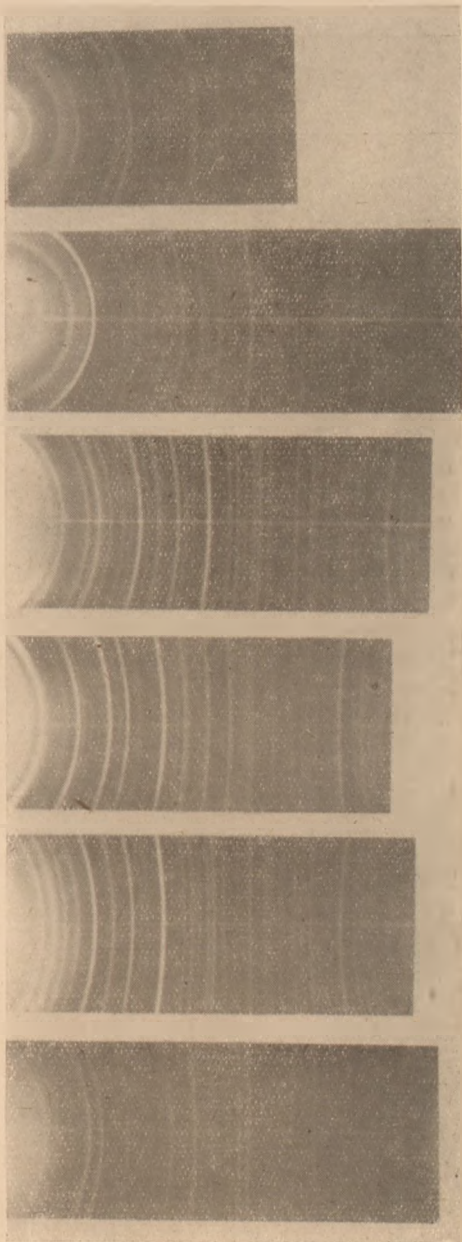
10. sz. minta

18. sz. minta

14. sz. minta

14. sz. mintából alunit

24. sz. mintából hematit



4. ábra. Röntgenfelvételek

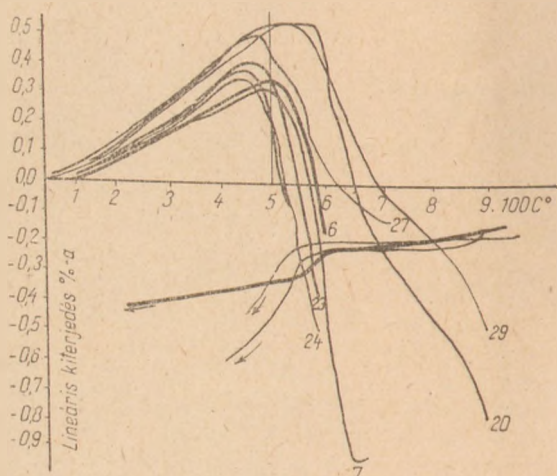
28. sz. minta) az első törés 500 C° alatt jelentkezik.

Grofcsik János (11) közleményében felveti a bombolyi anyagban a dickittartalmat, de azt benne röntgenográfiai úton ő sem látja megkülönböztethetőnek a kaolinitől. Megállapítja azt is, hogy a DTA-görbén „a 600 C° körül mutatkozó endoterm reakció sokkal szélesebb hőmérsékletintervallumban ment végbe, mint a kaolinitnél szokott”. Ebből arra következtet, hogy „a kaoliniten kívül alunitot, és csillámszerű agyagásványt is tartalmaz”. Véleményünk szerint, a széles endotermcsúcs a kaolinit és a dickit együttes jelenlétének tulajdonítható és annak tágasságát az alunit fokozza. Mattyasovszky—Zsolnay László (11) 1936. évi berlini vizsgálatokra hivatkozva, melyeket „a hasonló geológiai körülmények között előforduló és hasonló kerámiai tulajdonságú beregszászi és kassahegyi anyagokon végeztek”, a dickit mellett

4. táblázat

7. sz. minta d kX I	10. sz. minta d kX I	18. sz. minta d kX I
7,129 5 k	7,281 3 k	7,222 3 k
5,695 1 al	4,318 3 kv	4,277 4 kv
5,004 1 al	3,637 3 k	3,571 3 k
4,447 4 k	3,354 5 kv	3,251 5 kv
4,158 4 k	2,589 1 k	2,572 1 k
3,829 3 k	2,525 1 k	2,465 3 kv, k
3,608 5 k	2,462 2 kv	2,356 1 k
2,994 3 al	2,377 2 k	2,293 3 k
2,581 3 k	2,329 2 k	2,238 1 kv
2,516 3 k	2,281 1 kv, k	2,141 3 kv, k
2,333 5 k	2,146 3 kv, k	1,993 3 kv, k
2,212 2 k, al	1,995 3 kv, k	1,827 5 kv
1,981 3 k	1,834 4 kv, k	1,674 4 k
1,914 2 k, al	1,680 3 k	1,544 5 kv, k
1,863 1 k	1,553 4 kv, k	1,495 2 k
1,800 1 k	1,497 3 k	1,456 3 kv, k
1,750 1 k	1,462 3 k	1,423 1 k
1,662 4 k	1,385 4 kv	1,383 5 kv
1,560 3 k	1,296 3 kv	1,315 1
1,489 4 k	1,261 2 kv	1,293 3 kv
1,463 2 k	1,232 2 kv	1,259 3 kv
1,434 1 k	1,207 3 kv	1,232 2 kv
	1,188 3 kv	1,206 3 kv
	1,159 2 kv	1,186 3 kv
14. sz. minta d kX I	14. sz.-ból alunit d kX I	24. sz.-ból hematit d kX I
7,072 2 k	5,806 2 al	2,693 3 h
5,004 2 al	4,938 3 al	2,502 3 h
4,298 4 kv, al	4,285 1 al, kv	2,210 1 h
3,594 1 k	3,524 3 al	1,844 1 h
3,366 5 kv, k	3,349 3 kv	1,689 3 h
3,000 4 al	3,004 5 al	1,604 1 h
2,465 3 kv, al	2,886 3 al	1,535 1 h
2,301 1 kv, al	2,471 2 al	1,481 2 h
2,235 4 kv	2,293 5 al, kv	1,442 2 h
2,136 3 kv	2,212 2 al	1,297 1 h
1,987 3 kv	2,129 1 kv	
1,906 3 al	2,033 1 kv	
1,828 4 kv, al	1,911 5 al	
1,752 2 al	1,821 2 al, kv	
1,673 4 k	1,745 5 al	
1,573 4 kv, al	1,652 2 al	
1,505 2 k, al	1,573 2 al	
1,462 3 k	1,543 2 al, kv	
1,425 1 k	1,501 5 al	
1,385 4 kv		
1,291 3 kv		
1,260 3 kv		
1,233 2 kv		
1,206 3 kv		

Jelmagyarázat
k = kaolinit
kv = kvarc
al = alunit
h = hematit



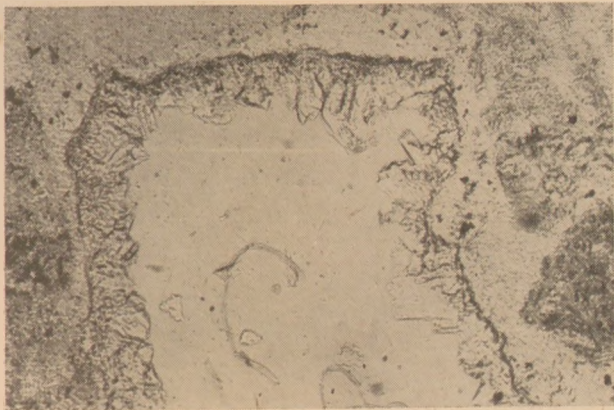
5. ábra. 50% feletti kaolinit- és dickittartalmú minták dilatogramja

szerint (128. o.) a dickit endotermcsúcsa 650 C°-nál, míg a nakrité csaknem 700 C°-nál van. Véleményünk szerint, a bombolyi anyagban a változó mennyiségben jelenlevő alunit és kaolinit okozza az endotermcsúcs aszimmetriáját és az endoterm tartományban a legszélső csúcs 650 C° körül van, tehát a dickit jelenlétére következtetünk. Mezősi J. (17) a bombolyi anyaggal végzett benzidines színreakciós vizsgálattal megállapította, hogy a kaolinitre jellemző világoskék színeződés nem jelentkezik. Mielenz és King azon megállapítására hivatkozva, „hogy a dickit, vagy legalább is néhány kristálya, nem nyeli el a festéket,” Mezősi arra a következtetésre jut, hogy a bombolyi „ásvány nem kaolinit, vagy legalább is nem tiszta kaolinit, hanem valószínűleg dickit, vagyis egy olyan anyag, mely az utóbbival keveredett”.

A *kova* a bombolyi anyagban több generációban fordul elő. Az eredeti kőzet dihexaéderesen fejlett α -kvarc kristályai kisebb-nagyobb mérvű korróziót szenvedtek, esetleg teljesen fel is oldódtak. Ugyancsak feloldódtak az eredeti üveges SiO_2 képződmények, elsősorban a horzsaköves beágyazások anyagai. A kaolinosodás folyamán szabadon maradt SiO_2 -oldat átítatta a mállott kőzetet és a szivárgási irányok mentén megkocsonyásodott, majd legtöbbször opálosodott, idővel pedig finom kristályos szerkezetet öltött. Ezek a kőzetek szívósak, kemények, nehezebben őrlhetők. Ebben az elkovásodott alapanyagban láthatjuk a puhább, fehérebb kaolinos beágyazásokat. Amennyiben a SiO_2 -os oldat elszivároghatott, az elkovásodás nem következett be és puhább kaolinos anyag maradt vissza. A kvarcnak másik generációját képezi a későbbi hidrotermális időszakban keletkezett, a repedések és üregek falán kikristályosodott, szilopos β -kvarc módosulat.

Ezeknek anyagát a hidrotermák szállították és ezek erősen megnövelték az eredeti kőzet SiO_2 -tartalmát. A „kemény”, „Zsolnay-típusú”, magasabb SiO_2 -tartalmú anyag ebbe a csoportba tartozik. Ezzel szemben a kevesebb kovát tartal-

tör pácát és kétségbevonja a kaolinit jelenlétét. Ez nem cáfolja azt az állításunkat, hogy a bombolyi anyagban kaolinit is van, mert a vizsgálati eredmény mintánként nagyon változó, és elképzelhető, hogy a Berlinbe küldött minták kivételesen csak dickitet tartalmaztak, legalább is dickitdúsak voltak. Földváriné Vogl Mária (4) doktori disszertációjában a mádi anyagban a nakrit és dickit együttes előfordulását feltételezi, mert a 600 C° körüli endotermcsúcs leszálló ága elnyúltabb, Földváriné egy korábbi közleményében (5) megállapítja, hogy a dickit és a nakrit endotermcsúcsa magasabban jelentkezik (600 C° felett), mint a kaolinité. Közleményében közölt ábra



6. ábra. Üreg falán kristályosodott β -kvarc kristályok

mazó „puha”, „Gránit-típusú” anyagokat SiO_2 -ben szegényebb hidrotermák járták át, illetőleg az eredeti kőzetből kioldott SiO_2 is részben elszállítódott. Mikroszkópi vizsgálaton kívül a kvarctartalmat röntgenográfiai úton is mindenkor kimutathatjuk.

A differenciális termikus analízis szerint az 500°C és 700°C közötti hőmérséklettartományba eső endoterm folyamat erősségéből a kvarctartalomra is lehet következtetni, amennyiben az endoterm zsák mélysége és területe a kvarctartalom növekedésével csökken (5. táblázat).

A dilatometrikus vizsgálatok azt mutatják, hogy az anyag kitágulása, illetőleg 600°C felett bekövetkező zsugorodása a kvarctartalomtól függ.

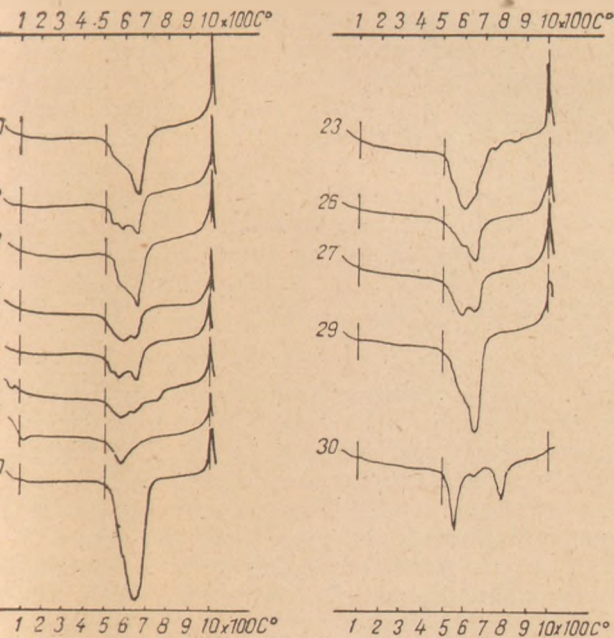
A bombolyi anyag hőkozta alaki változása tág határok között ingadozik, és a mintadarab morfológiai változásai, az agyagásvány tartalomtól, a benne levő kvarcmódosulat minőségétől és mennyiségétől is függenek. Valószínűnek látszik, hogy a magasabb β -kvarctartalom, főleg az erő-

5. táblázat

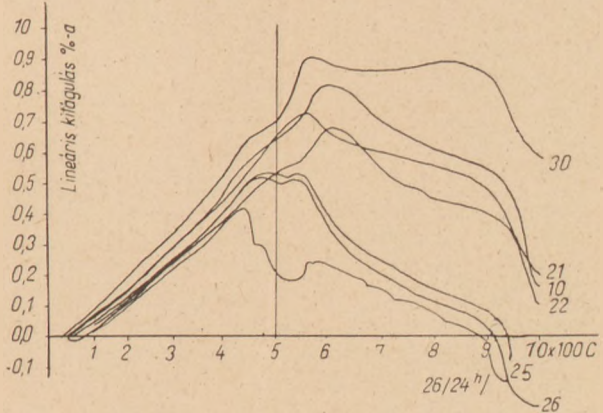
A minta száma	Kvarctartalom %	SiO_2 -tartalom %	DTA-ábra száma
7	0,12	42,98	12.
6	10,29	52,37	3.
24	27,88	59,83	3.
22	50,54	72,96	3.
25	61,35	78,15	3.
18	76,74	86,70	7.

sebb opálosodás, illetőleg finomkristályos szerkezet, a 600°C közelében bekövetkező zsugorodásra mérséklő, késleltető hatással van.

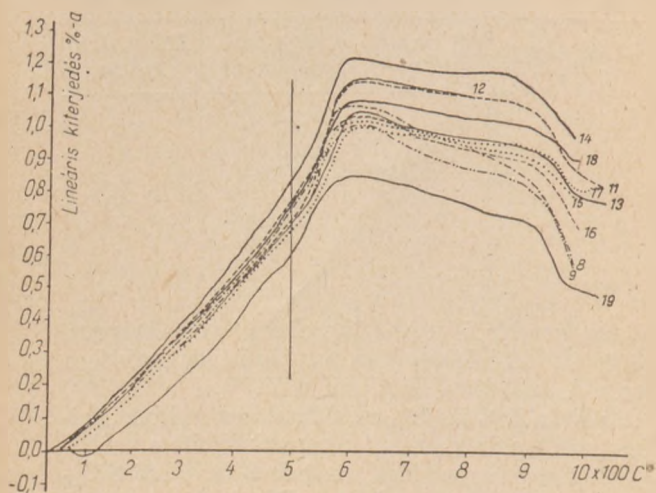
Juhász Zoltán (13) megállapítása szerint „minél nagyobb a SiO_2 -tartalom, annál kisebb a próbatest lineáris zsugorodása, másrészt növekvő SiO_2 -tartalommal, ebben a hőmérsékleti intervallumban ($600\text{—}1100^\circ\text{C}$) mutakozó pórusméretváltozás is növekszik”. Ezt azzal magyarázza, hogy a magas SiO_2 -, illetőleg (szabad) kvarctartalmú anyagokban a kvarcsemcsék ilyen hőmérsékleten változást nem szenvednek, a köztük levő távolság sem változik és így a próbatest alakja sem módosul. A kvarcsemcsék között elhelyezkedő agyagásványok átkristályosodás (mullitosodás) következtében zsugorodnak, aminek eredménye, hogy a belső pórusméretek megnövekednek. Tehát a nagy kvarctartalmú anyagokban egy merev kvarc-váz megakadályozza a próbatest zsugorodását. „Erre a zsugorodási zónára az jellemző (a kaolinit jellegű anyagoknál), hogy maga a kaolinit zsugorodik, és ennek a test morfológiájára való hatása elsősorban az agyag kvarctartalmától függ”. Juhász megállapítja, hogy 1100°C felett „nagy mérvű belső zsugorodás és a test nagymértékű mértékesökkenése (zsugorodása)” következik be. Ekkor a test nagymérvű zsugorodása miatt egyre tömörebbé válik egészen az olvadéknak, mint új fázisnak a fellépéig. Az elmondottak alapján magyarázatot kapunk arra vonatkozóan, hogy az alacsonyabb kvarctartalmú ($0,0\text{—}46\%$) minták (5. ábra) dilatogramja $500\text{—}700^\circ\text{C}$ között mínusz értékbe csap át, míg a magasabb kvarctartalmú minták (8. és 9. ábra) dilatogramja a 600°C körüli legnagyobb kitáguláshoz képest 1000°C -os hőmérsékleten is



7. ábra. DTA-görbék



8. ábra. 50%—23% kaolinit- és dickittartalmú minták dilatogramja

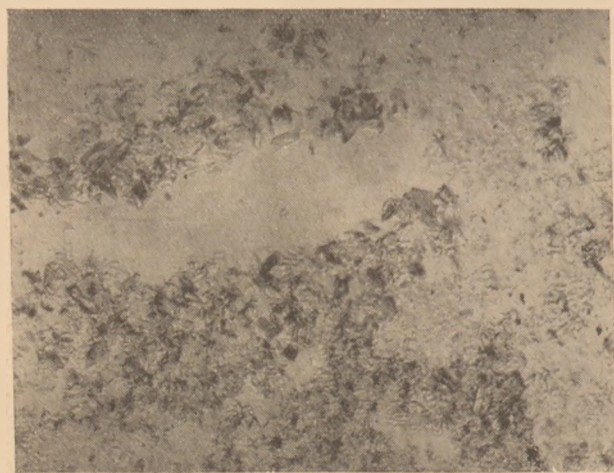


9. ábra. 34%—16% kaolinit- és dickittartalmú minták dilatogramja

csak mérsékelt zsugorodást mutat. Nagyon valószínűnek látszik, hogy a zsugorodás mértékét az opálosodás, illetőleg az ebből keletkezett finomkristályos szerkezet erősen csökkenti. Hasonlóképpen hatással lehet a zsugorodás mértékére a próbatest szemcsemérete is. E két utóbbi feltevést ajánlatos lenne a későbbiekben megvizsgálni. Hasonlóképpen kérdés az is, hogy az anyag tűzállóságát milyen mértékben befolyásolja az anyagban levő kvarc minősége, mennyisége és szemcsefinomsága.

Az *alunit* szintelen, lapos, csillogó kristályai repedések vagy üregek falán keletkeztek a későbbi hidrotermális szakaszban (10. és 11. ábra).

Meg kell jegyeznünk, hogy az oxidos elemzéssel kimutatható SO_3 a számítások alkalmával nem mindig köthető le teljes egészében alunit formájában, mert ehhez a jelenlevő alkáliák kevésnek bizonyulnak. Ebből következik, hogy a bombolyi anyagban az aluniton kívül még más szulfát is jelen van, mely azonban röntgenográfiai úton nem mutatható ki. Ebből viszont arra lehet következtetni, hogy ennek csak igen kis része lehet kristályos, legnagyobb része amorf. A minták



10. ábra. Üreg falán kristályosodott alunitszemcsék



11. ábra. Üreg kitöltő alunitkristályok

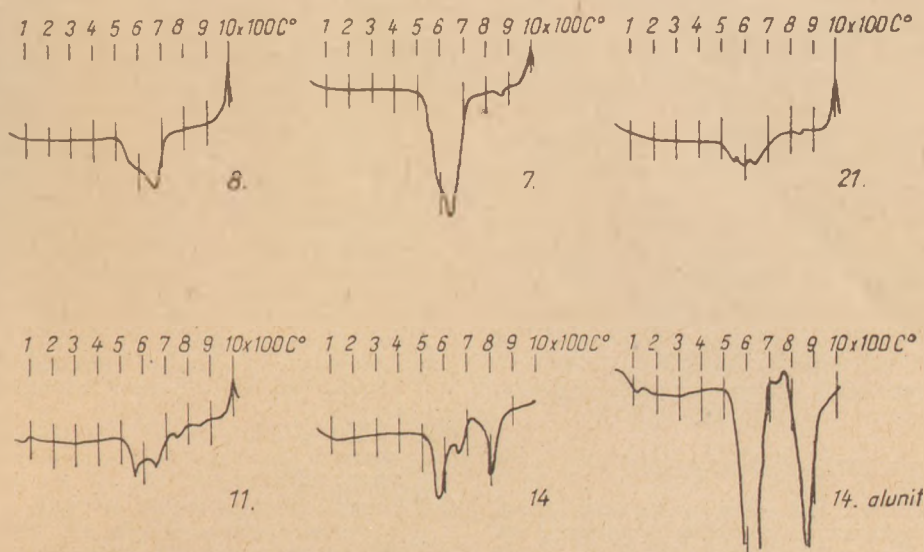
magas izzítási veszteségéből kiindulva, a feleslegben maradt SO_3 -ot magas kristályvíz tartalmú alunogénre számoltuk.

Dr. Takács Tibor a bombolyi anyaggal foglalkozva, egyik előző közleményében (20) annak tisztázását kívánta, hogy a bombolyi anyag melyik részében és milyen alakban jelenik meg az alunit. A most lefolytatott vizsgálatainkból kitűnik, hogy az alunitdús minták általában a kvarcban gazdagabb anyagokból, kvarcos telérek közeléből származnak. Az alunit jelenlétét mikroszkóppal, DTA-val, és röntgenvizsgálattal 2—3% feletti mennyiségben már biztosan ki lehet mutatni.

A 12. ábra világosan szemlélteti 6 mintában a kaolinit, a dickit és az alunit arányát, és egyben arra a megállapításra enged következtetni, hogy az alunitos minták a két agyagásvány közül dickitben a gazdagabbak. A dickitdús 8. sz. minta széles endotermcsúcsa elárulja az alunittartalmát. A 7. sz. minta endotermcsúcsának leszálló ágán mutatózó két törésből alunitra és kaolinitre lehet következtetni. 800 °C körül bekövetkezik az SO_3 bomlása, amit ezen a hőmérsékleten jelentkező endotermcsúcs jelez. A 21. sz. minta 500—700 °C közötti tartományban mutatózó három endotermcsúcsa közül az első az alunitra, a második a kaolinitre és a harmadik a dickitre utal. Benne a kaolinit és a dickit egyenlő arányban szerepel. A 11. sz. mintán az alunit és a dickit endotermcsúcsa hangsúlyozottabbá és jól megkülönböztethetővé válik. Legalunitdúsabb a 14. sz. minta, melynek DTA-görbéjén az alunit határozott formában jelentkezik. Az utolsó görbe a 14. sz. mintából összegyűjtött tiszta alunit DTA-görbéje.

Grofcsik János a DTA-görbén mutatózó lassú endoterm folyamatokat jelző hasasodást az alunit lassan bekövetkező szerkezeti vízének eltávolásával magyarázza (11). A folyamatban levő vizsgálatok hivatottak az alunit viselkedésére fényt deríteni. Jelenlegi megfigyeléseink szerint, nem az alunittartalom, vagy legalábbis nem kizárólag az alunittartalom befolyásolja a bombolyi anyag különböző mérvű zsugorodását, annak tűzállóságát és fűződését.

A vas a bombolyi anyagban hematit alakjában található. A hematitkristályok repedéseket, üre-



12. ábra. Kaolinit-, dickit- és alunittartalmú minták DTA-görbéi

geket töltene ki, vagy egyes mintadarabok anyagában szétszórtan találhatók. Ezek nagysága 2—5 μ között van. Az őrlemény vöröses színét az egyenletesen elosztott, nagyon apró hematitszemcskék okozzák. A hematit limonitosodása következtében sárgásbarna foltok láthatók. Nem érdektelen megemlíteni, hogy 1250 C°-on égetett zsugorodási próbatetek színe, még 2% feletti Fe_2O_3 -tartalom mellett (24. sz. minta) is fehér. A bombolyi anyagban a Fe_2O_3 főleg a főhidrotermajáratok mentén és azok közelében dúsult fel. A repedések mentén tapasztalható limonitosodás a felszínről beszivárgott csapadékvíz hatásának tulajdonítható.

VI. Összefoglalás

Vizsgálataink eredményeit az alábbiakban összegezzük:

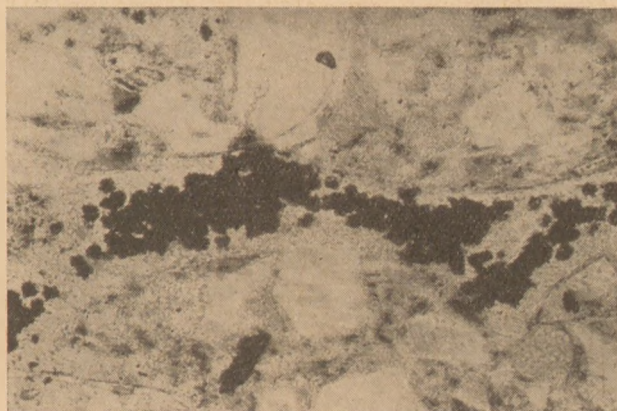
1. Az eredeti lyukacsos, horzsaköves-lapillsi riolittufát előbb 350 C° körüli CO_2 -os, majd valamivel magasabb hőmérsékletű SiO_2 -os SO_2 -os hidrotermák infiltrálták. Az első időszakban ezek hatására kaolinittartalmú, kvarcban szegényebb kaolinos tufa keletkezett. A későbbi hidrotermák hatására keletkezett a dickit. A dickit keletkezésével egyidőben játszódott le a kőzet alunitosodása, ekkor a kőzet erősen opálosodott, és a repedések mentén β -kvarc kristályosodott ki. A későbbi hidrotermás időszakban az alsó oxidációs zónából vasionok szivárogtak fel és ezek okozták a hematitosodást. A hematit képződés a SiO_2 -oldatok szivárgási irányát meghatározó repedések mentén következett be, tehát általában erős kvarcosodáshoz van kötve. A tisztább haszonanyag előfordulások a repedéshálózatos kőzetnek a repedésektől távolabb eső helyein várhatók.

2. Az első bekezdésben elmondottakból kitűnik, hogy a haszonanyagot nagyobb, összefüggő telepekben nem remélhetjük, mert az szétszórtan, kisebb-nagyobb lencsékben, tömbökben, az erősen elkovásodott kőzet, vagy az ÉNy—DK-i csapásirányú hidrokvarcit-telérek pásztáiban van el-

rejtve. Az egyes haszonanyagot magukban rejtő lencsék, tömszök anyagának ásványi összetétele nagyon változó. Az ásványi összetételre az egyes darabok külső megjelenéséből megbízhatóan nem következtethetünk. Ez a magyarázata annak, hogy a bányavállalat csak nagyon változó minőségű anyagot szállíthat a feldolgozó üzemeknek. A bánya jelenlegi rakodóterülete egyáltalában nem alkalmas nagyobb mennyiségű termék felhalmozására, illetőleg átlagosítására. Ennek figyelembevételével a felhasználó üzemeknek arra kell törekedniük, hogy nagyobb mennyiségű, legalább féléves készletük legyen, amiből egy hónapra elegendő, megőrölt és jól összekevert átlagot készíthetnek, melyet felhasználás előtt megvizsgálnak (elemzés, DTA, dilatometrikus vizsgálat, zsugorodás, tűzállósági vizsgálat stb.).

3. Kíváncsú az alunit szerepének tisztázása. Eddigi vizsgálataink szerint az alunittartalommal nincs arányban az anyag zsugorodása és fűvódása.

4. Ugyancsak tisztázandó, hogy milyen hatással van az anyag morfológiai változására és tűzállóságára a különböző kovatartalom (opál,



13. ábra. Repedéseket kitöltő hematitkristályok

finomkristályos szerkezetű kvarc stb.) és a kvarczszemcsék nagysága.

5. A bombolyi kaolimbánya további fejlődése szempontjából életfontosságú újabb kutatótáró kihajtása.

6. A harmadik számú kutatótáró mentén, vizsgálataink eredménye szerint, haszonanyag kitermelését reméljük.

7. Célszerűnek véljük a nemesítés gondolatával érdemileg foglalkozni, elsősorban a vastartalom csökkentése szempontjából.

8. Csatlakozunk a geológusoknak ahhoz a véleményéhez, hogy „bombolyi-típusú” anyag Mád környékén máshol is található, csupán a kutatás kiterjesztésétől függ annak kifürkészése.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) Dr. Barna János: Mád—Koldu-i bentonit tulajdonságai bányászati felhasználás szempontjából. [Bányászati Lapok, (1957) 90. évf. 1. sz. 42—50. o.]
- (2) Barna Livia: A magyar kaolin. Doktori disszertáció. Tudományegyetem, Bp. 1949. kézirat.
- (3) Erdélyi János, Koblenz Vera, Tolnay Vera: A nagybörzsönyi agyagásványok és az ércesedés néhány újabb kísérő ásványa. (Földtani Közlöny, 1957. 87. kötet 4. f., 400—418. o.)
- (4) Földváriné Vogl Mária: The role of differential thermal analysis in mineralogy and geological prospecting. (Acta Geologica, Tom. V. Fasc. 1.)
- (5) Földváriné Vogl Mária: Agyagásványok kémiai és fizikai vizsgálata. (Földtani Közlöny, 84. kötet, 1—2. f. 121—129. o.)
- (6) Frits József: Mádi kaolin-, bentonit-, és kvarcit-előfordulások bányaföldtani viszonyai. 1950. X. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Kaolin (24.)]

- (7) Frits József: Bombolyi kaolin-előfordulás. 1951. V. 26. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Kaolin (27.)]
- (8) Frits József: Jelentés a Tokaj-hegységben végzett 1951. évi kvarcit-, kaolin- és kovaföldkutatásról. 1952. I. 30. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Kaolin (28.)]
- (9) Frits József: Évi jelentés az 1953. évi Mád-, Sárospatak-i kutatásról. 1954. III. 24. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Kaolin (32.)]
- (10) Dr. di Gleria J., Dr. Klimes—Sznuk, Dvoracek: Talajfizika és talajkolloidika. (Budapest, 1957.)
- (11) Grofcsik János: Agyagásványok vizsgálatának korszerű módszerei. (Magy. Tud. Akad. Kémiai Tudományok Osztályának Közleményei, 1952. 2. évf. 215—234. old.)
- (12) Ismeretlen: Bombolyi kaolimbánya technológiai leírása. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Kaolin (42.)]
- (13) Juhász Zoltán: Hazai kaolinok és kaolinjellegű anyagok morfológiájának változása az égetés során. (Épitőanyag, 1957. 4. sz. 194—198. o.)
- (14) Lengyel Endre: Jelentés az 1954. évi Abaújszántó-környéki földtani felvételről. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Területi (322.)]
- (15) Lengyel Endre: Jelentés az 1955. évi Sárospatak-környéki földtani felvételről. [M. Áll. Földtani Intézet. Adattár: Területi (334.)]
- (16) Liffa Aurél: A hazai tűzállóagyag- és kaolin-előfordulások 1937. évben végzett geológiai megvizsgálása. (M. Áll. Földtani Intézet Évi Jel. 1936—1938. II. köt.)
- (17) Mezösi J.: The determination of kaolinites based on colour reactions. (Acta Univ. Szegediensis. Acta Min. Petr., 1956. Tom. IX. 47—53. o.)
- (18) Richter Vladimír: Hazai bentonitok felhasználása a finomkerámiai masszákban. (Épitőanyag, 1956. 1. sz. 24—25. o.)
- (19) "Société Française de Céramique" közleménye: A kerámiai iparban használatos kőzetek labora-

A vizsgálati eredmények összesítő táblázata

6. táblázat I. rész

A minta száma	Izz. veszt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO ₂	SO ₃	Ásv. összet. számítás útján %				
		súly %										Kv	K, Di	Al	Alg	H
6.	12,47	52,37	0,11	34,54	0,25	0,14	0,44	0,14	0,01	—	—	10,29	86,16	—	—	0,25
7.	16,50	42,98	0,03	39,55	0,41	0,62	ny	0,10	0,65	—	—	0,12	89,10	6,98	2,84	0,41
8.	5,03	78,39	0,08	14,82	0,10	0,43	9,40	0,03	0,13	—	—	1,13	61,21	33,24	2,42	0,63
9.	5,89	79,35	0,04	13,91	0,16	0,41	0,20	0,08	0,03	—	—	0,24	62,64	32,40	0,59	—
10.	7,45	72,75	0,07	18,89	0,15	0,16	0,51	0,11	0,07	—	—	0,49	49,47	47,81	1,19	—
11.	6,55	77,64	0,08	14,31	0,21	0,16	0,54	0,13	0,13	—	—	1,92	61,25	31,90	2,67	2,77
12.	5,44	80,74	0,11	11,97	0,48	0,27	0,49	0,13	0,20	—	—	0,20	64,98	27,70	0,50	—
13.	6,14	78,47	0,12	15,02	0,26	0,38	0,12	ny	0,02	—	—	1,59	61,44	34,31	0,17	3,96
14.	8,53	77,07	0,12	11,96	0,20	0,47	0,17	0,15	1,23	—	—	4,82	68,16	16,25	11,35	—
15.	4,30	82,52	0,12	12,11	0,50	0,15	0,66	0,06	0,15	—	—	1,20	69,06	24,02	2,03	1,07
16.	6,06	78,31	0,12	14,34	0,08	0,31	0,55	0,08	0,19	—	—	1,00	61,44	32,25	2,56	—
17.	4,77	81,35	0,12	13,28	0,36	0,31	ny	0,21	0,29	—	—	0,26	64,70	30,06	0,64	—
18.	4,23	86,70	0,16	8,30	0,04	0,40	0,38	0,04	0,05	—	—	0,48	76,74	18,77	0,93	0,28
19.	5,62	81,22	0,12	11,89	0,49	0,27	0,20	0,11	0,22	0,01	—	0,16	62,14	27,62	0,40	—
20.	12,37	55,48	0,08	30,89	0,16	0,12	0,28	0,08	0,09	—	—	1,35	19,65	75,15	1,86	1,64
21.	6,54	77,86	0,13	14,16	0,08	0,36	0,48	0,10	0,20	—	—	3,74	62,72	26,24	3,01	6,68
22.	7,32	72,95	0,14	18,01	0,10	0,48	0,49	0,09	0,05	ny	—	0,12	50,54	42,62	0,33	—
23.	13,55	53,55	0,30	31,51	0,30	0,03	0,25	0,21	0,13	—	—	1,68	17,60	75,90	4,01	0,19
24.	10,50	59,83	0,64	26,40	2,28	0,48	0,34	0,05	0,05	ny	—	0,89	27,88	60,08	0,25	—
25.	6,32	78,15	0,04	14,67	0,13	0,33	0,08	0,06	0,03	0,01	—	0,86	61,35	34,16	0,97	1,26
26.	7,88	75,50	0,04	16,14	0,12	0,24	0,13	0,08	0,04	—	—	ny	55,81	39,30	—	—
27.	7,79	71,40	0,11	20,95	0,10	0,13	ny	0,23	0,05	ny	—	0,48	46,65	50,42	1,19	—
28.	12,02	55,53	0,14	31,60	0,25	0,20	0,08	0,08	0,03	—	—	ny	17,21	79,93	—	—
29.	11,22	57,10	0,10	30,83	0,10	0,02	0,08	0,10	0,13	—	—	0,54	20,90	76,32	1,27	—
30.	9,09	76,05	0,04	13,77	0,07	0,28	ny	0,08	1,18	ny	—	4,60	64,79	22,85	10,89	1,00

Jelmagyarázat: Kv = kvarc, K = kaolinit, Di = dickit, Al = alunit, Alg = alunogén, H = hematit, + = megfigyelhető

A vizsgálati eredmények összesítő táblázata

A minta száma	Röntgennel kimutatható					DTA-el kimutatható					Dilatogramon jelentkezik					Mikroszkóppal látható					Max. lin. kitág. %	Zsug. 1250 C°	Tűzállóság	
	Kv	K	Di	Al	H	Kv	K	Di	Al	H	Kv	K	Di	Al	H	Kv	K	Di	Al	H			SK	észrevétel
6.	+	+						++					+				+	++			0,36	4,00	34/35	
7.		+		+			+	++	++			+	+			+	+	++	+		0,33	7,50	34/35	
8.	+	+		+				++	+		+		+			+	+	+	+		1,07	0,00	Nem tűzálló	Erősen fújódott
9.	+	+					+	++	+		+		+			+	+	++			1,02	1,00	33	
10.	+	+					+	++	+		+	+	+			++	+	++	+		0,74	1,40	27	Kissé fújódott
11.	+	+		+				++	++		+		+			+	+	++	+	+	1,15	0,00	30/31	Közepesen fújódott
12.	+	+		+			+	++	+		+		+			+	+	++		+	1,17	0,00	30/31	Kissé fújódott
13.	+	+					+	++			+		+			+	+	++			1,05	0,00	30/31	Kissé fújódott
14.	+	+		+				++	++		+		+			++		+	++	+	1,22	2,50	30/31	Közepesen fújódott
15.	+	+					+	+	+		+		+			++	+	+			1,02	0,30	30	Közepesen fújódott
16.	+	+					+	++	+		+		+			+	+	+	+	+	1,04	1,00	30/31	Közepesen fújódott
17.	+	+					++	+			+	+	+			+	++	+	+	+	1,01	1,00	30/31	Közepesen fújódott
18.	+	+					++	+			+	+	+			+	++	+		+	1,08	0,45	30/31	Kissé fújódott
19.	+	+					++				+	+	+			+	++	+		+	0,84	5,00	30/31	Kissé fújódott
20.	+	+		+			+	++					+			+	+	++			0,55	2,00	34/35	
21.	+	+					++	++	+		+	+	+			+	+	+	+		0,74	0,85	26	Erősen fújódott
22.	+	+					+	++			+	+	+			+	+	++	+		0,71	1,90	26	Erősen fújódott
23.	+	+		+			++		+			+				+	++		+		0,41	7,50	30/31	Kissé fújódott
24.	+	+					++		+			+				+	++		+	++	0,39	5,25	30	Kissé fújódott
25.	+	+					++	++			+	+	+			+	+	+		+	0,54	0,00	Nem tűzálló	Erősen fújódott
26.	+	+					+	++			+	+	+			+	+	++		+	0,53	0,50	30	Kissé fújódott
27.	+	+					++	+				+				+	++	+	+		0,50	1,80	26	Erősen fújódott
28.	+	+		+			++	+				+				+	++	+			0,35	5,55	32	Kissé fújódott
29.	+	+					+	++	+				+			±		+	+		0,54	2,50	26/27	Közepesen fújódott
30.	+	+		+			+	+	++		+	+	+			+	+	++	++		0,92	5,60	31	Kissé fújódott

tórium vizsgálati módszerei: Az agyagásványok termikus analízise. (L'Industrie Céramique, 1956. 475. sz. 97—105. o.)

- (20) *Takács Tibor*: Néhány hegyaljai kerámiai nyersanyag ásványi összetétele. (Földtani Közlemény, 1956. 86. k. 4. f. 146—160. o.)

Dr. Takács Tibor—Kiss Lajos: A bombolyi kaolimbánya anyagának vizsgálata

A bevezető rész foglalkozik a zempléni hegység földtani felépítésével és a kaolinosodás folyamatával. A főrészen szerzők sok begyűjtött és megvizsgált minta alapján a bánya körzetének főtípusait ismertetik. A vizsgálati eredmények értékelésénél megállapítják, hogy a Bombolyhegy kaolinja — a környék többi kaolinjához hasonlóan — riolittufából keletkezett. Ezt a kőzetet több ízben érték hidrotermális hatások, melyek az átalakulást előidézték. A hidrotermák hatására keletkeztek a kőzetben — főleg üregekben — található β -kvarc-, alunit-, és hematit kristályok is. Helyenként a kőzet erősen kovásodott. Agyagásványok közül a kaolinit és a dickit, a kőzet különböző részeiben váltakozó arányban fordulnak elő. A bonyolult képződési körülmények folytán az anyag ásványi összetétele rendszertelenül változik, ami egyenletes összetételű anyag termelését akadályozza.

Др. Тибор Такач—Лайош Кишш: ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛА БОМБОЙСКИХ КАОЛИНОВЫХ КАРЬЕРОВ

Геологическое строение земплениских гор и процесс каолинирования. Изложение основных типов карьерных пород на основе собранных и испытанных образцов. Результатом исследования является установление того, что каолин Бомбойской горы, подобно другим каолинам окрестности, образовался из риолит-

ного туфа. Эта порода часто подвергалась гидротермальным воздействиям, вызывающим преобразование. Под гидротермальным действием образовались — кварцевые, alunитовые и гематитные кристаллы, находящиеся в породе, особенно в пустотах. Местами порода сильно окремнена. Из глинистых минералов каолинит и dickit встречаются на разных мастях породы в колебательном отношении. Вследствие сложных обстоятельств образования, минералогический состав материала изменяется беспорядочно, и это препятствует производству материала равномерного состава.

Dr. Tibor Takács und Lajos Kiss: Die Zusammensetzung der Kaolinvorkommen in Bomboly

Die Einleitung befasst sich mit der geologischen Struktur der Zemplener Berge und mit dem Verlauf der Kaolimbildung. Im Hauptteil besprechen die Autoren die Haupttypen der Grubensteine auf Grund der gesammelten und untersuchten Muster. Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse wird festgestellt, dass der Kaolin des Bombolyberges — ebenso wie die übrigen Kaoline der Gegend — aus Riolituff entstanden ist. Die Gesteine waren mehrmals hydrothermischen Einflüssen ausgesetzt, die diese Umbildung hervorriefen. Dadurch entstanden in den Gesteinen — hauptsächlich in den Höhlungen — die Quarz-, Alunit- und Hematitkristallen. Stellenweise wurden die Gesteine stark verkieselt. Von den Tonmineralen kommt das Kaolinit und Dickit in den einzelnen Teilen des Gesteins in verschiedenen Mengen vor. Infolge der komplizierten Entstehungsumstände verändert sich die mineralische Zusammensetzung der Vorkommen unregelmässig, was die Förderung von homogenem Gut ausschliesst.

Pályázati felhívás

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztáya az alant megjelölt szakterületeken körülírt, tudományos és népgazdaságilag fontos témák kidolgozására

pályázatot hirdet,

amelyen az akadémiai levelező- és rendes tagokon kívül bárki résztvehet. A pályázat jelíges, benyújtásának határideje 1959. szeptember 1. A pályázatban résztvevőknek dolgozatukat 2 db bekötött példányban a MTA Műszaki Tudományos Osztályához (Budapest V., Nádor u. 15. IV. em. 431.) kell benyújtaniuk a jelíggel ellátott, zárt borítékkal együtt, amely a pályázó nevét, foglalkozását, munkahelyét és pontos lakcímét tartalmazza.

A MTA Műszaki Tudományok Osztálya a beérkezett pályaműveket 1959. december 1-ig bírálja felül és a kiírás követelményeinek legjobban megfelelő műveket 1959. december 31-ig jutalmazza. Az egyes jutalmak legmagassabb összege 8000 Ft, a legalacsonyabb összege 3000 Ft lehet.

A pályázati témák a következők:

1. *Földtan*: Valamely hazai terület, esetleg rétegtani egység komplex földtani feldolgozása.
2. *Bányászat*.
3. *Hidrológia*: Természetes vízfolyások vízszínelakulása.
4. *Kohászat*.
5. *Áramlástechnika*: Áramlástechnikai gépek belsőjében lejátszódó áramlási jelenségek vizsgálata.
6. *Belsőégésű motorok*.
7. *Híradástechnika*: A félvezetők területére vonatkozó elméleti vagy kísérleti munka.

8. *Építés*: Az öntött és falazó elemes építési mód szerkezeti, elméleti és gazdaságossági összehasonlítása
9. *Feszített szerkezetek elméleti és technológiai fejlesztésének lehetőségei Magyarországon*.
10. *Közlekedéstudomány*: A menetrendszerű teherforgalom feltételeinek és gazdaságosságának kidolgozása a vasúti közlekedésben.
11. *Könnnyűipar*: Korszerű textilipari gépek valamely különleges mechanizmusának méretezési alapelvei.
12. *Erőáramú elektrotechnika*: Kisfeszültségű és nagyteljesítményű iverk oltása.
13. *Geofizika*.
14. *Geodézia*.
15. *Automatika*: Ipari folyamatok szabályozása terén elért lényeges eredmények.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya jelen pályázattal egyidejűleg szabadon választható témákra is pályázatot hirdet az előző évek gyakorlatának megfelelően. (Publikált dolgozat nem nyújtható be.) Ez utóbbi pályázatban nem vehetnek részt a tudományosan minősítették, valamint az egyetemi hallgatók, aspiránsok és hivatásszerűen kutatással foglalkozó személyek (ipari és akadémiai kutató szervek dolgozói). A pályaművet 1959. szeptember 1-ig két példányban kell a Műszaki Tudományok Osztályához (V., Nádor u. 15. IV. em. 431.) benyújtani. A legjobb pályaműveket az Osztály 1959. december 31-ig 1000—3000 forint jutalomban részesíti.

A Magyar Tudományos Akadémia fenti pályázati felhívása eredeti szövegében Egyesületünk helyiségében a hivatalos órák alatt bármikor megtekinthető.

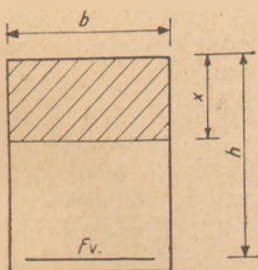
Feszített vasbetonszerkezetek gazdaságosságáról

BODÓ LÁSZLÓ

A feszített vasbetonszerkezetek az utóbbi 10 év során világszerte egyre nagyobb tért hódítanak. Hazánkban is túljutottunk a bevezető kísérleteken már; a feszített gyártmányok sorozatgyártásának kérdését évek óta megoldottnak tekinthetjük. Több-százezer feszített vasbeton vasúti alj, több-százezer négyzetméter feszített földemgerendával készült földem, több mint 50 000 darab feszített távvezetékoszlop van jelenleg beépítve és az ipar készen áll arra, hogy az eddigi kapacitás többszörösét produkálja a következő évek során.

A feszített vasbetonszerkezetek előnyei, amelyeknek gyors elterjedésüket köszönhetik — eléggé közismertek. Mégis talán nem lesz fölösleges, ha rámutatunk néhányra a legfontosabbak közül, mielőtt a cikk tulajdonképpeni tárgyára, a gazdaságosság tárgyalására áttérnénk. Ez annál is inkább célszerű, mert ezek során azokra az aggályokra is rámutathatunk, amelyek a feszített szerkezetekkel kapcsolatban fennállanak.

1. A normál vasbetétes vasbeton szerkezetekben a jobb minőségű anyagok felhasználásának gazdasági és műszaki korlátai vannak. Vizsgáljuk meg először a beton minőségének hatását a szerkezet teherbírására.



1. ábra. Négyzetkeresztmetetű vasbeton gerenda

Négyzetkeresztmetetű hajlított vb. gerenda esetén (1. ábra) a gerenda teherbírására jellemző határnyomaték:

$$M_H = F_v \cdot \sigma_{vH} \cdot h \left(1 - \frac{1}{2} \mu \cdot \beta \right)$$

ahol M_H = a keresztmetszet határnyomatéka,
 F_v = a húzott vaskeresztmetszet
 h = a húzott vasbetétek súlyvonalának távolsága a nyomott öv szélétől.
 σ_{vH} = a húzott vasbetétek határfeszültsége

$\mu = \frac{F_v}{h \cdot b} =$ „vasszázalék” — a húzott vasbetétek és a hasznos beton — keresztmetszet viszonya.

$\beta = \frac{\sigma_{vH}}{\sigma_{bH}} =$ a húzott vasbetétek és a beton határfeszültségeinek viszonya.

Tételezzük fel, hogy a vasbetongerendát B. 200 betonból készítettük. Ebben az esetben:

$$\begin{aligned} \sigma_{bH} &= 100 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{vH} &= 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ és} \\ \mu &= 1,5\% \text{-ot véve fel} \end{aligned}$$

$$\beta = \frac{2800}{100} = 28$$

$$M_H = F_v \cdot \sigma_{vH} \cdot h (1 - 0,5 \cdot 0,015 \cdot 28) = 0,79 F_v \sigma_{vH} \cdot h$$

Ila a B. 200 helyett az egyéb adatok változatlanul hagyásával a beton minőségét B. 400-ra emeljük fel.

$$\sigma_{bH} = 190 \text{ kg/cm}^2$$

$$\beta = \frac{2800}{190} = 14,75$$

$$\mu = 1,5\% \text{ továbbra is.}$$

Ebben az esetben:

$$\begin{aligned} M_H &= F_v \cdot \sigma_{vH} \cdot h \cdot (1 - 0,5 \times 0,015 \times 14,75) = \\ &= 0,8895 F_v \cdot \sigma_{vH} \cdot h \end{aligned}$$

Vagyis a betonminőség 90%-os javulása a teherbírás 12,5%-os javulását hozza magával. Ebből levonható az a következtetés, hogy amennyiben a gerenda teherbírását a vasbetétek határozzák meg — az esetek zömében ez a helyzet — a betonminőség javulása csak nagyon kis mértékben emeli a teherbírást. Ezért normálvasbetétes szerkezetekben B. 400-nál jobb betont nem szokás alkalmazni.

Feszített szerkezetekben másként áll a helyzet. Ila a teherbírásra mértékadó mennyiségként itt is a határnyomatékokat választjuk és a repesztő nyomatékokat írjuk elő határnyomatéknak, úgy

$$M_H = M_r = K \cdot \sigma_{bo}$$

ahol M_H a keresztmetszet határnyomatéka
 M_r a keresztmetszet repesztőnyomatéka
 K a keresztmetszet keresztmetszeti tényezője

σ_{bo} a beton feszültsége az előfeszítésből a húzott szélső szálban.

Centrikus előfeszítés esetén:

$$\sigma_{bo} = \frac{\sigma_{bH}}{2}$$

ahol σ_{bH} = a beton határfeszültsége nyomásra.
 Így pl. B. 400 beton alkalmazása esetén,
 ahol $\sigma_{bH} = 190 \text{ kg/cm}^2$

$$M_H = 95 \cdot K$$

Ha B. 560 betont használunk ($\sigma_{bH} = 240 \text{ kg/cm}^2$)

$$M_H = 120 \cdot K$$

Vagyis a betonminőség 26,5%-os javulása a teherbírásnak ugyancsak 26,5%-os javulását eredményezte. Az összefüggés lineáris és a jobb betonfelhasználásnak nincsenek a normálvasbetonhoz hasonló korlátai.

Hasonló a helyzet a vasbetétek terén. Mint ismeretes a lágyvasbetétes szerkezetekben 75,50.K.B. minőségű vasbetétnél jobb nem használható. Ennek az oka az, hogy a vasbetonszerkezetekben

használatos vasbetétek rugalmassági modulusa gyakorlatilag független a vasbetét minőségétől és $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ körül mozog. Még a feszített szerkezetekben használatos patentírozott huzaloké sem csökken $1,8 \times 10^6$ alá. Így, mivel az

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

egyenletben (Hooke törvény) az E konstansnak vehető, a vasszal nyúlása egyenesen arányos a vasfeszültséggel és csak attól függ. A lágyvasbetétes szerkezetek az üzemi terhelés alatt rendszerint repedezettek. Ezek a repedések — mint azt a gyakorlat igazolta — nem veszélyesek, amíg hajszálrepedések maradnak (vastagságuk nem haladja meg a $\delta = 0,15\text{—}0,20 \text{ mm-t}$). Ez viszont korlátot szab a vasbetétek megengedhető nyúlásának, vagy ami ezzel a fentiek szerint egyenértékű a vasbetétek megengedhető legnagyobb feszültségének. A szabályzatok szerint $\sigma_{vH} = 4400 \text{ kg/cm}^2$ az a határ, amely fölött a vasbetét már nem használható ki, mert ennél magasabb feszültségek olyan méretű repedéseket hoznak létre a betonban, hogy azok már nem tekinthetők hajszálrepedéseknek.

A feszített szerkezeteknél, mivel azok az üzemi teher alatt repedésmentesek, ilyen korlátok nincsenek és így itt a vasbetétek minősége emelésének elvi akadályai nincsenek.

2. A feszített szerkezetek az üzemi teher alatt repedésmentesek. Általában ezt a tulajdonságukat szokás legtöbbször kihangsúlyozni. A repedésmentességnek sok előnye van. A legfontosabbak:

a) a feszített szerkezetben, mivel az repedésmentes, az egész keresztmetszet homogén egészként dolgozik, szemben a normál vasbetétessel, ahol a repedések miatt a „hasznos” magasságnak csak 40%-a. Ennek a különbségnek a hatása azonnal világossá válik, ha azonos magasságú és azonos minőségű betonból készített feszített és közönséges vasbeton szerkezeteket összehasonlítunk. Az összehasonlításhoz megint a határnyomatékokat használják fel és mivel a feszített szerkezeteknél a rugalmassági méretezés az elterjedt, a normálvasbetonnál is ezt vesszük alapul.

Normálvasbetétes szerkezet:

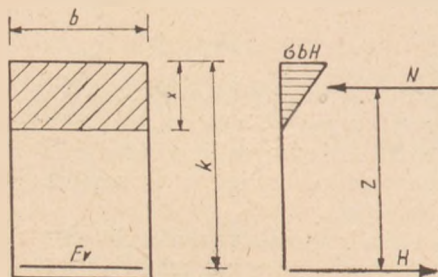
B. 400 beton esetén.

$$\sigma_{bH} = 190 \text{ kg/cm}^2$$

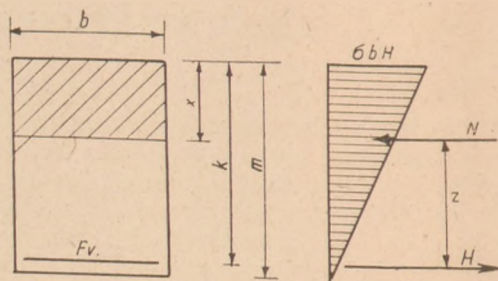
$$x = 0,4 h$$

$$z = 0,87 h \text{ (közelítés)}$$

$$M_H = N \cdot z = \frac{1}{2} \cdot 190 \cdot b \cdot 0,4 h \cdot 0,87 h = 33,05 bh^2$$



2. ábra. Négyzetkeresztmetű vasbeton gerenda keresztmetszetében a belső erők elrendezése



3. ábra. Négyzetkeresztmetű feszített betongerenda belső erők elrendezése

Hasonlóképpen a feszített keresztmetszetenél, ugyan csak

B. 400 beton esetén.

$$\sigma_{bH} = 190 \text{ kg/cm}^2$$

$$m = 1,1 h$$

$$z = h - \frac{m}{3} = h - \frac{1,1 h}{3} = 0,633 h$$

$$M_H = 190 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,1 h \cdot b \cdot 0,633 = 66,2 bh^2$$

A fentiekből következik, hogy azonos szerkezeti magasság és betonminőség mellett a feszített keresztmetszet teherbírása (határnyomatéka) éppen kétszerese a normálvasbetonnak. Vagy azonos teherbírás esetén a magasság $\frac{1}{\sqrt{2}}$ arányban csökkenthető.

Ez más szóval azt jelenti, hogy a feszített szerkezetek könnyebbek a normálvasbetétes szerkezeteknél. További tényezők, amelyek a könnyebb keresztmetszeteket lehetővé teszik a jobb beton alkalmazhatósága (lásd 1. pont), a nyírási viszonyok kedvezőbb alakulása.

Mindez a jobb anyagminőséggel együtt — igen jelentős anyagmegtakarítást tesz lehetővé. Vasbetétek esetében — mint azt később részletesen kimutatjuk — ez a megtakarítás 60—70 százalékot is kitehet.

b) A feszített szerkezetek merevebbek a normálvasbetétes szerkezeteknél és így lehajlásuk kisebb. Ennek oka az, hogy a repedésmentesség következtében a teljes keresztmetszet dolgozik, szemben a közönséges vasbetonnal, amelynél csak a magasságnak 40%-a. Mivel a merevség a magassággal köbösen arányos, világos, hogy a feszített szerkezet merevebb lesz.

Számszerűen a kérdést sokan megvizsgálták. Baret szerint a normálvasbetétes és feszített elemek összehasonlításánál a következő a helyzet:

A) Normálvasbetétes szerkezetekben (1. ábra) kiindulási adatok:

$$x = 0,4 h$$

$$F_v = 0,01 bh \quad (\mu = 1\%)$$

$$n = 15$$

Ezek szerint a keresztmetszet inercianyomatéka az üzemi teher alatt megrepedt állapotban a semleges tengelyre nézve:

$$I = \frac{b(0,4 h)^3}{3} + 15 \cdot 0,01 b \cdot h (0,6 h)^2 = 0,0753 bh^3$$

B) Feszített vasbetonszerkezetekben repedésmentesség miatt a teljes keresztmetszet dolgozik, így az inercianyomaték, ha

$$m = \frac{10}{9} \cdot h$$

$$I = \frac{bm^3}{12} = 0,114 b \cdot h^3$$

vagyis a feszített szerkezet azonos méretek mellett

$$\frac{0,114}{0,0753} = 1,52\text{-szer}$$

merevebb a lágyvasbetétes szerkezetnél.

Jobb minőségű beton esetén, ahol a vas és beton rugalmassági modulusainak viszonya kisebb az inercia viszonyok még inkább a feszített szerkezetek javára tolnak el. Így pl. $n = 10$ esetén a merevség aránya 1,52-ről kb. 2-re emelkedik.

c) A repedésmentesség további előnyei közé sorolható a vízzáróság, vagy korrózió elleni fokozottabb védelem, ezek következtében nagyobb élettartam. Ezek az okok vezetnek arra, hogy a felhasználók egyes területeken kizárólag feszített betont kívánnak használni minden egyéb szemponttól függetlenül. (Ilyen elemek a tartályok, a vasúti keresztaljak, távvezeték oszlopok stb.)

3. A feszített szerkezetekben a nyírási viszonyok kedvezőbben alakulnak a lágyvasbetétes szerkezetekénél. Ennek oka az, hogy míg a közönséges vasbetonszerkezetekben a főhúzófeszültségek nagyságra rendszerint azonosak a nyírófeszültségekkel, addig a feszített szerkezetekben az előfeszítés csökkenti a nyírófeszültségek hatását és így 40—50 kg/cm² nyírófeszültségek is megengedhetők, mert az előfeszítés hatására a főhúzófeszültségek még így is igen alacsonyak maradnak.

Pl. egy B. 400 beton esetén, ha a nyírófeszültség

$\tau = 40$ kg/cm² és az előfeszítés $\sigma_{bo} = 95$ kg/cm², a főhúzófeszültség:

$$\sigma_1 = -\frac{\sigma_{bo}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{bo}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

a számértékek behelyettesítésével:

$$\sigma_1 = -47,5 + \sqrt{2250 + 1600} = -47,5 + \sqrt{3850} = +14,5 \text{ kg/cm}^2$$

vagyis olyan érték, mely vasalással könnyen felvehető. Ez az érték egyébként feszített szerkezeteknél rendkívül magas, mert legtöbbször egészen alacsony 1—2 kg/cm² főhúzófeszültségi értékek szoktak kijönni.

Az előzőekben röviden ismertettük a feszített szerkezetek legfontosabb előnyös tulajdonságait és azok kihatásait. Mint említettük, itt sem teljességre, sem részletezésre nem tartunk igényt —, mert ezek eléggé közismertek.

A feszített szerkezetek hátrányai közül néhány részletesebben fogunk foglalkozni. Melyek a legtöbbet emlegetett hátrányok?

1. A feszített szerkezetek gyártása sokkal gondosabb munkát követel meg, mint a közönséges,

nem feszített beton. Már az a körülmény is, hogy a feszített szerkezetek jobb minőségű anyaggal, gondosabb kivitelben készülnek, egyenértékű az igényesebb munka követelményével. Ezenkívül egyéb okok is vannak:

A normál vasbetonban az anyagok határfeszültsége csak ritkán van kihasználva. A tervezés többszörös tartalékkal dolgozik. Részben a határigénybevételhez képest biztonsági tényezőt alkalmazunk, részben pedig a hasznos terhek is olyanok, amelyek ritkán lépnek fel. Ebből következik, hogy a bő méretezési tartalék miatt egyes gyártási gondatlanságok, pontatlanságok nem jelentenek szükségzerű katasztrófát, legfeljebb azt, hogy a biztonság csökken.

Feszített szerkezeteknél az acélbetétek esetében ténylegesen — mérőeszközökkel mérhetően — elmegyünk a határfeszültségig. Hasonló a helyzet a betonnál is, azzal súlyosbítva, hogy a beton ezt a nagy igénybevételt rendszerint (előfeszítés esetében csaknem mindig) egészen fiatal, néhány óras korban kapja meg. Világos, hogy ilyen esetben a gyártási hibák, pontatlanságok sokkal nagyobb súllyal esnek latba.

A feszített huzalok esetében — éppen a gyári ellenőrzés miatt — alacsony a biztonsági tartalék a folyással és a szakadással szemben. $\varnothing$ 5 mm 150,50 KB huzal esetében a biztonság:

$$n_f = \frac{10\,920}{10\,500} = 1,04$$

a folyással és

$$n_{sz} = \frac{15\,000}{10\,500} = 1,43$$

a szakadással szemben.

50.35 Bm. minőségű közönséges betonacélnál ezek a viszonyok így alakulnak:

$$n_f = \frac{3500}{2000} = 1,75$$

a folyással és

$$n_{sz} = \frac{5000}{2000} = 2,50$$

a szakadással szemben.

Mint látható ezek az értékek jóval magasabbak a feszített szerkezeteknél. A nevezőben lévő értéket a határfeszültségnek ($\sigma_{vH} = 2800$ kg/cm²) 1,4-gyel történő osztása után kaptuk meg. — Az összehasonlítás így reális, a feszített szerkezeteknél ugyanis a $\sigma_{vH} = 10\,500$ kg/cm² műszerrel mért tényleges érték, a lágyvasas szerkezetek határfeszültsége viszont a tényleges helyzetnek 1,4-es biztonsággal való szorzása után áll csak elő. Még ekkor is fennáll az előbb említett tartalék, ha ezt a terhet is csak ritkán kapja meg a vasbeton.

A feszített szerkezeteknél a feszítés közben igen nagy erők: több száz tonna, sőt nem egyszer több ezer tonna nagyságrendű erők lépnek fel. Természetes, hogy ilyen nagy erők fokozottabb gondosságot igényelnek. Ha ilyen nagy erők elszabadulnak, a berendezésben nagy kárt okozhatnak, nem említve azt, hogy súlyos baleseteket idézhetnek elő.

2. A feszített szerkezetek drágábbak, illetve különleges berendezést igényelnek. Ez kétségtelenül igaz. Előfeszítő üzemekben ezek a berendezések: feszítőpad, hidraulikus vagy egyéb feszítő berendezés, egyedi feszítés (nem hosszúpados rendszernél) esetén, erősebb sablon. Ezenkívül még, mivel a huzalt szállító mű egyelőre sima huzalt szállít, a huzal felületét meg kell dolgozni (hullámosítás, rovátkolás, sodrás stb.). A drágább berendezésnek a költségekre való kihatását a cikk részletesen elemzi, ezért itt most csak érintjük.

3. A következő aggály a feszített szerkezetekkel szemben az, hogy drágábbak a hasonló rendeltetésű lágyvasbetétes szerkezeteknél. Az önköltség több részből áll, ezeket a cikk részletezi és a jelenleg levonható következtetéseket is levonja, ezért itt most ezt a kérdést nem boncoljuk mélyebben.

4. Az üzem kapacitásának kihasználása kedvezőtlenebb, mint a lágyvasbetétes üzemeknél. Ez alatt azt értjük, hogy az előfeszített szerkezetek betonja a feszítőerőnek a szerkezetre ráengedése előtt el kell érje a kockaszilárdsága 75—80%-át, vagyis a betonnak a padban kell magas szilárdságot elérnie. Bár a 2. sz. Épületelemgyárban elértünk feszített födémgerendáknál napi 2-szeri padfordulót is, vagyis egy nap alatt a teljes gyártási ciklust kétszer végezték, a szokásos és üzemszerűen biztosítható a 24 órás padforduló. Lágyvasbetétes szerkezeteknél a beton kisebb szilárdságánál kiszaluzható a gyártmány, így korszerű technológiával legalább a napi kétszeri padforduló biztosítható, de volt már rá eset, hogy naponta hatszor is megfordítottuk kevésbé igényes elemek sablonjait. Előfeszített szerkezeteknél ezen a hátrányon nem tudunk segíteni, mert világos, hogy mindig tovább fog tartani a beton kiérlelése pl. 320 kg/cm² szilárdságra, mint 160-ra. Utófeszített szerkezetek viszont ezen a téren egyenrangúak a közönséges betonszerkezetekkel, mert ott a feszítőerő később is ráadható a gyártmányra.

5. Fentieken kívül még nehézséget jelent a feszített szerkezetek gyártásánál, hogy fiatal iparágról van szó, ahol sok kérdés tisztázása most van folyamatban. Így a gyártás során sokkal több meglepetés, műszaki nehézség éri a mérnököt, mint a normál vasbeton kitaposott útján járót.

Az előzők során megpróbáltuk felvázolni azt a képet, amely a feszített betonnal kapcsolatban a mai mérnökben él. A következőkben a költségekkel foglalkozunk részletesen, tehát azt vizsgáljuk meg, hogy a feszített vasbetonszerkezetek drágábbak-e a hasonló rendeltetésű közönséges vasbeton szer-

kezeteknél? A költségek elemzésekor az új huzal- és vasárakat vesszük figyelembe, amelyek 1959. január 1-én lépnek életbe.

Ennek során olyan elemeket vizsgálunk meg, amelyek azonos célra feszített és lágyvasbetétes kivitelben is készültek. Az elemek az ÉM. 2. sz. Épütelelemgyár gyártmányai. Az összehasonlítás során az anyagfelhasználást, anyagköltségeket, bérfelhasználást, anyag és bér együttes költségeit, sablon és különleges berendezések költségeit — vizsgáljuk meg. Nem vesszük be az elemzésbe a regie költségeket, mert ezek egyes gyárakra jellemző értékek, sokszor torzítanak és az összehasonlítás amúgy is egy gyár termékei között történik, tehát az összehasonlított elemekben azonos súllyal szerepelnek. A sablon és egyéb költségeket csak röviden fogjuk vizsgálni, mivel mint látni fogjuk — ezek a költségeknek csak 2—3%-át teszik ki együttesen, vagyis hatásuk elenyésző.

A vizsgálatba bevont elemek a következők: feszített födémgerendák — normál vasbetétes födémgerendák. feszített távvezetékoszlopok — normál vasbetétes távvezetékoszlopok.

A födémgerendák feszített típusa keresztmetszetre azonos a normál vasbetétes típussal. A gerendák az ÉTI tervei szerint készültek, úgy a feszítettek, mint a normálvasbetétesek. A gerendák fordított „T” keresztmetszetűek, terhelés alatt a húzott (alsó) öv a „T” keresztmetszet talpa. A méretek a 4. ábrán láthatók.

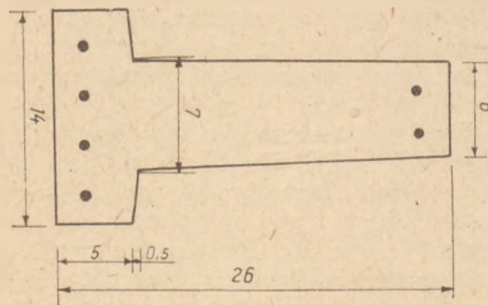
A feszített és lágyvasbetétes gerendák keresztmetszeti méretei azonosak, csak a vasbetéteké van különbség. A gerendák közül azokat a típusokat vontuk be a vizsgálatba, amelyek határnyomatóka megegyezik, vagy közel megegyező. Így a feszített födémgerendáknál $M_H = 910, 1340, 1780, 2010, 2250$ mkg, míg a megfelelő sorozat a lágyvasbetétesnél a következőképpen alakul: $M_H = 940, 1250, 1375, 1650, 1720, 2250, 2800$ mkg.

Az oszlopok postai távközlési és elektromos távvezetéki oszlopok. A postai távközlési oszlopok feszített kivitelben 6 és 8 méter hosszban, lágyvasbetétes kivitelben 6 méter hosszban készülnek. Az elektromos távvezetékoszlopok primer vezetékekhez, 20 és 35 kV feszültségű vezetékek hordására, továbbá szekunder hálózatok számára készülnek.

Az oszlopok legfontosabb műszaki adatait az az 1. táblázat tartalmazza.

A feszített oszlopok közül a K—25—51 és a K—95—51 jelű oszlop I-keresztmetszetű, a többi áttört, Vierendel rendszerű. A normálvasbetétes oszlopok közül a 0—400 jelű I-keresztmetszetű, a többi tömör, négyszögkeresztmetszetű oszlop. A K—25—51 és K—95—51 jelű oszlopokat a VILLENKI tervezte, a többi feszített oszlop az ÉTI konstrukciója. A lágyvasbetétes oszlopok közül a PL-6 szabványoszlop, a CT és DT oszlopokat a HÁTERV, a KL—25—54 oszlopot a VILLENKI, míg a 0—400 oszlopot a 2. sz. Épütelelemgyár tervező részlege tervezte.

A feszített oszlopok hosszúpados és mozgó rendszeres eljárással készülnek. A feszítőpad hasznos hossza 52,50 m, a feszített acélbetétek $\varnothing 5$ mm 150.50 KB. patentírozott huzalok. Felületük hul-



4. ábra. Feszített födémgerenda keresztmetszete

1. táblázat

Postai távközlési és elektromos távvezetéki oszlopok fontosabb műszaki adatai

Oszloptípus	Jele	Keresztmetszet cm		hossz m	súly kg	M_u tm	M_m tm	M_t tm
		fej	talp					
6 m hosszú postai oszlop . . .	P-6-56	12,0/10,0	21,0/19,0	6,00	220	0,545	0,720	0,981
8 m hosszú postai oszlop . . .	P-8-56	12,0/10,0	24,0/22,0	8,00	390	1,335	1,780	2,400
20 kV távvezeték o. $3 \times 25 \text{ mm}^2$ vez.-re	K-25-51	14,0/14,0	26,5/26,5	10,85	750	2,000	3,380	4,000
20 kV távvezeték o. $3 \times 25 \text{ mm}^2$ vez.-re	K-25-56	18,5/13,5	31,7/26,7	11,00	632	1,520	2,030	2,740
20KV távvezeték o. $3 \times 35 \text{ mm}^2$ vez.-re	K-35-56	18,5/13,5	33,0/28,0	12,00	850	2,320	3,090	4,180
20KV távvezeték o. $3 \times 50 \text{ mm}^2$ vez.-re	K-50-56	18,5/13,5	33,0/28,0	12,00	850	2,860	3,810	5,150
35 kV távvezeték o. $3 \times 95 \text{ mm}^2$ vez.-re	K-95-51	20,0/16,0	44,0/32,0	12,00	1175	5,300	7,000	9,540
35 kV távvezeték o. $3 \times 95 \text{ mm}^2$ vez.-re	K-95-56	22,0/16,0	40,2/34,2	12,10	1,100	4,210	5,620	7,590
8,5 m hosszú szekunder oszlop	S-8-57	20,0/15,0	30,2/25,2	8,50	710	(0,555) 1,420	(0,740) 1,890	(1,325) 2,56
10 m hosszú szekunder oszlop	S-10-57	20,0/15,0	32,0/27,0	10,00	799	(0,660) 1,76	(0,880) 2,33	(1,580) 4,19
11,5 m hosszú szekunder oszlop	S-11-57	20,0/15,0	33,8/28,8	11,50	994	(0,760) 2,120	(1,010) 2,830	(1,370) 5,100
6 m hosszú postai oszlop	PL-6	18,0/17,7	16,0/15,7	6,00	427		0,677	1,200
10,85 m hosszú 20 kV oszlop . .	O-400	20,0/16,0	40,0/30,0	10,85	1,120		4,310	8,470
0,25 hosszú 20KV oszlop 3×25 mm^2 vez.-re	KL-25-54	26,0/14,0	24,0/18,0	10,80	900		2,220	4,000
7,60 hosszú szekunder oszlop . .	CT + 0	26,0/14,0	21,5/16,8	7,60	550		1,280	2,300
9,30 m hosszú szekunder oszlop	CT + 1,5	26,0/14,0	22,8/17,4	9,30	711		1,700	3,050
8,50 m hosszú szekunder oszlop	DT + 0	17,1/14,5	23,3/17,6	8,50	693		2,140	3,890
10,10 m hosszú szekunder oszlop	DT + 1,5	17,0/14,5	24,0/18,0	10,10	878		2,720	4,890

A zárjeles értékek a nyomvonalal párhuzamos irányban működő egyidejű max. terhet jelentik.

Mű.: feszített szerkezeteknél repedés miatt fontos, lágyvasbetétes szerkezeteknél nem közltek.

lamosítással vagy rovátkolással van megdolgozva a fokozott tapadás biztosítása céljából, mozgó rendszer esetében pedig csévélné van. Az előkészítés határfeszültségig, vagyis $10\,500 \text{ kg/cm}^2$ feszültségig történik. A zsaluzó minták vaslemez-ből készültek, hajlított, hegesztett szerkezetek. A sablonok kettős falúak. A két fal közé gőzt vezetve érlelhetők ki a gyártmányok. Az érlelés 80°C izotermikus hőmérsékleten történik 640—720 óra-fokig. Betonminőség: B. 400, $v/c = 0,4$. Bedolgozás zsaluvibrálással történik a zsaluzatra erősített Gerlei-féle tűvibrátorokkal.

A 2—4. táblázatban szereplő adatok az abszolút számokon kívül m^3 -re és tm -re vetített értékeket is tartalmaznak. A m^3 -re vetítés a vasbeton gyakorlatban szokásos és az összehasonlításnál jó szolgálatot tesz. Feszített és lágyvasbetétes szerkezetek — összehasonlításához azonban nem a leg-szerencsésebb mérőszám. A feszített konstrukció ugyanis — mint azt az előzőkben kimutattuk — ugyanolyan célra sokkal könnyebb szerkezetet enged meg és így az 1 m^3 -re eső anyag, bér stb. természetesen magasabb. Ezért szükségesnek tartottuk még egy mutató bevezetését, az 1 tm -hez



5. ábra. Áttört (Vierendel) rendszerű feszített oszlop



6. ábra. I-keresztmetszetű feszített oszlop



7. ábra. Tömör lágyvasbetétes oszlop

Feszített és normálvasbetétes födémgerendák anyag-, bér- és sablonigénye

		Feszített födémgerendák					Lágyvasbetétes födémgerendák					
						M_H	(mkg)					
		910	1340	1780	2010	2250	940	1250	1375	1720	2250	2800
Anyagigény	Adalékanyag, m ³	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
	Cement, kg	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45
	150,50 KB, kg	0,46	0,77	0,92	1,08	1,38	—	—	—	—	—	—
	Lágyvas, kg	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	2,45	2,65	2,63	3,03	3,58	4,12
	Σ vassúly, kg	0,85	1,16	1,31	1,47	1,77	2,45	2,65	2,63	3,03	3,58	4,12
	Σ vassúly/m ³	40,50	55,40	62,50	70,00	84,00	116,00	126,00	125,00	144,00	171,00	196,00
	Σ vassúly/tm	0,94	0,87	0,74	0,73	0,79	2,60	2,12	1,91	1,76	1,59	1,47
Anyagköltség, Ft	Adalékanyag	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
	Cement	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56
	150,50 KB	5,22	8,73	10,43	12,25	15,65	—	—	—	—	—	—
	Lágyvas	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	14,48	15,66	15,54	17,91	21,16	24,35
	Σ ag	15,12	18,63	20,33	22,15	25,55	22,40	23,58	23,46	25,83	29,08	32,37
	Σ ag/m ³	720,00	887,00	968,00	1055,00	1218,00	1069,00	1122,00	1120,00	1232,00	1385,00	1540,00
	Σ ag/tm	16,62	13,92	11,40	11,04	11,32	23,80	18,82	17,10	15,05	12,92	11,55
Munkabér, Ft	Betonkészítés	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	Betonoz., érlel., sablonmunkák	1,60	1,60	1,80	1,80	1,80	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	Huzalmunkák, feszítés	0,16	0,18	0,20	0,21	0,24	—	—	—	—	—	—
	Vasmunkák (vágás, hajl., szer.)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,96	1,05	1,31	1,47	1,57	1,69
	Σ költség munkabér	2,73	2,75	2,97	2,98	3,01	2,94	3,03	3,29	3,45	3,55	3,67
	Σ munkabér/m ³	130,00	131,00	141,00	142,00	143,00	140,00	144,00	157,00	164,00	169,00	175,00
	Σ munkabér/tm	3,00	2,05	1,67	1,48	1,34	3,13	2,43	2,39	2,01	1,58	1,31
Összesítés	Sablonköltség	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
	Összes költség	18,58	22,11	24,03	25,86	29,29	26,07	27,34	27,48	30,01	33,36	36,77
	Összes költség/m ³	880,00	1050,00	1140,00	1229,00	1390,00	1238,00	1298,00	1310,00	1425,00	1582,00	1745,00
	Összes költség/tm	20,40	16,50	13,51	12,87	13,10	27,80	21,90	20,00	17,45	14,82	13,10

viszonyítást. Ez hűbben tükrözi a viszonyokat és áthidalja azokat a nehézségeket is, amelyek abból adódnak, hogy nem teljesen azonos teherbírású elemeket hasonlítunk össze.

Ezekután vizsgáljuk meg a feszített és lágyvasbetétes elemek költségeinek alakulását.

1. Feszített és lágyvasbetétes födémgerendák

Az adalékanyag és cement felhasználás a két típusnál ugyanaz. A feszített és normálvasbetétes gerendatípus keresztmetszete ugyanis azonos. Ennek oka az, hogy először a lágyvasbetétes gerenda gyártása folyt és később a feszített gerendát az Építéstudományi Intézet a meglévő sablonokhoz tervezte meg. Ennek megfelelően a keresztmetszet adva volt és így nem lehetett kihasználni a feszítés adta takarékosági lehetőségeket.

Ennek ellenére a vasbetétekben — és ez országos szempontból igen jelentős — nagyfokú megtakarítás érhető el. A feszített gerendáknál a vasigény az azonos teherbírású lágyvasbetéteshez képest 35—40%. Ez a szám mint említettük igen jelentős megtakarítást jelent, bár magasabb, mint az elméletileg várható lenne. Ennek oka az, hogy a keresztmetszet lehetne gazdaságosabb is, másrészt pedig az, hogy az arány a teljes vasfelhasználások között áll fenn, az elmélet pedig a fővasbetétekre vonatkozik.

Fővasbetétek esetében: lágyvasbetétes gerendáknál 75.50 KB. anyagnál: $\sigma_{vH} = 4000 \text{ kg/cm}^2$
feszített gerendáknál: 150.50 KB. anyagnál $\sigma_{vH} = 10\,500 \text{ kg/cm}^2$.

A határfeszítések viszonya:

$$\frac{10\,500}{4000} = 2,63,$$

vagyis a feszített gerendákhoz szükséges vasbetét:

$$\frac{1}{2,63} \cdot 100 = 38\% \text{-a}$$

lágyvasbetétesnek.

Ez mint láttuk az alacsony határnyomatékú gerendáknál biztosítható, a nagyobb teherbírású gerendáknál magasabb. A fővasbetétek vonalvezetése a lágyvasbetétesnél kedvezőbb, a nyomatéki ábrát követheti, ahol a nyomaték miatt nem szükséges, felgörbíthető és a kengyelnek segíthet. Feszített szerkezetnél ez nem oldható meg. Ezenkívül a gerendavégeknél a hossz-repedések elkerülése miatt erősebb kengyeleket használunk.

A m^3 -re vetített vasigény — mivel a keresztmetszet az összes típusoknál azonos — jellegében nem tér el az abszolút vassúlytól. Mindenesetre megállapítható, hogy a födémgerendák m^3 -kénti vasszükséglete alacsonyabb, mint az egyébként feszített szerkezeteknél szokásos. Elsősorban ez azzal magyarázható, hogy a gerendák határnyomatéka elég alacsony.

Az 1 tm-re eső összes vasmennyiség is igen alacsony a feszített gerendáknál. Mint az 1. táblázat mutatja, 1 tm felvételére szükséges vasmennyiség a feszített gerendáknál a lágyvasbetétes 36—50%-a, tehát kb. azonos mérőszám a kg-ban mért vassúllyal.

Ami az anyagköltséget illeti, a helyzet a következő:

Tekintettel arra, hogy az adalékanyag és cementköltség mindkét típusnál azonos (betonminőség és keresztmetszet azonos), a teljes anyagköltség a vasbetétek költségarányára is jellemző lesz, bár az arány kissé más, mintha csak tisztán a vasköltségét néznénk.

A teljes anyagköltség úgy alakul, hogy a feszített gerendák anyagköltsége alacsonyabb, mint a lágyvasbetéteseké. 1 fm lágyvasbetétes gerenda anyagára 22,40—29,80 Ft/fm, ugyanaz feszített kivitelben 12,12—25,55 Ft. Vagyis az anyagköltség 46—14%-kal kisebb. Ez az új acéláraknak köszönhető, mert a régi árakban az acéltakarékosság nem tükröződött vissza: azaz annak ellenére, hogy a feszített gerendák vasigénye a megfelelő lágyvasbetétes 35—40%-a volt, vagyis vasban 60—65% megtakarítás jelentkezett, az anyagköltségben ez csak 8—20%-ot tett ki.

Munkabérek tekintetében az a helyzet, hogy a feszített gerendák valamivel olcsóbbak a lágyvasbetétesnél. A feszített gerendák munkabére fm-ként 2,73—3,01 Ft. A megfelelő lágyvasbetétes típusoké 2,94—3,55 Ft. Ez annak köszönhető, hogy azok a munkák, amelyek a lágyvasallal szemben többletet jelentenek — nagymértékben összevonhatók és így gazdaságosan végezhetők. Így ezek a munkák nem jelentenek nagy tételt, ugyanakkor viszont a lágyvasallal szokásos munkák jelentős részét nem kell elvégezni.

A sablonköltség a feszített és normálvasbetétes gerendáknál azonos, mert ugyanabban a sablonban készültek.

A felsoroltak után a teljes költségek lesznek a legérdekesebbek, hiszen a gerenda árát ezek határozzák meg. Végeredményben a feszített gerendák az olcsóbbak, teljes költségük a lágyvasbetétes megfelelő típusok költségének 71—80%-a.

Az elmondottakból megállapítható még, hogy a költségeket úgy a feszített, mint a lágyvasbetétes gerendáknál az anyagköltségek döntik el. Ezek a feszített gerendáknál 80—85%-ot, lágyvasbetétesnél 85—88%-ot adnak. A munkabér 10—15%, a sablonköltség 2,5—4%. Ez egyben a takarékoság útját is megadja, vagyis a födémgerendák gazdaságos tervezésének útja az anyag — elsősorban acéltakarékosság, még esetleg azon az áron is, hogy az előállítása valamivel drágább.

2. Feszített és normálvasbetétes távvezeték oszlopok

A födémgerendákkal szemben ezek összehasonlítása már teljes értékű, mert a feszített és normálvasbetétes oszlopokat egyedileg tervezték és így a feszített szerkezetek előnyei jobban érvényesülhettek. Technológiai okokból bizonyos kötöttségek itt is voltak. A törekvés az volt, hogy lehetőleg minél kevesebb sablontípust használjunk, ezért ahol csak erre mód kínálkozott, a tervező a típusokat azonos keresztmetszettel tervezte meg. Így a feszített szekunder távvezetékoszlopok (S—8—57, S—10—57, és S—11—57) csücsztől lefelé

azonos keresztmetszettel indulnak és csak a hosszakban van különbség közöttük. Hasonló a helyzet a K—35—56, K—25—56 és K—50—56 oszlopoknál, ahol a K—35—56 és a K—50—56 oszlopok betonméretei teljesen azonosak s csak a feszített vasbetétek számára nézve különböznek egymástól. Még inkább érvényesült ez a szempont a lágyvasbetétes oszlopoknál, ahol egy alaptípus volt a KL—25—54 oszlop és az összes lágyvasbetétes szekunder oszlopok: a CT + 0, CT + 1,5, DT + 0, DT + 1,5, továbbá a lágyvasbetétes postai távközlési oszlopot: PL—6 oszlopot úgy tervezték, hogy a KL—25—54 sablonjában gyártható legyen.

A távvezeték oszlopok további érdekessége, hogy azonos típusra az idők során újabb megoldások alakultak ki a feszített szerkezeteken belül is és így ezek egymásközötti összehasonlítására is lehetőség nyílik. A régebbi típusok a 35 kV-os távvezeték hordására alkalmas K—95—51 és a 20 kV-os távvezetékhez készült K—25—51 oszlopok (I-keresztmetszetűek). Ugyanerre a célra az ÉTI Virendel megoldásban 1956-ban új oszlopokat tervezett, és ebből a sorozatból valók a postai oszlopok (P—6—56, P—8—56), a feszített szekunder oszlopok is (S—8—57, S—10—57, S—11—57), továbbá a 20 kV-os vezetékekhez a 35 és 50 mm²-es vezetékekhez is tervezett oszlopokat (K—35—56, K—50—56).

Ezekután hasonlítsuk össze a 3. táblázat alapján a feszített és normálvasbetétes oszlopokat. Először az anyagigényt vizsgáljuk meg:

Első pillantásra szembejűnik, hogy a feszített oszlopoknál teljes egészében érvényre jut a feszített szerkezetek azon előnye, hogy sokkal könnyebbek a megfelelő lágyvasbetétes oszlopnál.

A betontakarékosság mértéke:

P—6—56 súlya 58,6%-a a PL—6-nak
K—25—56 súlya 84%-a a KL—25—54-nak

A szekunder oszlopok nem hasonlíthatók össze, mert a feszített szekunder oszlopok teherbírása nagyobb, mint a lágyvasbetétes megfelelőké.

A feszített szerkezetek egymásközötti összehasonlításánál az látható, hogy a 20 kV-os oszlopok súlya gyakorlatilag azonos a 35 kV-os oszlopokénál, viszont az újabb típus kissé nehezebb.

Vasfelhasználás tekintetében a következő a helyzet:

a postai oszlop
vasfelhasználása 51,3%-a a lágyvasbetétesnek,
a 20 kV-os oszlop
vasfelhasználása 43,1%-a a lágyvasbetétesnek,
(25 mm² vez.)
és 49,2%-a a lágyvasbetétesnek,
(35 mm² vez.)

A szekunder oszlopnál is található 36—44% vasmegetakarítás, annak ellenére, hogy mint említettük ezen oszlopok teherbírása nagyobb a lágyvasbetétes megfelelőénél.

A feszített szerkezetek egymásközötti összehasonlításánál azt találjuk, hogy az újabb típusok huzaligénye jóval kevesebb a régi típusnál. Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy az új szabványnak (MSZ—151) megfelelően a teherbírás is csökkent.

3. táblázat

Postai távközlési és elektromos távvezeték oszlopok anyag-, bér- és sablonigénye

Anyagigény	Feszített oszlopok										M H (tm)	4,24
	P-6-56	P-8-56	K-25-51	K-25-56	K-35-56	K-50-56	K-95-51	K-95-56	8-8-57	8-10-57	8-11-57	
Adalékanyag, m ³	0,0999	0,1753	0,303	0,301	0,390	0,399	0,470	0,523	0,2913	0,3715	0,4256	
Cement, kg	44,96	78,89	136,10	135,45	179,55	179,55	211,50	225,35	131,09	167,18	191,52	
150,50 K.B. kg	7,39	14,78	30,08	29,37	37,27	37,27	51,74	55,44	20,22	26,13	29,45	
Lágyvas, kg	9,05	16,05	14,07	26,74	31,36	31,36	41,28	44,47	21,63	26,13	29,45	
vascső, kg	16,44	31,43	44,15	47,07	57,23	60,93	79,02	81,74	41,85	50,10	57,06	
vascső/m ³	164,40	179,00	145,80	156,50	143,50	152,60	156,00	166,00	143,00	135,00	132,00	
vascső/tm	22,90	17,79	12,20	23,20	18,50	19,45	19,45	14,53	11,05	12,50	13,50	
Adalékanyag	1,73	3,03	5,24	5,21	6,90	6,90	8,13	9,05	5,04	6,43	7,36	
Cement	35,97	63,11	108,88	108,36	143,64	143,64	169,20	188,28	104,87	133,74	153,22	
150,50 K.B.	83,80	167,61	341,11	230,54	293,37	293,37	396,73	422,64	229,29	271,82	313,10	
Lágyvas	49,63	91,41	77,24	146,80	172,17	172,17	244,14	261,11	118,75	143,45	161,68	
vascső	171,19	325,16	532,47	490,91	616,08	658,03	880,89	944,11	457,95	555,44	635,36	
vascső/m ³	1716,00	1855,00	1756,00	1635,00	1548,00	1650,00	1875,00	1650,00	1572,00	1500,00	1495,00	
vascső/tm	235,66	183,00	157,50	242,00	200,00	173,00	226,00	160,00	121,00	138,50	150,00	
Betonkötés	3,00	5,18	8,89	8,80	11,78	11,78	13,88	15,44	8,60	10,97	12,57	
Betonozás, érel., sablonmunk.	22,50	30,00	53,56	60,00	75,00	75,00	83,90	75,00	58,10	74,10	85,00	
Huzalmunk (érel., fest., rov.)	2,70	4,58	8,86	5,34	6,70	7,65	8,90	9,45	5,93	6,42	6,92	
Vasmunk (vág., szer., stb.)	2,44	2,29	2,79	4,39	5,14	4,22	4,22	5,00	4,43	5,41	5,69	
monkaber	30,64	41,99	71,10	78,62	95,62	99,57	115,79	105,49	77,08	98,96	110,18	
monkaber/m ³	300,40	380,00	215,00	261,00	247,00	250,00	201,00	201,00	234,00	251,00	257,00	
monkaber/tm	42,60	23,60	22,00	28,80	32,00	26,10	16,50	18,80	20,40	24,20	26,00	
Sablonköltség	12,34	14,66	10,62	17,06	20,45	20,45	11,77	35,69	13,97	16,65	18,90	
Összes költség	214,17	381,81	617,19	608,33	746,70	778,05	1008,45	1005,29	555,43	670,80	704,44	
Összes költség/m ³	2145,00	2170,00	2040,00	2020,00	1775,00	1950,00	1815,00	1965,00	1820,00	1690,00	1790,00	
Összes költség/tm	297,00	214,00	183,00	300,00	242,00	204,00	144,00	179,00	147,00	169,00	180,00	

3. táblázat folytatása

Postai távközlési és elektromos távvezetéki oszlopok anyag-, bér- és sablonigénye

		Lágyvasbetétes oszlop						
		PL-6	O-400	KL-25-54	CT+0	CT+1,5	DT+0	DT+1,5
		<i>M_H</i> (mkg)						
		0,677	4,71	2,22	1,28	1,70	2,14	2,72
Anyagigény	Adalékanyag, m ³	0,171	0,450	0,36	0,22	0,285	0,277	0,351
	Cement, 150,50 KB kg	76,95	202,50	162,00	88,00	114,80	110,80	140,40
	Lágyvas, kg	32,12	116,80	102,14	58,70	91,00	95,00	138,90
	Σ vassúly, kg	32,12	116,80	102,14	58,70	91,00	95,00	138,90
	Σ vassúly/m ³	188,00	259,00	284,00	267,00	319,00	343,00	395,00
	Σ vassúly/tm	47,30	24,70	46,00	45,80	53,50	44,30	51,10
Anyagköltség Ft	Adalékanyag, 150,50 KB	2,96	7,79	6,23	3,81	4,93	4,79	6,07
	Cement, 150,50 KB	61,56	162,00	129,60	70,40	91,84	88,64	112,32
	Lágyvas, 150,50 KB	176,34	641,23	560,75	322,26	499,59	521,55	762,56
	Σ ag	240,86	811,02	696,58	396,47	596,36	614,98	880,95
	Σ ag/m ³	1410,—	1805,—	1935,—	1805,—	2100,—	2220,—	2510,—
	Σ ag/tm	355,—	172,—	314,—	310,—	351,—	288,—	324,—
Munkabér Ft	Betonkészítés	4,94	12,70	10,17	5,07	6,58	6,40	8,10
	Betonozás, érlelés, sablonmunkák	15,25	32,60	12,12	10,50	13,19	12,83	11,86
	Huzalmunkák (ékelés, feszítés, ro- vátkolás)	—	—	—	—	—	—	—
	Vasmunkák (vágás, hajlítás, szere- lés)	15,20	64,10	37,46	19,21	25,15	24,67	35,45
	Σ m. bér	35,39	109,40	59,75	34,78	44,92	43,90	55,41
	Σ m. bér/m ³	207,00	243,00	166,00	158,00	157,00	158,00	158,00
	Σ m. bér/tm	52,00	23,20	26,90	27,10	26,40	20,50	20,40
Sablonköltség		11,10	11,77	11,10	11,10	11,10	11,10	11,10
Összesítés	Összes költség	287,35	932,19	767,43	442,35	652,38	669,98	947,46
	Összes költség/m ³	1680,—	2070,—	2130,—	1990,—	2290,—	2420,—	2700,—
	Összes költség/tm	425,—	198,—	346,—	346,—	383,—	313,—	349,—

A teljes vasigény azonban így is nagyobb. Ennek az oka a választott szerkezetben keresendő. A Vierendel-rendszer miatt a diafragmákat erősen meg kellett vasalni, mert azokban hajlító nyomatékok ébrednek.

Ha az 1 m³-re vetített vasfelhasználást nézzük, itt is a feszített szerkezeteknél kedvezőbb a kép, bár természetesen nem olyan mértékben, mint az abszolút vassúlynál. A feszített szerkezetek könnyebbek és ez torzítja az összehasonlítást. Így is a m³-kénti vasfelhasználás valamennyi feszített oszlopnál 130—160 kg/m³ között mozog, míg a lágyvasbetétes oszlopnál 190—400 kg/m³ között.

Teljes súllyal mutat rá a feszített szerkezetek gazdaságosságára az 1 tm nyomaték felvételéhez felhasznált vasmennyiség.

Ez postai oszlopok-nál	48,5%
25 mm ² -es 20 kV oszlopoknál....	26,5%, ill. 50,5%
35 mm ² -es 20 kV oszlopoknál....	75,—%-a a megfelelő lágyvasbetétes oszlopénak.

A feszített szerkezetek egymásközi összehasonlításánál azt találjuk, hogy a régi oszlopok

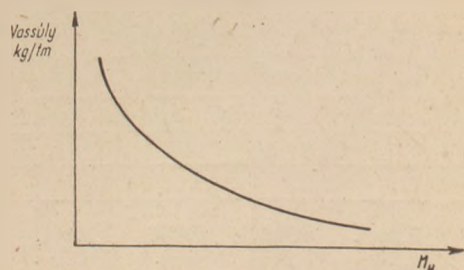
jóval vastakarékosabbak. A K—25—56 oszlopnál 1 tm-re jutó vasfelhasználás 90%-kal több, mint a K—25—51 oszlopnál. A K—95—56-nál pedig 39,5%-kal.

Ez a körülmény részben a már említett Vierendel szerkezettel magyarázható, részben pedig azzal, hogy az 51-es típusok I-keresztmetszetűek, az I-keresztmetszet pedig közismerten a leggazdaságosabb szelvény.

A táblázatból kiolvasható az is, hogy a növekvő teherbírás esetén az 1 tm-re jutó fajlagos vasszükséglet természetesen csökken. A vasigényt koordináta rendszerben ábrázolva és vízszintes tengelyre a határnyomatékokat, függőleges tengelyre pedig az 1 tm-re eső vasigényt rakva fel, megállapítható, hogy a csökkenés hiperbolikus jellegű (9. ábra).

Ezzel egyidejűleg az is megállapítható, hogy a lágyvasbetétes oszlopok m³-kénti vasigénye meglehetősen magas, lényegesen magasabb az egyéb szokásos vasbeton szerkezeteknél. Az ok az, hogy a távvezeték oszlopok mind előregyártottak és a szállítás és a darukapacitás nem teszi lehetővé azt, hogy a vasmennyiséget a keresztmetszet magasításával csökkentjük. Másrészt, mivel a terhelés két irányból jöhet, mindkét övet teljes húzott vasalással kell ellátni.

Az anyagköltségek közül a vasköltséget és teljes költséget érdemes részleteiben megvizsgálni,



8. ábra. Összefüggés az 1 tm-re eső fajlagos vassűrűséglet és a határnyomaték között

adalékanyag és cement ugyanis nem döntő a teljes költség szempontjából.

A vasköltségnél a helyzet a következő (a megfelelő lágyvasbetétes százalékában)

postai oszlopoknál	76%
25 mm ² -es 20 kV oszlop	75%, ill. 56 típusnál 67%
35 mm ² -es 20 kV oszlop	73%
8,5 m hosszú szekunder	67%
10 m hosszú szekunder	55%

A feszített oszlopok egymásközi összehasonlításánál az előny az újabb típusú oszlopoké, ezek ugyanis huzaltakarékosak és a többletvas lágyvasban jelentkezik, melynek ára természetesen olcsóbb a huzalnál. A megtakarítás a táblázat szerint a K—25—56 típusnál 8%, a K—95—56-nál pedig 5%.

A teljes anyagköltségét vizsgálva a kép a következő (lágyvasbetétes megfelelő %-ban).

postai oszlopok anyagköltsége	71%
25 mm ² -es 20 kV oszlop	71%
35 mm ² -es 20 kV oszlop	76%
szekunder oszlop	74%, illetve 62%

(8,5 és 10 m-es oszlopok).

A feszített oszlopoknál az új 20 kV-os oszlop 8%-kal, az új 35 kV-os oszlop pedig 2%-kal olcsóbb anyag szempontjából az 51-es típusnál.

Az 1 tm-re eső anyagköltség — ez dönti el a szerkezet statikai szempontból vett gazdaságosságát — feszített szerkezeteknél alacsonyabb (1 kivétellel).

A 6 m hosszú postai o-nál 238 Ft/tm, a lágyvasbetétesnél 358 Ft/tm.

A 25 mm²-es 20 kV oszlopnál 242 Ft/tm, és 157,5, lágyvasbetétesnél 314 Ft/tm.

A 35 mm²-es 20 kV oszlopnál 200 Ft/tm, a lágyvasbetétesnél 172 Ft/tm.

A 8,5 m-es szekunder oszlopnál 120 Ft/tm, a lágyvasbetétesnél 287 Ft/tm.

A 10 m-es szekunder oszlopnál 138 Ft/tm, a lágyvasbetétesnél 324 Ft/tm.

A 35 mm²-es vezeték hordására alkalmas 0—400 lágyvasbetétes oszlop gazdaságosabb a feszítetté. Ennek az oka az, hogy a 0—400 oszlop I-keresztmetszetű, vagyis ez is cementtakarékos, — másrészt — s főleg az, — hogy ez az oszlop a feszített 35 kV-os K—95—51 oszlop sablonjában készült és így viszonylag nagy a keresztmetszeti magasság.

A feszített oszlopok egymásközi összehasonlításánál megint csak az derült ki, hogy a régebbi típusok gazdaságosabbak. A K—25—51 oszlop 1 tm-re jutó anyagköltsége 157,50 Ft/tm. A K—25—56 oszlop 242,— Ft/tm értékével szemben. Hasonló a helyzet a K—95—51 és a K—95—56 oszlopoknál is. Itt 126 Ft/tm a 154 Ft/tm-rel szemben.

A feszített szerkezetekről általánosan elterjedt hit, hogy munkaigényesek. Ennek alapján azt várjuk, hogy a feszített oszlopok munkabére is magasabb megfelelő lágyvasbetétesnél. Általában így is van, de nem minden esetben. A 20 kV-os K—25—56, a szekunder S—8—57, S—10—57, S—11—57 jelű oszlopok munkabére magasabb, a P—6—56 jelű 6 m hosszú postai távközlési oszlop, a K—35—56 jelű 20 kV-os távvezeték oszlop munkabére viszont 10—13%-kal alacsonyabb, mint a lágyvasbetétes megfelelő.

A m³-re vetített munkabér egységesen magasabb a feszített szerkezeteknél, ami elsősorban annak tudható be, hogy a feszített szerkezetek könnyebbek a megfelelő lágyvasbetétes szerkezeteknél. Ilyen körülmények között 1 m³ feszített beton megdolgozása többbe kerül, mint a lágyvasbetétes. 1 tm nyomadék felvételére eső munkabér is általában a feszítettlen lágyvasbetétes szerkezeteknél az alacsonyabb.

A munkabérek további vizsgálata során megállapítható, hogy a betonozás munkabére lényegesen magasabb a feszített szerkezeteknél, mint a lágyvasasnál. Ez annak ellenére is így van, hogy a feszített szerkezethez kevesebb betont kell bedolgozni. Oka az, hogy a feszített szerkezet vékony falú, sűrűn vasalt, intenzívebb bedolgozást és ugyanakkor alacsonyabb vízcementtényezőt igényel, mint a lágyvasbetétes. A vasbetétekkel kapcsolatos munkabér azonban lényegesen alacsonyabb a feszített szerkezeteknél. A feszített szerkezetek vasigénye ugyanis mindig alacsonyabb a normál vasbetonnál. A feszítésből adódó többletmunka jelentős része (ékelés, feszítés) egyszerre és egyben végezhető az egész hosszúpad számára, így az egy elemre jutó költség nem jelentős. Az egyéb huzalmunkák, mint pl. a huzalmegmunkálás (hullámosítás, rovátkolás,) egyszerű módon gépesíthetők. A lágyvasbetétes szerkezeteknél viszont a vasszerelés, egyengetés, vágás, hajlítás jelentős összeget tesz ki.

A zsaluzat a lágyvasbetétes oszlopoknál, továbbá a hosszúpadban készülő feszített oszlopoknál kettősfalú fémzsaluzat. A szekunder feszített oszlopoknál egyszerű falú sablon. Az érleléshez szükséges gözt a két fal közé vezetjük be, illetve gözkmrás érlelést alkalmazunk. A feszített oszlopok zsaluzata 10—40%-kal drágább, mint a lágyvasbetétesé. Ennek elsősorban az az oka, hogy a feszített oszlopok alakja komplikáltabb, mint a lágyvasbetétesé. A lágyvasbetétes oszlop egyszerű négyoszögkeresztmetszetű. A feszített lágyvasbetétes oszlop I-alakú, vagy áttört, Vierendel rendszer. Ez az anyagköltségben megtakarítást jelent, a sablonban azonban többletköltséggé alakul. Természetesen az anyagmegtakarításban bőven megtérül ez a többletköltség.

Mindezek után a legérdekesebb a teljes költségek összehasonlítása, mert ez dönti el, hogy a feszített oszlopok vagy normálvasbetétesek az olcsóbbak-e? A táblázat adataiból az derül ki, hogy a feszített oszlopok kivétel nélkül olcsóbbak a lágyvasbetétes megfelelő oszlopoknál. Ez igaz a szekunder oszlopokra nézve is, bár azok teherbírására nagyobb a lágyvasbetétesénél és így közvetlenül nem hasonlíthatók össze. A költség arányok a következők: (a lágyvasbetétes oszlop teljes költségét véve 100-nak)

PL—6	100	P—6—56	74,5
KL—25—51	100	K—25—51	81,0
		K—25—56	79,0
O—400	100	K—35—56	80,0
DT + 0	100	S—8—57	83,0
DT + 1,5	100	S—10—57	71,5

Az általános következtetések levonása előtt vizsgáljuk még meg a különleges költségek nagyságát és azok kihatását a feszített szerkezetek árára. Különleges, tehát a feszített elemeknél speciálisan jelentkező költségeknek tekintjük a feszítópádat, a feszítő berendezést, a huzal lehorgonyzó elemeket, a huzalmegmunkáló berendezést. Ezeknek költsége a 2. sz. Épületelemgyár technológiájában és gyakorlatában bőven számítva 2 millió forint. Ebből az összegből 1,3 millió forint az építési rész, melynek megtérülési ideje 50 év, és 700 000 Ft a gépészeti berendezések költsége, melynek 10 év a megtérülés ideje.

Figyelembe véve az egy év alatt gyártott oszlop mennyiségét a többletberendezési költségeknek 1 oszlopra jutó része az építési költségéből . . . 1,20 Ft/oszlop a gépészeti berendezésből 3,24 Ft/oszlop

vagyis összesen 4,44 Ft/oszlop. Ez az összeg a P—6—56 oszlop kivételével az oszlopok önköltségeinek 2%-a körül van, a P—6—56 oszlopnál pedig 3,8%, tehát olyan érték, amely a gazdaságossági számításoknál még az arányokra is kevés hatással van, nemhogy meghatározó jelleggel bírna.

Ezekután az előzőek alapján megkísérélhetünk néhány következtetést levonni a feszített szerkezetek gazdaságosságára nézve. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy ezek a 2. sz. Épületelemgyárnak a cikkben ismertetett termékeire vonatkoznak. Tekintettel azonban arra, hogy az 1. sz. Épületelemgyár kísérleti vasúti alj üzemén kívül feszített elemek sorozatgyártása hazánkban másutt nem folyik, a következtetések alkalmasak arra, hogy az olvasónak képet adjanak a feszített szerkezetek tömeggyártásának gazdaságosságáról.

1. A feszített szerkezetek nem drágábbak a hasonló rendeltetésű lágyvasbetétes szerkezeteknél. Ha ismét végigmegyünk a 2—4 táblázat adatain, megállapíthatjuk, hogy kisebb-nagyobb mértékben, de valamennyi olcsóbb.

2. Az előző megállapítás természetesen a szűkebb értelemben felfogott önköltségre vonatkozik; vagyis az anyag-, munkabér-, sablon- és különleges költségekre. Egy gyár termékein belül ez a megállapítás egyben az eladási árra is vonatkozik. Mi az oka mégis annak, hogy ennek ellenére

a köztudatban az a felfogás uralkodik, hogy a feszített szerkezetek drágábbak? Valószínűleg az, hogy a feszített szerkezetek árát más elemgyárakban készült elemekkel hasonlítják össze. Itt már azonban az egyes gyárak rezsiköltségei meghatározó szerephez jutnak. Így pl. a feszített födémgerendák ára kétségtelenül magasabb, mint a normálvasbetétes gerendáké. Ez azonban az árra és nem az előző értelemben vett önköltségre vonatkozik. A feszített födémgerendák árát ugyanis a 2. sz. Épületelemgyár, a lágyvasbetétesét pedig az 1. sz. Épületelemgyár rezsikulcsai után állapították meg. Ez azonban tisztán termelési volumen kérdése, mert természetesen annak nagy vagy alacsony volta döntően befolyásolja a rezsizsázalékot és az árat is. Ha a feszített elemgyárak termelési értéke eléri a lágyvasbetétes gyárakét, úgy az említett ellentét is meg fog szűnni és a feszített szerkezetek ára is versenyképes lesz a lágyvassal és annál olcsóbb lesz.

3. A feszített szerkezetekben használt patentírozott huzal új ára már sokkal szerencsésebben van megállapítva, mint a régi ár volt. A feszített huzalok ára a lágyvashoz képest 75.50. KB. esetén

$$\frac{11,36}{6,13} = 1,85\text{-szörös},$$

a határfeszültség viszont

$$\frac{10\,500}{4000} = 2,62\text{-szeres}$$

Közönséges 50.35. Bm. minőségű betonacélnál az árak aránya:

$$\frac{11,36}{5,49} = 2,07,$$

a határfeszültség pedig

$$\frac{10\,500}{2800} = 3,75,$$

vagyis itt még kedvezőbb a helyzet. A régi árakkal sokkal rosszabb volt a kép, mert az árarány 75.50. KB. vasbetétek esetében 2,5; 50.35. Bm. esetén pedig 2,86 volt.

Tanulságos lesz megvizsgálni, hogy ezek az adatok külföldön hogyan alakulnak és ezt egybevetni a magyar acélárakkal és arányokkal.

A német árakról részletes adatok állanak rendelkezésünkre,— ezek a következők:

A táblázatokban alkalmazott jelölések:

σ_{sz} = szakítószilárdság,

σ_f = folyási határ,

σ_m = megengedett feszültség

σ_H = határfeszültség,

a = a megengedett és határfeszültségek viszonya az alapacélminőséghez (St 37 és 36.24. B),

b = az acélárak viszonya az alapacél árához.

Az amerikai acélár viszonyok: (1955-ös adatok)

lágvas 145 \$/to σ_f = 2800 kg/cm²

huzal (paten-

tírozott) . . . 311 \$/to σ_f = 15 300 kg/cm²

4. táblázat

Acél	σ_{sz} kg/cm ²	σ_f kg/cm ²	σ_m kg/cm ²	a	Acélár 1952. DM/t	b
St 37	3 700	2 200	1 400	1,0	500	1,0
St 90	9 000	6 500	5 000	3,5	750	1,5
St 165	16 500	14 500	9 100	6,5	950	1,9
St 180 (pászma)	18 000	—	10 000	7,1	1450	2,9
St 180 drótkötél egyes szál	18 000	—	8 000	5,7	1760	3,5

5. táblázat

Acél	σ_{sz} kg/cm ²	σ_f kg/cm ²	σ_H kg/cm ²	a	Acélár 1959. Ft/t	b
36,24 B	3 600	2 400	2 000	1,0	4,85	1,0
50,35 B	5 000	3 500	2 800	1,4	5,49	1,13
75,50 KB	7 500	5 000	4 000	2,0	6,13	1,26
90,60 KB	9 000	6 000	4 800	2,4	7,70	1,59
150,50 KB	15 000	13 000	10 500	5,25	11,34	2,36

ebben az esetben a feszültségek aránya:

$$a = \frac{15\,300}{2800} = 5,50$$

az árak aránya:

$$b = \frac{311}{145} = 2,22$$

Csehszlovákiában az árviszonyok sokkal kedvezőbbek, ott a patentírozott huzal ára gyakorlatilag azonos a normál betonacéléval.

Jugoszláviában a feszített huzal ára 2,5-szöröse a normál betonacélénak.

Ausztriában a huzal és betonacél árára az arányuk a miénkkel azonos.

4. A feszített vasbeton 1 m³-ének készítéséhez több munkaóra kell, mint a lágyvasas betonhoz. Ha azonban azonos rendeltetésű elemeket vetünk egybe, nem minden esetben munkaigényesebbek, sőt nagyrészt a munkabér kisebb. Végeredményben — mivel a bérhányad a teljes költségnek amúgy is kisebb része — 10—15%-a — a teljes költséget a bérkülönbség csak kis mértékben befolyásolja.

A munkabérek helyes technológiával csökkenthetők, különösen egyes utófeszített rendszereknél, ahol a szalagszerű gyártás megoldható, bár itt mint többletköltség a lehorgonyzások költsége jelentkezik.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Herberg: Spannbetonbau, 1957.

Baret: Le béton précontraint 1954.

T. Y. Lin: Design of Prestressed Concrete Structures 1955.

Böröcz: Feszített betonszerkezetek 1952.

Bodó László: Feszített vasbetonszerkezetek gazdaságossága.

A cikk ismerteti a feszített szerkezetek legfontosabb előnyeit a normálvasbetétes szerkezetekkel szemben: jobb minőségű alapanyagok felhasználásának nincsenek elvi korlátai, a feszített szerkezetek üzemi teher alatt repedésmentesek és ezért könnyebb szerkezetek alakíthatók ki, merevebbek, vízzárók, korrózió ellen védene. — Nyírási viszonyok kedvezőbbek. Ismerteti a hátrányokat: igényesebb, munkaköltségeiből berendezés, kisebb padforduló. Ismerteti a vizsgálatba bevont földmegerenda, földémpanel, és oszlop-

típusokat. Az említett elemek költségeit részletesen elemzi feszített és normálvasbetétes változatban. A költségelemzésből levonható következtetések: a feszített szerkezetek nem drágábbak a lágyvasbetétesnél, a viszonyok a huzalárak realitásabb alakulása esetén még jobbakké lennének. Végül bemutatja néhány külföldi huzal gazdaságossági számait.

Ласло Бодо: ЭКОНОМИЧНОСТЬ НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

Основные преимущества напряженных конструкций по сравнению с нормальными арматурными конструкциями: использование исходного материала принципиально не ограничено; напряженные конструкции под заводской нагрузкой являются свободными от трещин, вследствие которого более легкие конструкции могут быть оформлены; эти конструкции являются жесткими, водоупорными, коррозионноустойчивыми. Более удовлетворительные условия сдвига. Недостатками этих конструкций являются: более требовательное оборудование с большим расходом работы; меньший оборот станка. Типы вовлеченных в испытание балок и панелей перекрытий, и колонн. Расходы упомянутых деталей в напряженных и нормальных арматурных вариантах. Заключение, выведенные из анализа расходов: напряженные конструкции не являются более дорогими чем арматурные конструкции с мягким железом; при более реальном оформлении цены проволоки условия становились еще лучшими. Экономические цияры несколько ограниченных проволоки.

László Bodó: Die Wirtschaftlichkeit der gespannten Eisenbetonkonstruktionen.

Der Aufsatz befasst sich mit der wichtigsten Vor teilen der gespannten Konstruktionen im Vergleich mit den normalen Eisenbetonkonstruktionen. Die Möglichkeit bessere Grundstoffe zu verwenden ist theoretisch unbegrenzt. Die gespannten Konstruktionen bleiben unter Betriebsbelastung rissfrei, was die Herstellung leichter Konstruktionen ermöglicht, die fester, hydrophober und korrosionsfrei sind. Die Scherverhältnisse sind ebenfalls günstiger. Auch auf die Nachteile wird hingewiesen: höhere Arbeitsansprüche, teure Vorrichtungen, kleinere Runde der Spannwerke. Es folgt eine Untersuchung der einzelnen Deckenbalkentypen, Deckenpanels und Säulen. Detaillierte Analyse der Herstellungskosten der erwähnten Elemente in gespannten und normalen Variationen. Die Folgerungen der Kostenanalyse: die gespannten Konstruktionen stellen sich nicht teurer als jene mit Eiseneinlagen. Die reale Gestaltung der Armaturenpreise wird sich günstig auswirken. Abschliessend teilt der Autor die Wirtschaftszahlen einiger ausländischer Eiseneinlagen mit.

Vulkáni tufa mérnökgeológiai feltárása Andornaktályán és Nógrádverőcén*

KERTÉSZ PÁL

Az utóbbi idők nagyarányú építkezései egyre jobban ráterelték a figyelmet a könnyű építőanyagokra. Sokféle módszerrel számos kísérletet végeztek ilyen anyagok előállítására, ill. alkalmazására. A vizsgálatok részben olyan anyagokkal foglalkoztak, melyek nem igényelnek felhasználásukban különleges előkészítést, ilyenek pl. a vulkáni tufák, amelyek nagy tömegben többé-kevésbé egyenletes minőségben találhatók.

Hazánkban már hosszabb ideje foglalkoznak a tufa felhasználásával. Ennek eredményeit szaklapokban közölt cikkek, számos előadás és befejezett vizsgálatok jelzik. Az eddigi tanulmányok két irányúak voltak és e két vonalon egy ideig egymástól függetlenül haladtak. A vizsgálatok egy része a természetes települést nem vette figyelembe és kizárólag betontechnológiai szempontból készült, míg mások elsősorban a geológiai körülményekre voltak tekintettel.

Laboratóriumi vizsgálatok már évekkel ezelőtt igazolták, hogy bizonyos tufákból készíthető olyan beton, mely az előírt követelményeket kielégíti; másrészt geológiai kutatások megállapították, hogy hazánk nagy területén található megfelelő vulkáni tufa. További feladat olyan lelőhelyek felkutatása, illetve kijelölése volt, melyek kitermelése gazdasági szempontból is megfelelő.

A Földtani Intézet megállapítása szerint a Bodrogkeresztúr (1. ábra) melletti riolittufa előfordulás olyan mértékben feltárt, hogy az további kutatás nélkül is elegendő biztonsággal jelölhető ki telephelyül. Az ország első könnyűbetongyára itt épül fel, miután a kőzet alkalmasságát laboratóriumi vizsgálatok is megállapították. A Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének vonatkozó javaslata az volt, hogy a kérdés végleges tisztázásáig egy félüzemi jellegű kísérleti berendezést létesítsenek, amely aránylag könnyen átállítható, akár egymás után több helyre is.

Az 1956. évi távlati építési tervek alapján azonban egyetlen könnyűbetongyár termelése nem lett volna elég a szükséglet ellátására, ezért szükségesnek mutatkozott egy második tufabetongyár telephelyének és nyersanyagbázisának kijelölése.

Az illetékes szervek Andornaktályát jelölték ki megkutatandó területül. A telephely mérnökgeológiai vizsgálatát az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszéke az É.M. Földmérő és Talajvizsgáló Vállalattal karöltve végezte.

Az andornaktályai tufabázis mérnökgeológiai vizsgálata

Andornaktályán a tufabetongyártásnak már régi múltja van. Az első világháború utáni időben egy tufabetongyár üzemelt itt, mely nemcsak

közvetlen környékét látta el építőanyaggal, hanem nagyobb távolságra (pl. Budapestre) is szállító mennyiséget szállított.

Az itt készített tufabeton-blokkok nem voltak tökéletesek, a gyártási technológiát többször is változtatták. A cementes és meszes kötéssel felváltva kísérleteztek. Megszemlélve az esetenként már 30 éve beépített andornaktályai tufablokkokat, azok általában egészségesnek mutatkoznak, csak helyenként találtunk egyes tönkrement állapotúakat.

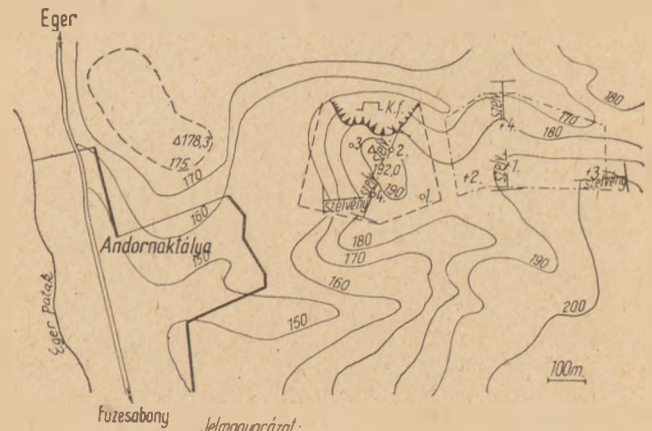
A régi gyár telephelyén még jelenleg is üzemben van a gyár régi kőbányája, amely most faragtkövet termel helyi szükségletre. A tervek szerint ezen a helyen, a régi létesítmények nyomán épült volna fel az új gyár. A feladat annak megállapítása volt, hogy a tufa kellő mennyiségben és minőségben gazdaságosan fejthető-e, a jelenlegi bánya továbbfejlesztésével (2. ábra).

I. Terület vizsgálata

Az Építéstudományi Intézet laboratóriuma és az Ásvány- és Földtani Tanszék megállapította a betonkészítésre való alkalmasságot. A feltárások-



1. ábra. A tárgyalt tufalelőhelyek áttekintő térképe



2. ábra. Az andornaktályai feltárások áttekintő térképe

* Készült az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén.

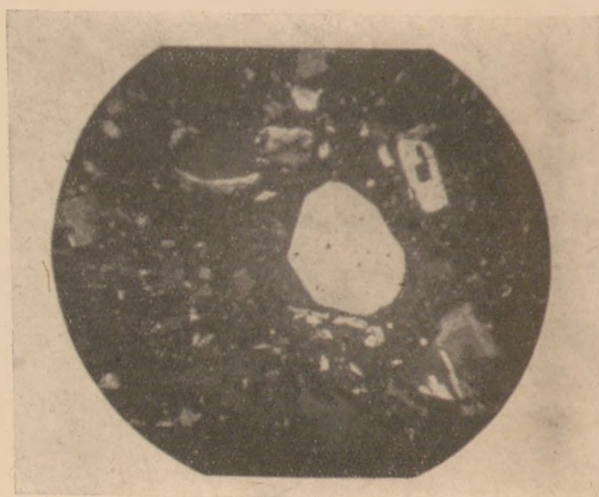
nál elegendő volt tehát az anyag azonosítása és csak egészen eltérő minőség esetén volt szükséges az újbóli alkalmassági vizsgálat. A település megállapítására az FTI által mélyített fúrások és geoelektromos mérések szolgáltak.

A feltárás általános földtani szempontból újat nem eredményezett. A környék legrégebbi rétege az a vulkáni tufás rétegsor, amely a vizsgált bánya kőzetét is alkotja és amely a Bükk hegység D-i peremén nagy elterjedésben és vastagságban található. A miocén korban keletkezett. A vulkáni tufát helyenként fiatalabb (miocén) tengeri üledékek borítják. A lösz a pleisztocén kor üledékeit képviseli. Jelenkorú hordalékok csak az É—D-i fővölgyben találhatók, valamint helyenként vízmosások mentén. A lejtőtörmelék szintén a jelenkor kőzete.

A kőzet feltárására négy fúrást mélyítettünk le az 1. területen. Ezek a fedőréteg vastagságát voltak hivatottak felderíteni a kőzet azonosítása mellett, továbbá az eoelektromos mérések bázisként szolgáltak. A jó minőségű vulkáni tufát az 1. és 3. fúrásokban kb. 14 m mélységben, a 2. fúrásban 16 m mélységben, a 4. fúrásban pedig 24 m mélységben ütöttük meg.

Kőzettani vizsgálat

A feltárt vulkáni tufa szabad szemmel tekintve fehér, szürkés, helyenként sárgás árnyalatú. Felülete nem egységes, benne változó mennyiségben kőzetzárványokat (rapilliket) találunk, melyek a vulkáni működés során kerültek a lassan leülepedő vulkáni por közé. Nagyságuk 0,5—5 cm. Ezeknek anyaga nagyrészt andezit. Az andezit szürke vagy lilás, legtöbbször piroxénandezitnek látszik. Lényegesen kevesebb a vulkáni tufában a bekerült riolitdarabka. Ennek rózsaszín, anyagában szabad szemmel is felismerhetők a csillogó kvarcsemcsék. Ezek a kőzetben egyenlőtlenül helyezkednek el, mennyiségük még ezrelékben sem adható meg. Gyakori a kőzetben a horzsakő mely

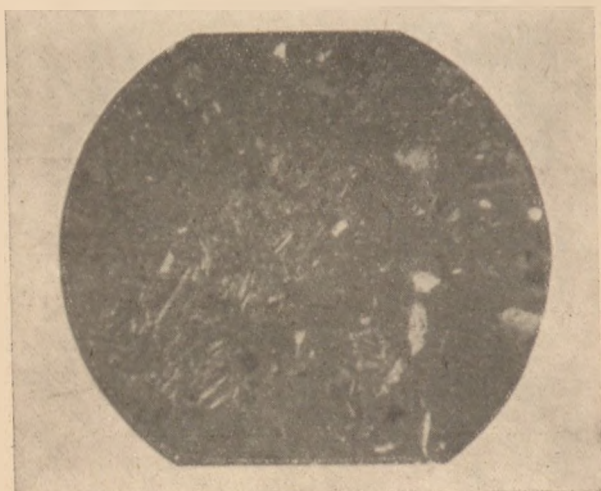


4. ábra. Kvarcsemcsce (világos) mikroszkópi képe az andornaktályai 1. feltárás anyagából. (A kör valóságos átmérője 4 mm)

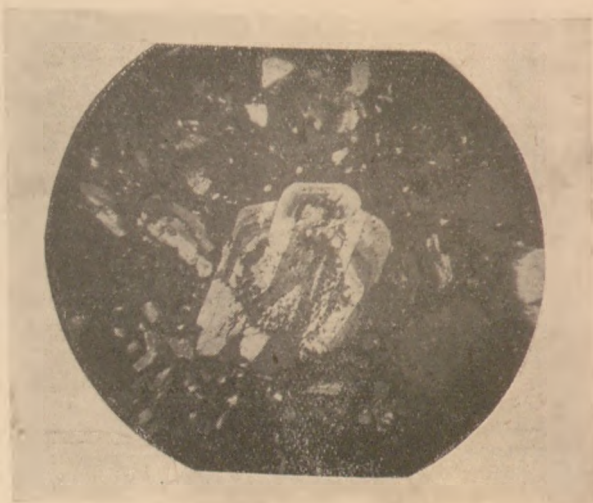
annak 20—25%-át teszi ki. Nagysága 2—10 mm, megtartási állapota változó, sokszor kaolinos.

A kőzet zárványmentes részében, a fehér, szürke, sárgás színű porózus alapanyagban a fekete színű biotit csillámok az uralkodók. A biotitok szabad szemmel is igen jól felismerhetők hatszegletes pikkelykéjükről. Átmérőjük 0,1—2,0 mm között változik, mennyiségük 2—3%. A felületen egyenletesen elosztva találhatók. Szabad szemmel ezenkívül csak néhol láthatunk egy-egy víztiszta csillogó kvarcsemcsét, melynek nagysága 0,2—0,6 mm. Emellett néhol egy-egy plagioklász földpátot, valamint egy mállott, oszlopos kifejlődésű fekete ásvány egyéneit találhatjuk. Ezek nagysága 0,2—0,4 mm.

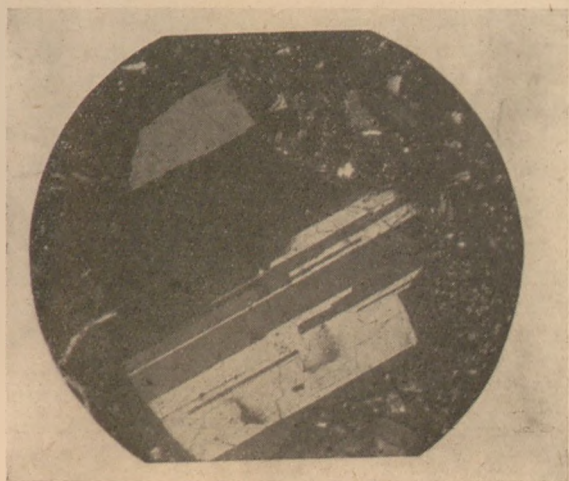
Mikroszkóp alatt a kőzet szövete porfiros, alapanyaga üveges. A horzsakövek kevésbé ellenálló anyaga a mikroszkópi csiszolat készítése közben általában kipergett, amit semmilyen módszerrel nem sikerült megakadályozni. Így a mikroszkóp



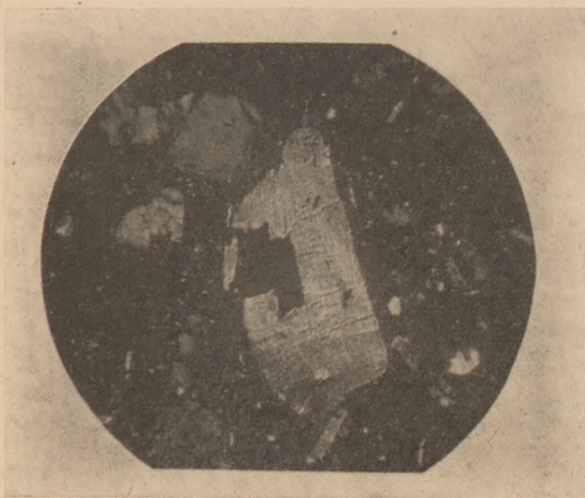
3. ábra. Andezitzárvány mikroszkópi képe az andornaktályai vulkáni tufában. (A kör valóságos átmérője 1,5 mm)



5. ábra. Zónás szerkezetű plagioklász-földpát mikroszkópi képe az andornaktályai vulkáni tufából. (A kör valóságos átmérője 4 mm)



6. ábra. Ikerlemezes plagioklász-földpát mikroszkópi képe az andornaktályai vulkáni tufából. (A kör valóságos átmérője 1,5 mm)



7. ábra. Biotitesillám (világos) mikroszkópi képe az andornaktályai tufából. (A kör valóságos átmérője 1,5 mm)

alatt a horzsaköveknek csak körvonala volt észlelhető. Mikroszkóppal jól meghatározhatók az idegen kőzetzárványok. A piroxénandezit rapillik fluidális szövete jól látható (3. ábra), hasonlóképpen a riolit is jól felismerhető. Kisebb 2—4 mm-es kőzetzárványok is találhatók a kőzetben, melyekben a kristályos palák jellegzetes szövete észlelhető. Ezek a vulkán kitörésekor az alaphegységből felragadott kőzetdarabok, hullámos kioltású, töredezett szegélyű kvarcsemcsékből állanak. A kőzetben a következő porfiros kiválásokat találhatjuk:

1. Kvarc. (4. ábra). Gyakori elegyrésze a kőzetnek, legtöbbször többé-kevésbé izometrikus alakban, néha szilánkosan jelenik meg. Ritkán kissé hullámos kioltású.

2. Káliföldpát. A kőzetben alárendelt mennyiségű, a plagioklász-földpátok mellett. Szanidin módosulat, lécalakú üde ásvány.

3. Plagioklász-földpátok (5—6. ábra). A kőzet leggyakoribb ásványos elegyrésze. Szépen fejlett, ikerlemezes vagy zónás fajtái a kőzetben mindenütt jelen vannak. Kioltásuk alapján oligoklászoknak, néhol andezinnek határozhatók meg. A nagyobb plagioklászok néha kissé mállottak, különben jó megtartásúak, üdék.

4. Biotit (7. ábra). A színes ásványok közül az egyedüli lényeges. Erősen pleokroós, üde, élénk interferenciaszínekkel.

5. Piroxén. Két alkalommal lehetett a kőzetben piroxént (augitot) kimutatni, melyek igen kis szemcsék voltak.

	Mennyiség %	Szem-nagyság mm
Kvarc	8	0,05—1,8
Káliföldpát (szanidin) ..	5	0,2 —0,8
Plagioklász	20	0,05—2,3
Biotit	7	0,05—2,0
Piroxén	Nem értékelhető	0,05—0,15
Magnetit	0,01	0,05—0,1
Alapanyag	60	—

6. Megnetit. Szabályos kristályait kis mennyiségben, de gyakran észlelhetjük.

A kőzet kőzettani összetétele az alábbiakkal jellemezhető, ha a zárványokat nem vesszük figyelembe.

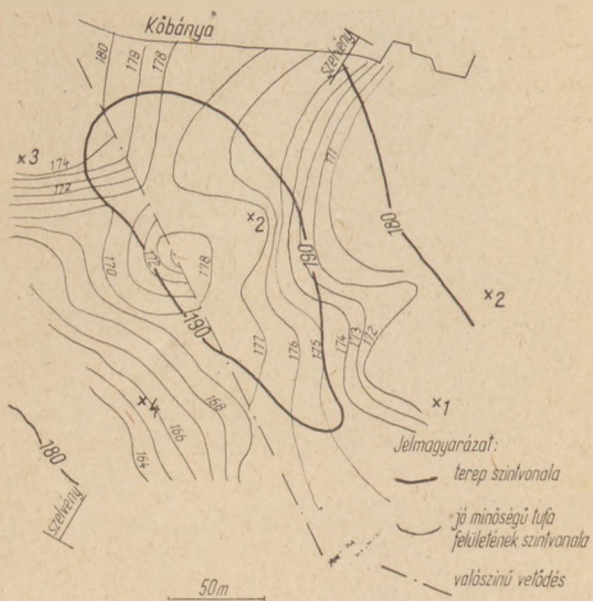
A kőzettani vizsgálat alapján a kőzet nem típusos riolittufa. Miután benne a plagioklász és nem a káliföldpát az uralkodó, tulajdonképpen dácittufa. Régebbi szerzők így is nevezték (Scharfarzik F.: dácittufa, Schréter Z.: rioltdácittufa). Jelenleg nem kőzettani, hanem földtani alapon nevezik riolittufának a Mátra—Bükk környékének vulkáni tufás rétegsorát, melyben a kőzettani összetétel vízszintes és függőleges értelemben is változik, a riolittufa és az andezittufa között. Valóban túlnyomó ebben a rétegsorban a riolittufa és így kizárólag ez a földtani egység indokolja az ennél a kőzetnél is használatos riolittufa elnevezést).

Mind a kőbánya, mind a kikerült fúrómagok kőzetanyagán kőzettechnikai vizsgálatokat is végeztünk, melyek átlagos eredményei az alábbiakban adhatók meg.

	Átlag	Minim.	Maxim.
Térfogatsúly t/m ³	1,55	1,48	1,56
Nyomószilárdság kg/cm ² ..	85	61	134

A fúrás adta eredmények finomítására szolgáltattak a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat geoelektromos mérései. Ezek a Wenner-féle szimmetrikus, 4 elektródás módszerrel történtek. A geoelektromos mérések egy csoportja a talaj elektromos ellenállásának mérésén alapul. A talajba levert két elektródán keresztül áramot bocsátanak a talajba, közöttük meghatározott távolságban két mérőszondát helyeznek el. A betápláló elektródákból kilépve, az elektromos áram áthaladva a talajon áram-, illetve potenciáalteret hoz létre, amelynek sűrűsödését, illetve ritkulását mérik a letapogató szondák között.

A kőzet (talaj) szemszerkezete és víztartalma szerint különböző kőzetek (talajok) különböző erőteret keltenek azonos betáplált áram mellett.



8. ábra. A vulkáni tufa felső határfelületének szintvonalai a geoelektromos mérések alapján az andornaktályai I. területen

Ebből következik, hogy a különböző talajokra a mérőszondák között fellépő különböző feszültségek jellemzőek lesznek. Az elektróda és szondapárok geometriai helyzetének ismeretében, valamint a betáplált áram és a mért feszültség ismeretében meghatározható a látszólagos fajlagos ellenállás (ρ).

A mérések különböző geometriai szondahelyzetben való elvégzésével nyerhető a fajlagos ellenállások mélységi diagrammja, amely megfelelő összehasonlítási alappal rendelkezve, fúrás-szelvényként kezelhető.

A geoelektromos mérés eredményei és a területen közvetlenül feltáró fúrások adatai összhangban állottak egymással. Az igen részletes feltárás

lehetővé tette, hogy a jó minőségű tufa felső határát megállapítsuk és a határterületet szintvonalaiával (8. ábra) ábrázoljuk. A geoelektromos mérések a fedőréteg vastagságát nem folytonosan változóan adták meg, hanem két vonalban is ugrásszerű változást észleltünk. Ez valószínűleg két szerkezeti elmozdulás (vetődés) iránya, mely a terepen tovább is nyomozható.

A feltárások adatai már valószínűtlenné tették ezen terület alkalmasságát a kívánt célra. A blokkgyárat kiszolgáló kőbánya a 14 m fedővastagságot rövid idő alatt elérné és ilyen nagy meddőletakarási költségnél az üzem nem gazdaságos. Számítás alapján többéves átlagban 1 m^3 kifejtett kőanyagra kb. $0,5 \text{ m}^3$ eltakarítandó fedőréteg jut (10—11. ábra).

II. terület vizsgálata

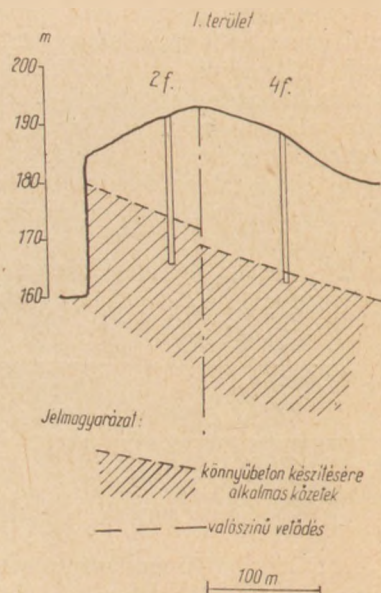
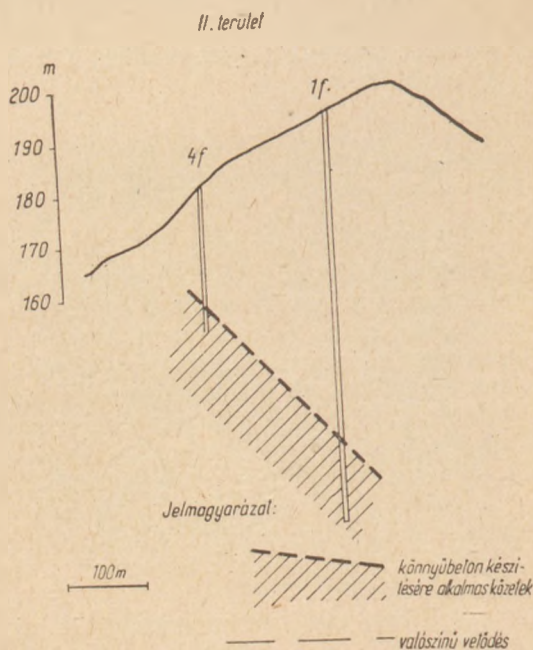
Miután a bánya üzeme néhány éven belül nem lett volna gazdaságos, a vizsgálatokat tovább folytattuk a környéken, a kutatásra egyedül lehetséges helyen, a Gyilkostető oldalában (2. ábra). Ezen a területen csak a völgyben levő vízmosásnál búvik ki a tufa.

A feltárás céljából a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat itt is 4 fúrást mélyített. Az 1. fúrás 80 m mélységig hatolt le, a 2., 3. és 4. számú fúrás kb. 30 m-re.

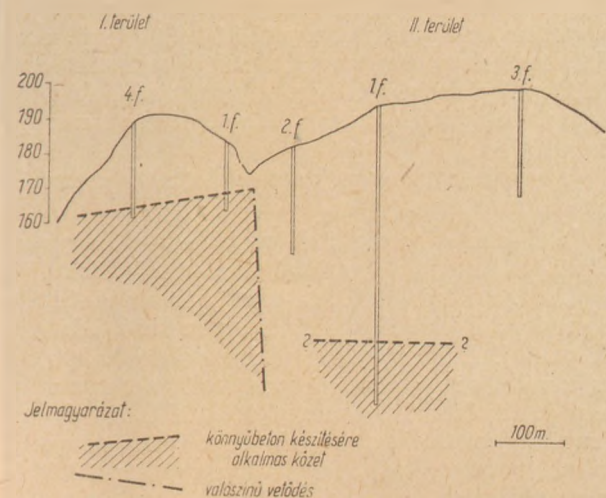
Az 1. és 4. fúrás elérte a használható tufát (75,0, illetve 22,5 m mélyen). A tufa kőzettani vizsgálata ugyanazokat az eredményeket szolgáltatotta, mint az előző feltárási területen. A kőzettani vizsgálatok eredménye:

	Átlag	Minim.	Maxim.
Térfogatsúly t/m^3	1,54	1,50	1,57
Nyomószilárdság kg/cm^2 .	90	74	125

Az adatok alapján ez a kőzet is alkalmasnak minősül könnyűbeton készítésre.



9—10. ábra. A dőlésirányra közelítőleg merőleges szelvények az andornaktályai II. és I. területen



11. ábra. Hosszszelvény az andornaktályai feltárásokon keresztül

A terület felépítése azonban még az előzőnél is kedvezőtlenebb volt; míg az előző területnél a tufa fölött közvetlenül agyagos-homokos fedőréteg következett, addig itt a fedőréteg alsó része még tulajdonképpen a tufás rétegsorhoz tartozik, azonban könnyűbeton készítésre agyagossága miatt alkalmatlan.

Ezen rétegek tufás homoknak, ill. tufás agyagnak minősülnek. A tufás agyag, ill. agyagos tufa a vulkáni tufa és agyag együttes ülepedéséből (esetleg összemosásából) származik. Szabad szemmel összeállónak látszik, vízbe helyezve rövid idő alatt teljesen szétmállik, legfeljebb egy-egy kis darab marad meg belőle épségben. Mikroszkóp alatt főlegyrésze a kvarc, melynek alakja is a vulkáni tufából való eredetre vall. Ezenkívül biotit, pirit, ritkán egy-egy muszkovit, augit és magnetit szemcse is észlelhető, habár mállottságuk miatt nehezen azonosíthatók.

A tufás homok helyenként kimondottan a tufából mállott homok, helyenként a tufás szerkezet még felismerhető. Vízben ez is teljesen szétázik.

A fúrások által adott földtani kép főleg abban különbözik az előző terület felépítésétől, hogy a tufa mélyebb szintekben található (9., 11. ábra). Az előző fúrásokban a jó minőségű tufa felszíne 160—170 m. A. f. körüli, addig a második terület 1. fúrásában a tufa kezdete 130 m. A. f. körül van, a 4. fúrásban 161 m. A. f. A 2. és 3. fúrás 151, ill. 171 m. A. f.-ben még el sem érte a tufát. A rendelkezésre álló feltárások alapján a hasznosítható kőzet mennyiségi becslése nem történhetett meg. A feltárások kedvezőtlen eredménye nem tette azonban szükségessé a földtani szerkezet további felderítését.

Ahogy az I. terület leírásánál a feltárásokon belül is kénytelenek voltunk vetőt feltételezni, úgy a két terület földtani felépítése közötti lényeges különbség sem magyarázható másképpen, csak egy olyan szerkezeti elmozdulással, vetődéssel, mely a két csúcs közötti vízmosás irányában nagyjából ÉNy-ról DK-re húzódik. Ez előre, külszíni szemcsevételzés alapján feltételezhető nem volt (3., 11. ábra).

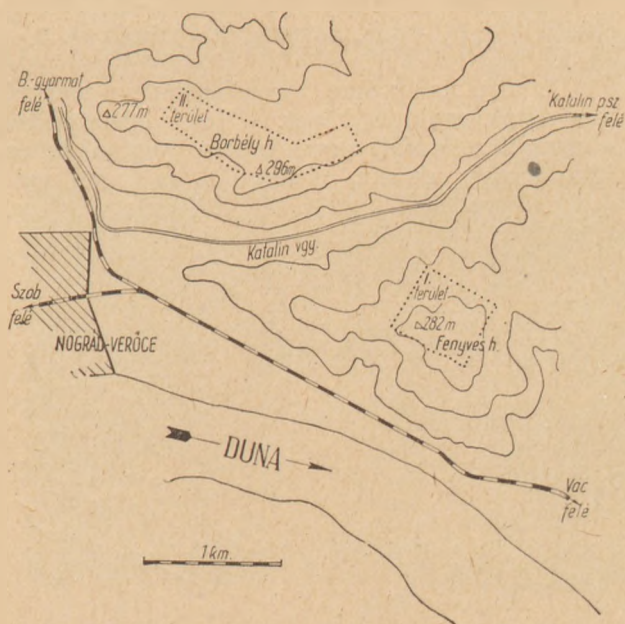
Megállapítható volt, hogy általában szőlőművelés folyik minden olyan területen, ahol a vulkáni tufa a felszínen, vagy a felszín közvetlen közelében van. A szőlővel nem művelt részekben a kutatás így kétséges.

Evvel a sajnálatos negatív eredménnyel lezárult az Andornoktályán telepítendő tufabetongyár kérdése. A vizsgált kőbányára felépítendő könnyűbetongyár nem lenne gazdaságos. Véleményünk szerint azonban e helyen még további kutatások lehetségesek. Az Eger—Füzesabony vasútvonal, tehát az ÉD-i fővölgy K-i oldalán nagy kiterjedésben ismeretes a vulkáni tufa. Azonban olyan távolságra, mely drótkötélpályával vagy keskenyvágányú vasúttal jól elérhető, csak olyan tufaelőfordulás kutatható fel, mely szőlőművelés alatt áll. A jelenlegi előírások értelmében azonban ilyen terület kőbányászat céljaira nem vehető igénybe. A völgy Ny-i oldalán, Andornoktálya felső vasúti megálló környéke még kutatásra érdemes. Itt pl. a felhagyott Ferenc-kőfejtő jó minőségű tufát tárt fel, de a szállítási viszonyok eltolódása miatt már évtizedekkel ezelőtt felhagyták. A fúrásokkal való feltárás előtt még tüzetesebb geológiai vizsgálatok is szükségesek.

Az andornoktályai feltárások kedvezőtlen eredménye után a kutatás Nógrádverőce környékére helyeződött át.

Nógrádverőce

A feltárás itt is Andornoktályához hasonlóan készült, a feltáró fúrásokat geofizikai interpoláció egészíti ki. A Földtani Intézet szakvéleménye a Fenyves-hegyet (12. ábra) jelölte a tufabázis helyéül. A Fenyves-hegy a Börzsöny hegység DK-i előhegyei közé tartozik, a vele szomszédos Borbély heggyel együtt. Felépítésükben a vulkáni törmelékes kőzetek uralkodnak. Ezek vulkáni tufák, több-kevesebb zárvánnyal (bomba, rapilli). A vulkáni tufás rétegsor összetétele változatos.



12. ábra. A nógrádverőcei kutatások áttekintő térképe

A zárványokat nem tartalmazó, ún. hamutufa fokozatos átmenetekkel kapcsolódik a hamutufát csak kötőanyagként tartalmazó vulkáni agglomerátumhoz.

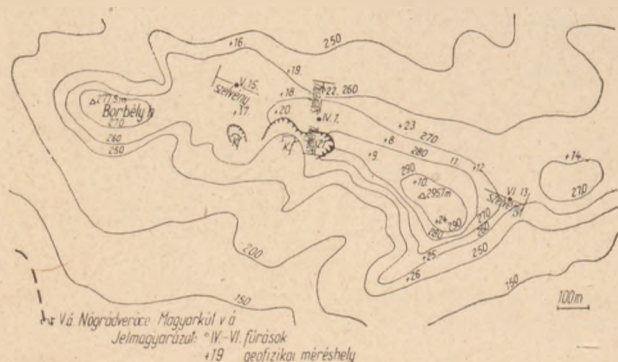
A vulkáni kőzetek sorában azonban a rétegsor helyenként más üledékes kőzetet is tartalmaz. Ilyen üledékes (édesvízi) rétegek zárták közbe a Nógrádverőcén a két világháború közötti időben művelt csekély jelentőségű széntelepet. Ezen rétegek főleg agyagos-homokos üledékek, melyek a vulkáni tufákkal együttesen leülepedve agyagos tufát, illetőleg tufás agyagot eredményeztek. A földtani képben tehát szabatosan elhatárolható rétegeket várni nem lehetett, ez a feltárások értékelése szempontjában igen hátrányos volt.

Földtani feltárások esetében általában egy-egy réteg (egyidejűleg leülepedett kőzettömeg) nagyjából azonos kőzettani összetétellel, illetőleg fizikai sajátságokkal bír. Itt azonban egymás közvetlen közelében, kimutathatóan egyidőben keletkezett azonos eredetű kőzetek is teljességgel eltérők lehetnek. A fúrásokban megütött rétegek azonosítása így sok esetben teljesen lehetetlen. A fúrómagokban felismerhető vulkáni kőzetekről sem állapítható meg mindig bizonyossággal, hogy azok vékony lávaömlésből származnak-e, vagy pedig csak egy nagyobb bomba került átfúrássra.

Az egész eddig felsorolt rétegsor a középső miocén időszakból származik. A fiatalabb kőzetek közül csak jelentéktelen mennyiségű pleisztocén lösz és jelenkori lejtőtörmelék található.

A Fenyves-hegy feltárása céljából három fúrás készült. Az első fúrás 10 m mélységig agyagot harántolva ütötte meg a tufás rétegsort, ez azonban számos rapillit tartalmazott. A 2. fúrás 1,40 m-ben már elérte a mállott tufát, de 5,60-tól szintén bombás (agglomerátos) tufát harántolt. A 3. fúrás is hasonló eredményt adott. (A kőzetek leírását a Borbély-hegyi feltárások ismertetésénél közöljük.) A Fenyves-hegy oldalában levő kis felhagyott kőfejtő is hasonló kőzetet, bombás, agglomerátos andezittufát tár fel. Itt a bombák mennyisége eléri a 8—12%-ot is, nagyságuk gyakran az 5—8 cm-t.

A területen végzett geoelektromos mérések sem adtak egységes képet. A hegy felépítésében a vizsgált mélységig ugyanis éles rétegtani határfelület vagy hirtelen kőzetváltozás nem volt, pedig a geofizikai mérések elsősorban ilyenek kimutatására alkalmasak.



13. ábra. A Nógrádverőce—Borbélyhegy-i feltárás

A feltárt és a kőfejtőből ismeretes agglomerátos andezittufa térfogatsúlya 1,84—2,00 t/m³. Ez a kőzet már nagy térfogatsúlya miatt sem alkalmas a könnyűbeton készítésére. A benne levő kisebb-nagyobb andezit darabok nagy száma szintén kedvezőtlen.

Így a Fenyves-hegy sem tekinthető kedvezőnek a tufabázis céljaira.

A kutatás további folytatására a Fenyves-hegytől a Katalinvölgy által elválasztott Borbély-hegyen került sor (12., 13. ábra), ahol a kutatást lényegesen kedvezőbb feltételek mellett lehetett lefolytatni. A Borbélyhegyen hosszan (kb. 300 m) elnyúlva egy régi, jelenleg is művelt kőbánya van, mely jó minőségű andezittufát tár fel. A tufában a rapilli igen kevés, a tufa egyenletes szövetű, fizikai tulajdonságai alapján könnyűbeton készítésére alkalmas.

A feltáró fúrásokat a Borbélyhegy gerincével párhuzamosan helyeztük el a 13. ábra szerint. A feltárandó terület itt nagyobb volt, de tekintettel a kőbánya által nyújtott feltárássra, 3 fúrás elegendőnek mutatkozott. A három fúrás közül a 4. és 5. sz. (középső és nyugati) egymással és a felszíni feltárásokkal összhangban álló eredményeket szolgáltatott, a 6. fúrás szelvénye azonban igen zavaros és a többi feltárástól elütő volt. A 4. és 5. fúrás 14—15 m mélységig andezittufás agyagot harántolt, ezalatt 5, ill. 10 m vastagságú mállott andezit-láva padot fúrt át. A fúrólyuk legmélyén foglalt helyet a felszíni feltárásból ismert andezittufa, 19-, ill. 30 m mélységben.

A 6. fúrás éles határok nélküli rétegsora agyagos andezittufából, illetőleg andezittufás agyagból áll. A homok és kavics tartalom változó, helyenként jelentékeny, az andezitrapilli kevés, a fúrás talpán 30 m körül azonban gyakori. Itt olyan homokot, illetőleg homokkővet és konglomerátot hozott fel a fúró, mely vízi eredetű, a benne lévő szemek legömbölyödöttek, más jellegűek, mint a vulkáni törmelék. A tufa közé lerakódott édesvízi üledékek mélyebb szintben széntelepet is tartalmaznak. Ez a rétegsor ahhoz hasonló, de kb. 30 m-rel magasabb szintben van, mint a széntelepes rétegsor.

A feltárt kőzetek a következők:

1. Andezit. Mállott amfibolandezit, mely külső megjelenésében hasonlít a tömöttebb tufához. Kőzettani tulajdonságai mellett azonban nagyobb térfogatsúlya (2,0—2,2 t/m³) is megkülönbözteti attól. Szabad szemmel mállott, fehér plagioklász földpátot, kevés amfibolt és 1—2 fakult biotitot lehet benne felismerni.

Mikroszkóp alatt igen mállott, (14. ábra), üveges alapanyagban plagioklász, biotit, és amfibol kristálykák figyelhetők meg rossz megtartási állapotban. Az elegyrészek nagysága és aránya:

Mennyiség, %	Nagyság, mm	
Plagioklász földpát	22	0,1—0,5
Amfiból	13	0,2—0,4
Biotit	3	0,1—0,3
Alapanyag	62	



14. ábra. Mállott amfibólandezit mikroszkópi képe
(a téglalap valóságos hossza 2,5 mm)



15. ábra. Jó minőségű andezittufa mikroszkópi képe
(a téglalap valóságos hossza 2,5 mm)

A kőzet a vulkáni tufás rétegsoron települ.

2. Andezittufás rétegsor. Andezittufa, agglomerátos andezittufa, andezittufás agyag, agyagos andezittufa, ez utóbbi belemosott homok és kavics szemcsékkel.

Ezen kőzettípusok egymástól határozottan el nem választhatók, egymáshoz fokozatos átmenetekkel kapcsolódnak. Így az agglomerátos andezittufa kötőanyaga, valamint az andezittufa (hamutufa) kőzettilag is teljesen azonos, a két kőzet között kizárólag a vulkáni bombák (rapillik) mennyiségében van különbség.

A) Andezittufa. Szürke színű, porfiros szövetű, nagy hézagterefogatú, kis térfogatsúlyú kőzet. Szabad szemmel horzsakövek, helyenként kaolinos zárványok, ezen kívül plagioklász, biotit és amfiból kristályok észlelhetők, ritkák az 1—2 cm-es rapillik. Mikroszkópi vizsgálat alapján a kőzetben lévő zárványok amfibólandezitnek határozhatók meg, csak elvétve észlelhető egy-egy piroxénamfibólandezit. Az andezitek sokszor üveges szövetűek. A vulkáni tufa szövete porfiros (15., 16. ábra), az alapanyag üveges és laza. Benne néhány plagioklász-földpát-léc, valamint magnetitszemcse ágyazódott be. Porfiros kiválások a következők:

1. Plagioklász-földpát. Zónás, ikerlemezes

kristályok, kioltásuk alapján andezin, labrádorit összetételűek. Az ásványokban gyakori az üveg-zárvány.

2. Amfiból. Igen pleokroós barnászöld színű kristályok, helyenként mállottak, legtöbbször azonban üdék.

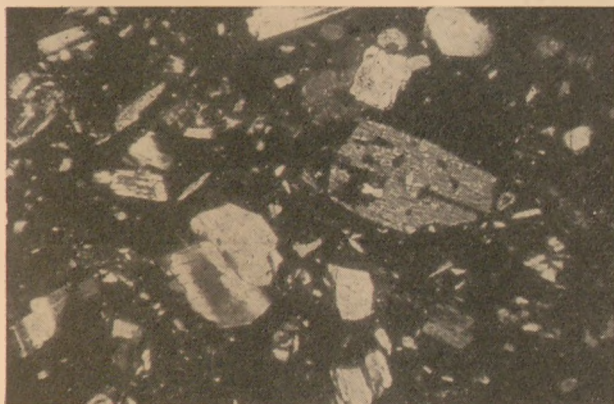
3. Biotit. Szembetűnő határozott pleokroizmusa, üde, az amfibólnál általában ritkább elegyrész.

4. Kvarc. Ritka ásvány, apró szemcsékben, néha csoportokban.

A fenti elegyrészek megoszlását az alábbi táblázat tartalmazza:

Mennyiség, %		Nagyság, mm
Plagioklász-földpát	24	0,1—1,1
Amfiból	7	0,1—0,9
Biotit	4	0,1—0,7
Kvarc	Nem jellemezhető	kb. 0,01
Alapanyag	65	—

A kőzet biotitos amfibólandezittufa helyenként a biotit túlsúlyával (amfibólos biotitandezittufa).



16. ábra. Jó minőségű andezittufa mikroszkópi képe
(a téglalap valóságos hossza 2,5 mm)



17. ábra. Legömbölyödött, bemosott szemcse (átalakult kőzet törmeléke) az agyagos andezittufában. (A téglalap valóságos hossza 2,5 mm)

A kőzet átlagos kőzettechnikai tulajdonságai:

	Átlag	Minimum	Maximum
Térfogatsúly, t/m^3 ...	1,60	1,54	1,68
Nyomószilárdság kg/cm^2	102	80	106

B) *Agglomerátos andezittufa*. Az előbbi kőzettől nagyobb mennyiségű vulkáni bomba (rapilli) tartalom különbözteti meg. Ezek az előbbieket szintén is főleg amfiból és biotitandezitek, ritkább a piroxén (piroxénamfiból) andezit. Szürkék, vagy vörös színűek. Nagyságuk a néhány cm-től a több m^3 -es nagy tömbökig terjed. Leggyakoribb a 3—5 cm-es nagyság. Térfogatsúlya 1,9—2,1 t/m^3 . A kívánt célra fel nem használható.

C) *Agyagos andezittufa* andezittufás agyag, helyenként bemosott kavics és homokszemcsékkel. Az andezittufa és agyag együttes leülepedése során keletkezett ez a kőzetsorozat. A két összetevő változása, valamint a külső körülmények miatt ingadozó tulajdonságú kőzet. A rétegsorban legömbölyödött nem vulkáni eredetű kavics (17. ábra) és homokszemcsék is résztvesznek (nagyságuk 1—5 mm). Helyenként feldúsulva, agyagos kötésű homokkővet, ill. konglomerátot alkotnak. Ezek kötőanyaga agyagos tufa. Vízben hamar szétázik, könnyűbeton készítésre alkalmatlan.

A 4. és 5. fúrásban a feltárások kimutatták a használható jó minőségű tufát. A geofizikai mérések hivatottak voltak ezen eredményeket kiegészíteni. A geoelektromos mérések 60 m-re hatoltak le 20 mérőállásban (18, 19. ábra).

A geoelektromos mérések is zavart jeleztek a hegy K-i gerincén a 4. és 6. fúrás közötti részen. Így csak a 4. és 5. fúrás közötti terület feldolgozása volt egyértelműen lehetséges. A feltárások és geofizikai eredmények alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a rétegek É- felé, tehát a hegy belseje felé

dőlnek. A jelenlegi bányaudvarról tovább folytatva a művelést, az fokozatosan gazdaságtalanná válna az egyre vastagodó fedőréteg miatt. Ez a fedőréteg elég szilárd andezit, nyomószilárdsága 350—600 kg/cm^2 .

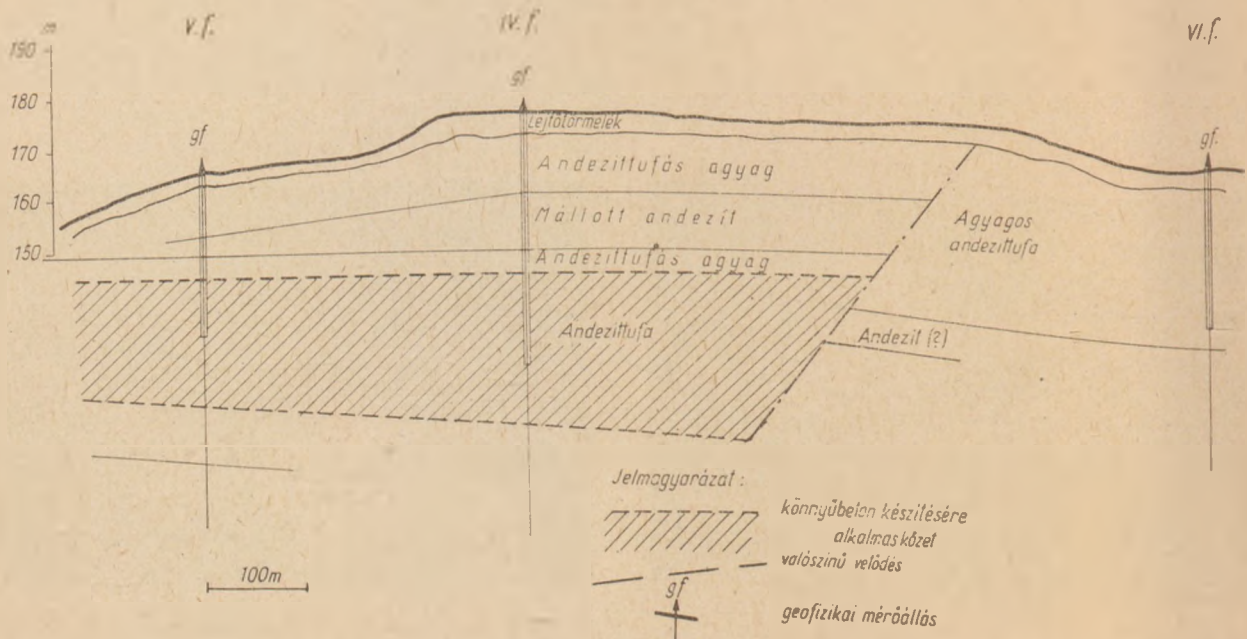
A fúrások nem hatolhattak le nagyobb mélységre, a geoelektromos feltárások szerint azonban a használható egységes tufaréteg csak 20—25 m vastagságú és ez alatt más elektromos tulajdonságokkal rendelkező réteg mutatható ki.

A fejtés során tehát a tufa dőlését is követni kellene, ha teljesen ki akarnánk használni a kőzetet. Így a bányaművelés költsége megnövekedne. Már 5—6 évi üzemeltetés után előrehaladna annyit a bányafal, hogy 1 m^3 jó minőségű andezittufa kb. $2/3 m^3$ meddő fedőanyag letakarítását igényelné. Így nyersanyagházis céljaira ez a terület sem gazdaságos.

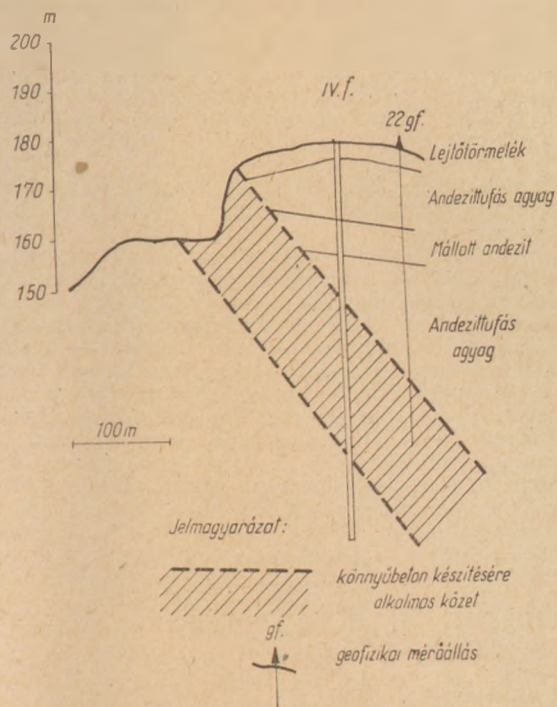
A geoelektromos feltárások értékelése

Bár a fenti két terület megkutatása sajnálatos módon negatív eredménnyel járt, nem volt hiabavaló, mert ki lehetett dolgozni a geoelektromos berendezések használhatóságát, felszín-közel nyersanyagkutatásnál.

A geoelektromos mérések eredménye a mérés-hely alatti kőzetek ellenállásgörbéje. A görbék lefutása, irányváltozása és egyéb alaki tulajdonságai alapján lehet a földtani-kőzettani felépítésre következtetni. A görbék értékelésénél nehézséget jelent az, hogy az azonos típusú kőzetek nem szolgáltatnak mindig azonos jellegű görbéket. Más az eredmény, ha agyag alatt, vagy andezittufa alatt mutatjuk ki a kérdéses kőzetet, pl. andezitot. Megváltoztatja a képet a talajvíz jelenléte is. Az értékelő feladata az, hogy a görbék irányváltozása alapján — többé-kevésbé szubjektíven — megállapítsa a kőzetek jellegében bekövetkezett



18. ábra. A Nógrádverőce—Borbélyhegy-i kutatás hosszszelvénye



19. ábra. Keresztszelvény a nógrádverőcei Borbélyhegyen, közelítőleg dőlésirányban

változást. Ezen határok kijelölése azonban nagy gyakorlatot igényel. Még nehezebb feladatot jelent, két mérési helyen felvett rétegszelvény összehasonlítása, a határvonalak behúzása éppen az említett bizonytalanságok miatt. Ezekből látszik, hogy a geoelektromos módszer bonyolult esetben bázisfúrások esetén sem alkalmazható teljes bizonyossággal.

Egészen más azonban a helyzet, ha földtanilag feldolgozott feltárásokat egészítünk ki geoelektromos mérésekkel egységes felépítésű területen, vagy pedig a helyzet nem bonyolult.

Az andornaktályai feltárásnál lényegében csak két kőzet határfelületét kellett megadni. A vulkáni tufa és az agyagos fedőréteg eltérő elektromos sajátságúak. A két kőzet határfelülete a fizikai tulajdonságok szempontjából is határfelület volt.

Itt a mérési eredmények kiértékelése alapján a földtani feltárástól függetlenül is megkaptuk a határfelület szintvonalas térképét, mely jól egyezett a fúrási adatokkal is.

Nógrádverőcén a fenyveshegyi feltáráshoz tartozó geoelektromos szelvények nem voltak kellőképpen értékelhetők. Éles határfelületet a fúrásokban sem észleltünk.

A Borbély-hegy területén a geoelektromos mérések hasznosan egészítették ki a feltárásokat. Az igen zavart rétegsorú 6. fúrás környékén a geoelektromos mérések is zavart jeleznek. A kőbánya közelében a fúrások és a geoelektromos görbék egyöntetűen megállapították a nagyobb vastagságú fedőréteget. Kizárólag geoelektromos úton mutattuk ki a jó minőségű tufaréteg alsó határát, amit később helyszíni megfigyelések erősítettek meg, mivel a fúrások ilyen mélyre nem hatoltak le.

Ez magyarázza egyszersmind azt is, hogy az igen régóta működő tufabányák ezen a szinten ütötték meg a hegyet.

Megállapítható tehát, hogy a geoelektromos berendezések önmagukban alig alkalmazhatók biztonságosan. Igen jól használhatók ott, ahol két eltérő tulajdonságú kőzet határfelületét kell kimutatni, vagy ha kellőszámú közvetlen feltárás adatait kell interpolálva kiegészíteni. Összehasonlító bázisul fúrás lemélyítése mindenképp szükséges.

Összefoglalás

A két terület mérnökgeológiai vizsgálata a felhasználás szempontjából negatív eredményt szolgáltatott. Az egész munka hasznosnak nevezhető azonban, mert eredményeit a további feltárásoknál alkalmazni tudjuk:

1. Mérnökgeológiai vizsgálatoknál az eddigiekénél is jobban kell ügyelni a gazdaságosság kérdésére. A fedőréteg vastagsága miatt mindkét kőbánya termelése gazdaságtalan lenne.

2. Telepítési javaslatnál mindig először a geológiai viszonyokkal kell foglalkozni.

3. A kőzettani vizsgálat mellett, gyors kőzetazonosításként a térfogatsúly értéke jól felhasználható volt, a nyomószilárdság mérőszáma ilyen célra egyáltalán nem alkalmas.

4. A geofizikai (geoelektromos) kutató módszerek egyszerűbb esetben jól felhasználhatók. Bonyolultabb földtani felépítés esetén azonban más feltárások kiegészítéseként is bizonytalanok.

Hazánk területe igen gazdag vulkáni tufákban. Két területen végzett vizsgálatok kedvezőtlen eredményei egyáltalán nem jellemzők a magyar tufabetongyártás jövőjére. Amennyiben kormányzatunk továbbra is tervezi tufabetongyárak építését, úgy alapos geológiai tanulmányozás után bizonyára lehetséges olyan helyek felkutatása, ahol a vulkáni tufa megfelelő mennyiségben és minőségben, gazdaságosan kitermelhetően áll nép-gazdaságunk rendelkezésére.

Köszönetet mondok dr. Papp Ferenc professzornak, hogy a munka elvégzésében tanácsaival irányított, az ÉM. Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnak és mérnökeinek, Horváth Lajosnak, Litvai Tamásnak és Úrhegyi Lászlónak, hogy adataikat, illetve a geofizikai mérésekre vonatkozó eredményeiket és a mérések leírását rendelkezésünkre bocsátották.

IRODALOM

- Schafarzik F.: Magyarország kőbányái. Bp. 1904.
 Schröter Z.: Eger környékének földtani viszonyai. Földt. Int. Évi Jel. 1912.
 Papp F.: Termésköveink előfordulása és hasznosíthatósága. Bp. 1943.
 Jugovics L.: A vulkáni tufák, mint építőközetek. „Építőanyag” 1954.
 Jugovics L.: A könnyűbeton készítése, alkalmas vulkáni tufa lelőhelyek vizsgálata — kézirat. 1957.
 Újhelyi J.: A tufa építőipari felhasználása. „Építőanyag” 1956.

Kertész Pál: Vulkáni tufa mérnökgeológiai feltárása Andornaktályán és Nógrádverőcén.

Építőiparunk hatalmas programja és főleg a lakás- és mezőgazdasági építkezések nagy falazóanyagszükséglete súlyos feladatot ró építőanyagiparunkra. Gazdaságos megoldást — többek között — a jelentős szén- és munkaerőmegtakarítással járó, könnyű falazóblokkok nagyüzemi előállításától várunk. A hazánkban bőségesen előforduló tufaközetek természetes alapanyagbázisul kínálkoznak a könnyű falazótömbök gyártására. Jelen közlemény két tufaelőfordulás mérnökgeológiai feltárását ismerteti. Bár ezek a kutatások negatív eredménnyel jártak, mégis rendkívül tanulságosak, mert betekintést nyújtanak a magas színvonalú kutatómunka módszereire és nehézségeire.

Пал Кертеш: ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА ВУЛКАНИЧЕСКОГО ТУФА В ГГ. АНДОРНАКТАЙА И НОГРАДВЕРОЦЕ.

Необходимость в кладочных материалах в области жилищного и сельскохозяйственного строительства ставит большую задачу перед строительной промышленностью. Экономическое решение обозначает в частности крупное производство легких стеновых блоков с экономией значительного количества угля и рабочей силы. Базой исходного материала для производства легких стеновых блоков служат отес-

ченные богатые месторождения туфовой породы. Настоящее сообщение излагает инженерно-геологическую разведку двух туфовой месторождения. Независимо от отрицательных результатов этих исследований они являются весьма поучительными, потому что указывают на методы и трудности исследовательской работы высокого уровня.

Pál Kertész: Die technisch-geologische Aufschliessung der vulkanischen Tuffsteine in Andornaktálya und Nógrádverőce.

Das mächtige Programm unseres Baugewerbes und hauptsächlich der grosse Baustoffbedarf der Wohn- und Landwirtschaftsbauten stellen unsere Baustoffindustrie vor schwere Aufgaben. Wir erwarten eine ökonomische Lösung — unter anderem — aus der grosstechnischen Herstellung von leichten Mauerblöcken, was bedeutende Kohlen- und Arbeiterkraftersparnisse mit sich bringt. Die grossen Mengen von Tuffsteine in Ungarn bilden hierzu natürliche Rohstoffbasis. Der Aufsatz behandelt die technisch-geologische Aufschliessung von zwei Tuffvorkommen. Die Schurfarbeiten ergaben negative Resultate. Trotzdem sind sie sehr aufsehensreich, da sie Einsicht in die Methoden und Schwierigkeiten einer wertvollen Forschungsarbeit gewähren.

Megjelent

ERDŐS ANDOR—JAKAB ÁRPÁD—SOMOGYI IMRE:

Szerelvénykönyv műszaki adatok és mérések 2. javított kiadás

A szerelvénykönyv katalógus, mely tárgyalja a hazánkban jelenleg tömegcikként gyártott szerelvényeket. Közli, hogy a szerelvényeket mire lehet használni, milyen anyagokból készíthik, milyen gyári jelölések találhatók rajta, melyik vállalat gyártja és milyen megnevezéssel kerül forgalomba.

A katalógus az építésügyi, tanácsai, kohó- és gépipari, a közlekedési és vegyipari épületgépészeti berendezésekkel foglalkozó szakemberek (tervezők, mérnökök, anyagbeszerzők stb.), továbbá népgazdasági szinten tervező gazdasági szakemberek részére készült.

500 old. ára kötve: 62,— Ft

Fenti könyvek megrendelhetők, ill. beszerezhetők az Állami Könyvterjesztő Vállalat Könyvesboltjaiban

Szakkönyvesbolt:

Műszaki Könyvesbolt, Budapest, VII., Lenin körút 7

Technikus Könyvesbolt, Budapest, XI., Bartók Béla út 25

AZ ÉPÍTŐ ÉS ÉPÍTŐANYAGIPARI KUTATÓK BUKARESTI KONFERENCIÁJÁN, 1958. MÁJUS HAVÁBAN ELHANGZOTT ELŐADÁS KIVONATOS ISMERTETÉSE

Könnyű adalékok és ezekkel gyártott falazóanyagok

ABRAMOVICI, S. mérnök

Az építkezések gyors üteme új építőanyagok termelését követeli meg. Ezeknek a következő igényeket kell kielégíteniük: minél kisebb súly, minél jobb hőszigetelés és végül minél alacsonyabb önköltség. Ezeknek a kívánalmaknak a kielégítéséhez vezető egyik út a könnyű adalékok alkalmazása.

A Román Népköztársaság második öt éves terve a falazóanyagok termelésének nagy mennyiségi növelése mellett a jó műszaki tulajdonságokkal rendelkező és hatékony építőanyagok hányadának nagymérvű növelését írja elő; ezek: betonblokkok, különösen természetes és mesterséges könnyű adalékokkal készült betonból, porózus mészhomok blokkok homokkal, hőerőműhamuval és nagyolvasztósalakkal, mint alapanyaggal.

Az ilyen termékek előállításában a lemaradás nagy, elég megemlíteni, hogy 1954-ben a NDK-ban közel 40%-a, az USA-ban több mint 60%-a a falazóanyag-termelésnek könnyű adalékkal készült.

I. Természetes és mesterséges könnyű kőzetek kutatása

Osztályozás:

— nehéz, ha térfogatsúlya több, mint 2000 kg/m³,
— közepes, ha térfogatsúlya 1500—2000 kg/m³,
— könnyű, ha térfogatsúlya 1000—1500 kg/m³,
— nagyon könnyű, ha térfogatsúlya kisebb, mint 1000 kg/m³. Ezeknek az anyagoknak a porozitása általában magas (35—60%) és jó hőszigetelő. A Kutató Intézet vizsgálat tárgyává tett egy sor ilyen anyagot, és pedig:

1. Természetes könnyű anyagok: kovaföld, andezit-tufa, bazaltsalak.

2. Mesterséges könnyű anyagok: szénsalak, duzzasztott salak, granulált salak, duzzasztott agyag, égetett meddő.

A szénsalak rostélyon elégetett szénből képződő ipari selejtermék.

Összetétele kb.:

— tulajdonképeni salak (30—70 százalék), a szén zsugorodásig égetett ásványi része;

— szén a tökéletlen égés következtében (15±6%);

— kőzetmaradványok (3—25%), melyek a meddőt képezik;

— sók, szulfátok, kalcium- vagy magnéziumoxid;

— hamu (a salak finom része).

A szén kitermelésekor agyagos meddőrétegekre bukkannak. Ha ezek még

tartalmazzak bizonyos mennyiségű szenet, akkor a hányón öngyulladás következhet be, a szén kb. 800 C° hőmérsékleten elég és égetett meddő képződik. Tartalmazhat el nem égett szenet, kiégetlen agyagot, kalcium- és magnéziumoxidot és a kén sóit.

A nagyolvasztósalak ugyancsak ipari selejt, a vasérc olvasztásakor, mint melléktermék jelentkezik. Komplex szilikátok olvadéka.

A granulált salakot úgy nyerik, hogy az olvadt salakot 5—10% víz jelenlétében hűtik olyan berendezésben, melynek főrése egy ketős fenekű vályú. Ezen keresztül nyomással áramoltatják a vizet.

Duzzasztott salak. Úgy képződik, hogy a folyékony, forró salakot igen kis mennyiségű vízzel kezelik. A víz gőzzé válik és hirtelen terjeszkedve felduzzasztja a salakot.

Duzzasztott agyag. Ha az agyagot kb. 1200 C°-on égetik, vastrioxid-tartalma magnetit (FeO·Fe₂O₃) módosul oxigén felszabadulása mellett. Ha a duzzasztott agyagot forgókemencében folyamatosan gyártják, különböző méretű, szferoid szemcsékben nyerik. Tábori kemencében égetve nagyobb darabokban, blokkokban is előállítható. A forgó kemencés égetést a Kutató Intézetben, a tábori kemencést pedig az egyik téglagyárban kísérletezték ki.

A Román Népköztársaságban elegendő könnyű természetes kőzet áll rendelkezésre, a mesterséges könnyű adalékok gyártása ugyancsak kielégítő mértékben oldható meg.

II. Könnyű kőzetek vizsgálata

a) Vegyi összetétel.

A természetes kőzetek oxidos összetétele hasonló egymáshoz. A fő alkotórészüket a kvarc, melynek csak igen kis hányada aktiválható. Kisebbségi mennyiségben található bennük mészkő, alumíniumoxid, magnéziumoxid, vasoxid, alkáliák. Kivétel a nagyolvasztósalak, mely nagyobb mennyiségű CaO-t tartalmaz.

A megvizsgált természetes és mesterséges kőzetekben általában nem találtak káros alkotórészeket, kivéve a szénsalakot és az égetett meddőt, melyekben elégetlen szén, ki nem égetett agyag, szabad mész- és magnéziumoxid, kénvegyületek lehetnek, melyek a betonban levő sókkal reakcióba lépve térfogatváltozást okozhatnak.

b) Fiziko-mechanikai jellemzők.

A vizsgált kőzetek legfőbb tulajdonsága a nagy porozitás. Ennek folytán:

— látszólagos fajsúlyuk kb. 50%-kal kisebb, mint az abszolút fajsúlyuk (nehéz anyagoknál a különbség jelentéktelen),

— nyomószilárdságuk víztelenített állapotban a nehéz kőzetekkel szemben $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ lágyulási együtthatójuk viszont sokkal nagyobb (Részaráz/Réltett).

Ebből a szempontból el kellene készíteni a kőzetek osztályozási normáját, melyet az alábbiak szerint javasol:

Látszólagos fajsúly kg/m ³	Kőzet kategóriája
< 1000	nagyon könnyű
1000—1500	könnyű
1500—2000	közepes
> 2000	nehéz

A bazaltsalakon kívül az összes megvizsgált kőzetek a könnyű kategóriához tartoznak. A bazaltsalak közepes fajsúlyú.

Nyomószilárdságuk száraz állapotban kb. egyforma, víztelített állapotban, — ami inkább megfelel az alkalmazás szerinti igénybevételnek, — jobban differenciálódnak. A legkisebb a kovaföld szilárdsága.

A mesterséges kőzetek porozitása kisebb, mint a természeteseké és ami fontos, kisebb a vízfelvevőképességük. Legkevésbé előnyös ebből a szempontból a kovaföld, mely alig rendelkezik zárt pórusokkal. A zárt pórusok tekintetében a kutatók véleménye nem egyezik. Egyesek tagadják a zárt pórusok létezését és a kisvízfelvételt a kis pórusok kapilláris tulajdonságával magyarázzák, vagyis azzal, hogy ezekbe a víz normális nyomás és hőmérséklet mellett nem képes behatolni.

III. Könnyű adalékanyagok vizsgálata

a) Fiziko-mechanikai jellemzők.

Legtöbbszörük valamely kőzet aprítása útján nyerik. Érdes és porózus szerkezetűek. Pórusaik nem kicsik és egyenletesek, mint ahogyan az kívánatos lenne, 0,5—5 mm-ig változnak. A nagy pórusok lehetővé teszik az áramlást és konvekciót, ezért hátrányosan befolyásolják a λ-t.

A könnyű aggregátumok zöme a „könnyű” kategóriába sorolható és eléggé homogén. Legkönnyebb a kovaföld és a szénsalak, legnehezebb a granulált salak és az égetett meddő.

A könnyű adalékok likacsai általában valamivel nagyobbak, mint a nehezeké, sokkal nagyobbak a duz-

zasztott agyagnál, az andezittufánál és a bazaltsalaknál. Lényeges a különbség a vízfelvétel tekintetében. A következő osztályozást javasolja:

— 20% alatti vízfelvétel: duzzasztott agyag, égetett meddő, bazaltsalak;

— 20% fölötti vízfelvétel: nagyolvasztó salakok, szénsalakok, andezittufa és kovaföld.

A kovaföld látszólagos porozitása a legnagyobb (40—50%), a duzzasztott agyag a legkisebb (5—12%). Minden kísérletnél a közet a víz 70—80%-át már az első néhány órában felvette.

Agregátum	Vízfelvétel %		
	1	2	3
	óra alatt		
Duzzasztott agyag	9	10	11
Duzzasztott salak	23	24	25
Andezittufa	16	19	24
Bazaltsalak	8	9	12

A könnyű adalékok fagyállósága egyenesen arányos a látszólagos porozitással. A 20% vízfelvétel alattiak 15—25 fagyasztással szemben ellenállóak, a 20% vízfelvétel fölöttiek csak 10—15-szöri fagyasztást bírnak ki. A kovaföld és a szénsalak igen nagy vízfelvévőképessége következtében csak 5—7-szeri fagyasztásnak áll ellen.

A természetes és mesterséges könnyű aggregátumok — a duzzasztott agyag kivételével — legalább 40% 0/7 méretű szemcsét tartalmaznak. Legjobb szemcseeloszlása a bazaltsalakoknak van, legrosszabb a szénsalaknak és a granulált salaknak.

b) Műszaki feltételek.

A könnyű adalékokkal szemben támasztott követelmények általában lazábbak, mint a nehezeknél. Például a humusz jelenléte nem okoz zavart, a könnyű adalékokkal készült betonoktól nem kívánnak olyan szilárdságot, mint a nehéz betonoktól. A könnyű adalékokra előírt feltételek inkább a káros alkotórészekre korlátozódnak:

1. ne tartalmazzanak elégtelen agyagot és szabad CaO-t vagy MgO-t;

2. az elégtelen szén határértéke: — égetett meddőnél maximum 4%.

— szénsalaknál maximum 10%,

3. SO₃-ban kifejezett kén határértéke:

— égetett meddőnél maximum 3%, — szénsalaknál maximum 4%.

4. Oldható szulfátok határértéke bármely könnyű aggregátumnál maximum 10%.

Ha az aggregátumok nem felelnek meg a fenti követelményeknek, minőségüket meg lehet javítani:

1. 2—3 havi tárolás és 1—2 heti mosás után az oldható sók távoznak, a CaO és MgO hidrátál.

2. A %-os elégtelen széntartalom csökken, ha:

a) eltávolítjuk a 0/7 szemcse-frakciót, amely az elégtelen szén zömét tartalmazza,

b) bányahomokot adagolunk, amikor az össz mennyiség növelése folytán csökken a szén %-os mennyisége.

A kérdés egészét tekintve, a megvizsgált aggregátumok az alábbi következtetések levonására jogosítanak fel:

1. A természetes és mesterséges könnyű adalékok, könnyűek, nem reakcióképesek, fagyállóak (egy kivétellel), eléggé szilárdak; várható tehát, hogy a felhasználásukkal készült beton jó minőségű lesz.

2. Nem mutatkoznak a könnyű adalékok között olyan különbségek, melyek a kategóriák valamelyikének különös előnyeire utalnának.

IV. Természetes és mesterséges könnyű adalékanyagokkal készült betonok

a) Osztályozás.

A beton nagyon könnyű, ha látszólagos fajsúlya < 1000 kg/m³,

— könnyű, ha látszólagos fajsúlya 1000—1700 kg/m³,

— közepes, ha látszólagos fajsúlya 1700—2000 kg/m³,

— nehéz, ha látszólagos fajsúlya 2200—2500 kg/m³.

A fenti határokat megkötött, tehát 28 napos betonokra vonatkoztatják.

Osztályozás felhasználás szerint:

— szigetelő betonok, ha $\lambda \leq 0,3$ kcal/m, °C és szilárdságuk ≥ 5 kg/cm²,

— szilárd szigetelő betonok, ha $\lambda \leq 0,65$ és szilárdságuk ≥ 20 kg/cm².

Szerkezetük szerint a betonokat pusztán szemrevételezés alapján osztályozzák „tömör”, „féltömör” és „makropórusos” csoportokba. Helyesebb lenne tömör és makropórusos csoportok alkalmazása a porozitás mértéke szerint. Az osztályozás még így is szubjektív és javasolja, hogy annak alapjául vegyék a beton likacsainak térfogatát (Vg%), javasolja továbbá a következő csoportokat:

A beton likacsainak térfogata % A beton szerkezete

≥ 18	makropórusos
3—18	féltömör
≤ 3	tömör

A beton likacsainak térfogat-%-át a következő egyenlet fejezi ki:

$$V_g = (1 - V_p/100)$$

V_p a könnyű beton likacsok nélküli alkatrészeinek térfogata.

$$V_p = \left(\frac{C'}{\gamma_c} + \frac{A_{g1}}{\gamma_{A_{g1}}} + \frac{A_{g2}}{\gamma_{A_{g2}}} + A_f \right),$$

ahol γ_c , $\gamma_{A_{g1}}$ és $\gamma_{A_{g2}}$ a cement, a könnyű adalék és a nehéz adalék mennyisége, kg/m³-ben.

C' A_{g1} és A_{g2} a fentiek látszólagos fajsúlya kg/m³-ben,

A_f = a keverővíz végső mennyisége liter/m³: A_f = A_i — A_a.

A_i = a keverővíz kezdeti mennyisége,

A_a = a könnyű aggregátumok által a keverés kezdetén felvett vízmennyiség, mely a teljes víztelítettséghez felvett mennyiség 70—80%-a.

A betonszerkezet szemrevételezésével és a fenti eljárással végzett meghatározása között teljes összhangot állapítottak meg.

b) A könnyű beton alkatrészeinek hatása annak tulajdonságaira.

A könnyű adalékok általában nagyobb likacs térfogata több finom szemcse alkalmazását teszi szükségessé, hogy tömör szerkezet jöjjön létre. Hasznosan jelentkeznek, — bár kis mértékben, — a finom rész hidraulikus tulajdonságai.

Az adalék és a cementpép nagy fajsúlykülönbsége miatt az ülepedés veszélye szállítás közben is, bedolgozás közben is fennáll. A könnyű adalék érdessége miatt a beton megmunkálása nehezebb. Több keverővíz kell hozzá, mert kompenzálni kell azt a vízmennyiséget is, amit az adalék felvesz. A nagy porozitás miatt a cementszükséglet is magasabb. Ugyancsak a nagy porozitásnak tudható be, hogy a szemcsék alakja kevésbé fontos, mint a nehéz betonoknál. Ezt kísérlet sorozatokkal igazolták. Ebből a szempontból a könnyű betonok előnyösebbek, mert az adalék osztályozása felesleges.

A könnyű betonoknál a vízcement tényező bizonyos határok közötti növekedése nem befolyásolja a szilárdságot, tehát a vízcement tényező törvényszerűségei nem alkalmazhatók a könnyű betonokra. Csak olyan nagy mennyiségű víz csökkenti a szilárdságot, melynek feleslegét a könnyű adalékanyag likacsai már nem képesek felvenni.

c) A könnyű beton készítésének technológiája.

Egyes kutatók a könnyű adalék előzetes nedvesítését ajánlották, mert azt hitték, hogy a kezdeti nagy vízfelvétel hátrányosan hat a cement hidratálására. Mások az adalékok száraz felhasználását javasolják, mert úgy gondolják, hogy a víz gyors felszívása a kapillárisokba a cementpép és az adalék közötti jó adhéziót segíti elő annak következtében, hogy a betont automatikusan légteleníti. Ilyen irányú kísérletek azonban azt bizonyították, hogy — legalább is laboratóriumi viszonyok között — a beton szilárdsága nem változott, ha száraz vagy nedves adalékkal készült. A bedolgozás időtartamának rövidebbnek kell lennie, mint a nehéz betonoknál, mert az adalékok által felvett vízmennyiség rontja a megmunkálhatóságot.

Ha a bedolgozásnál vibrátort alkalmaznak, akkor a vibrálás ideje legyen rövid, az ülepedési veszély miatt. Nagyobb frekvenciájú, kisebb amplitúdójú vibrálás szükséges, mint a nehéz betonoknál. A vibrosajtók alkalmazása igen indokolt.

d) A könnyű betonok tulajdonságai.

1. Makropórusos betonok

Előállításukhoz az adalékokból el kell távolítani teljesen a 0/3 vagy a 0/7-es frakciót. Az építkezésen ez

költséges, mert vagy előzetesen meg kell szárítani az adalékokat, vagy víz-áramban kell rostálni. Nedves állapotban rostálják, így pedig a fenti frakciók teljes eltávolítása nem lehetséges. A kísérletek azonban azt mutatták, ha 10% nedvességtartalmú könnyű adalékok 7 mm-es szitán rostálnak, akkor marad ugyan a rostán 10—20% 0/7-es frakció, ennek ellenére az így készített beton makropórusos. Ez előnyös, mert elmarad a szárítás, a kis lyukbőségű szitán való rostálás és az anyag nem használható hányada ezáltal kisebb. A finomszemcsés frakció teljes eltávolítása ellen szól az a kísérlet, amely bizonyította, hogy kevés homok adagolása a beton szilárdságát és fagyállóságát növeli, miközben a zsugorodás alig változik.

A makropórusos betonok könnyűek, függetlenül az alkalmazott adalékanyagtól.

A mechanikai szilárdság és adalékanyag szilárdságától és súlyától, valamint annak vízfelvévőképességétől függ.

Ezeknél a betonoknál a hajlítási és nyomási szilárdság viszonya $1/3—1/4$, tehát jobb, mint a nehéz betonoknál, ahol ez a viszony $1/3—1/6$.

A száradási zsugorodás teljes összehangban van az adalékok vízfelvévőképességével:

— a 20%-nál kevesebb vizet felvévő adalékokkal készült makropórusos betonok zsugorodása 0,15—0,25 mm/m,

— a 20%-nál több vizet felvévő adalékokkal készült makropórusos betonok zsugorodása 0,25—0,50 mm/m. Kivételt képez az égetett meddővel készült beton, ahol az adalék tömörebb és a zsugorodás nagyobb.

A fajlagos hővezetőképességet tekintve, csak a szénsalakkal, duzzasztott agyaggal és a forgókemencében duzzasztott agyaggal készült betonok mondhatók hőszigetelőeknek ($\lambda \leq 0,3$). Általában a fajlagos hővezetőképesség arányos a beton térfogat súlyával: ha $\gamma = 1000—1200$, akkor $\gamma = 0,20—0,30$ kcal/m, °C, ha $\gamma = 1300—1400$, akkor $\lambda = 0,20—0,35$ kcal/m, °C.

A könnyű betonok általában fagyállóak, kivéve a szénsalagos és kovaföldes betont, mely adalékok nagy vízfelvétele miatt a beton fagyállósága csökken.

2. Féltömör betonok

A „féltömör” szerkezet a makropórusosból kiindulva úgy érhető el, ha a cementadagolást növeljük (kb. 50 kg/m³), egyidejűleg az adalékok finomszemcsés részét is növeljük. Gazdaságossági szempontból meg kellett állapítani, hogy ez lehetséges-e anélkül, hogy az adalékok szemnagyság szerint osztályozni kellene.

A kísérletek szerint a könnyű adalékok természetes előfordulásban, vagy jól irányított aprítás után megfelelő szemcseösszetételűek. Kivétel az égetett meddő és az andezittufa: előbbi minden esetben, utóbbit egyes esetekben feltétlenül osztályozni kell. A szénsalagnál, duzzasztott

salagnál és a kovaföldnél 20—30% bányahomok pótlólagos adagolása szükséges. A szénsalagnál és duzzasztott salagnál a homokadagolás a féltömör szerkezet érdekében szükséges, a kovafölddel készült betonok homokadagolás nélkül repednek. Ennek oka a kovaföld kifejezetten nyitott pórusaiban kerekendő, melyek következtében a beton gyorsan szárad és nagy és egyenlőtlen a kezdeti zsugorodása (a felületen intenzívebb). A homok kompenzálja ezt a tulajdonságot.

3. Tömör betonok

A szerkezet akkor tömör, ha a betonban 250—275 kg/m³ cement van, a víz mennyisége 190—230 liter és a finom szemcsés rész kb. 60%. E betonok súlya a féltömörökhöz képest 150—250 kg/m³-al nagyobb, márkájuk 60—90%-kal jobb. A tömör betonok szilárdsága általában nagyobb, mint a felhasznált adalékoké, aminek magyarázata, hogy az adalékok felszíni pórusaiba cementpép hatol be.

A tömör betonok fajlagos hővezetőképessége 5—10 kcal/m, °C-kal magasabb, mint a féltömöröké. A zsugorodás a tömörséggel nő, a bányahomok adagolása csökkentőleg hat a száradási zsugorodásra. Ebből a szempontból a könnyű betonok elterjednek a nehéz betonoktól. A nehéz adalékokkal készült betonoknál a tömörségi fok növelése, a víz-cement tényező csökkentése és az adalék finom részének csökkentése a zsugorodás csökkenésére vezet, míg a könnyű betonoknál a tömörségnek a finom rész növelésével elért fokozódása a száradási zsugorodást növeli.

Az összes könnyű betonok közös tulajdonsága, hogy jól viselkednek a gőzöléskor. A 3 napos gőzölt beton nyomószilárdsága azonos a 7 napos normál kötésével. A 28 napos beton nem mutat szilárdságcsökkenést, mint a normálkötésű nehéz betonok. Ez a tulajdonság a könnyű adalékok hidraulikus aktivitásának tudható be. A gőzölés csökkenti a kezdeti zsugorodást. Előnye még a gőzölésnek, hogy a tárolás a gőzölésnek néhány órára csökkenthető, anélkül, hogy a beton veszítene mechanikai szilárdságából.

A természetes és mesterséges könnyű adalékokkal készült betonokon végzett vizsgálatok összességéből az alábbi következtetéseket lehet levonni:

1. A betonkészítés módja ugyanolyan, mint a nehéz betonoké.
2. A könnyű betonok nehezebben megmunkálhatók, gyorsabban és gondosabban kell őket bedolgozni.
3. A különböző szerkezetű betonokhoz szükséges könnyű adalékösszetétel a következőképpen nyerhető:
 - a természetes nedvességű adalékok 7 mm-es szitán bocsátják át, a 7 mm-nél kisebb részt eltávolítják a makropórusos betonoknál. (Kivétel a szénsalag.)
 - Természetes állapotú, vagy zúzott adalékok alkalmazhatók a fél-

tömör betonokhoz (kivéve az égetett meddőt).

— Az adalékok szítalása vagy utánzúzása, osztályozása és a megfelelő szemcsefrakció képzése.

4. A nagy vízfelvévőképességű adalékokkal készült féltömör és tömör betonokhoz a repedések elkerülése végett 15—25% bányahomokot kell adagolni.

5. A cementadagolás változása az adalékok finom részének változása szerint a különböző betonok nyerhetők.

6. A betonok zsugorodása a kovaföldes beton kivételével nem veszélyes.

7. A szénsalakkal vagy kovafölddel készült makropórusos szerkezetet kivéve, a betonok fagyállóak.

8. Minden könnyűbeton előnyös a gőzölésre.

9. A fajlagos hővezetőképesség 0,2—0,6, a betonok térfogati súlyának és az adalékok jellemzőinek függvénye.

10. A természetes könnyű adalékokkal készült betonok nem térnek el lényegesen a mesterséges könnyű adalékokkal előállított betonoktól. Különösen kiemelkedik azonban jó tulajdonságaival a duzzasztott agyaggal, mint adalékkal készült beton.

V. Könnyű betonból készült falazóanyagok

Könnyű betonból az alábbi falazási módok lehetségesek:

- kis blokkokból (tömör vagy üregek),
- nagy blokkokból,
- öntött monolithetonból.

Műszaki-gazdaságossági szempontokból a következő feltételeknek kell megfelelniük:

1. El kell érniök a B 35, B 50, B 70, sőt egyes esetekben a B 90-es márkát.
2. Legyenek fagyállóak.
3. Zsugorodásuk ne okozzon repedéseket.

4. Hőszigetelés szempontjából legalábbis egyenértékűek legyenek az égetett agyagtégla fallal.

5. Az önköltségek illetően legyenek versenyképesek a közönséges téglából épült 36,5 cm vastag fallal.

A B 35—B 70-es márká elérhető a makropórusos monolit könnyűbetonnal, ha az féltömör.

Az üregek blokkok márkája a vizsgálatok szerint a beton márkájának 45—55%-a, tehát makropórusos betonból a kívánt szilárdság nem érhető el. Egyébként az üregek blokkok technológiája, a vibrációs sajtolás is legalább féltömör szerkezetet kíván meg. Lerögzíthető, hogy:

— 35—50-es márká (blokkra vonatkozólag) féltömör szerkezetű könnyűbetonnal,

— 70-es, esetleg 90-es márká (blokkra vonatkozólag) pedig tömör szerkezetű könnyűbetonnal valósítható meg.

Valamennyi könnyűbeton fagyálló, kivéve a kovafölddel és szénsalakkal készültet. Megjegyzendő,

hogy a laboratóriumi kísérletek a testekkel szemben a valóságosnál nagyobb igényeket támasztanak, tehát a gyakorlatban a fagyállóság szempontjából még jobb eredmények várhatók.

A zsugorodásra vonatkozó feltevél miatt a nagy blokkok és monolit testek készítésénél le kell mondanunk a kovaföld-adalék alkalmazásáról, melyből csak kis blokkok készíthetők. Ez utóbbiak 8—10 hónappal a készítés után sem mutattak fel repedéseket.

A termikus ekvivalencia szempontjából a 36,5 cm-es téglafalal szemben megállapítható:

1. Monolit, vagy nagy blokkokból épült fal esetén:

— 35—50 márkájú makropórusos betonból elegendő 25 cm,

— 50—90 márkájú féltömör betonból 30 cm,

— tömör szerkezetű betonból 33 cm.

2. A Krestianin-féle üreges kis blokk esetén:

— 35—50-es márkájú blokkból elegendő 29 cm,

— 70-es márkájú blokkból elegendő 39 cm, ha azonban az adalék duzzasztott agyag, akkor 29 cm.

A különböző könnyű adalékokkal gyártott betonok és az azokból épült falazatok önköltségi vizsgálatából az a következtetés vonható le, hogy ezek az anyagok műszaki-gazdaságossági szempontból megfelelőek, tehát alkalmasak arra, hogy a közönséges téglafalazatot, helyettesítsék.

Látható felületű és díszítő kerámiai falazóanyagok

CLAUDIAN C. mérnök

Bevetés

A látható felületű és díszítő kerámiai falazóanyagok: a külső homlokzatburkoló és belső falburkoló anyagok, továbbá a klinkerből és kőagyagból készült külső és belső burkolólapok.

A tradicionális homlokzatburkolás — festett vakolat — költséges és gyakori javítást igénylő módszer volt, melyet mindinkább felvált a könnyű, esztétikus és szilárd burkolólapok alkalmazása.

A látható felületű és díszítő kerámiai falazóanyagok fő jellemvonásai:

— Szép és változatlan külső felület.

— Tartósság, amely nem igényel javítást.

— Fagyállóság.

A törésfelület homogén, zárva nyokat nem tartalmazhat, a padlóburkolólapoktól ezenkívül jó zsugorodást, 2—3% maximális vízfelvételt és magas kopásellenállást kívánnak meg.

Miután leglényegesebb tulajdonsága a cserép tömörsége, a látható felületű kerámiai falazóanyagokat 3 csoportba sorolják:

— 10—16% vízfelvehőképességű kerámiai anyag,

— 18% és ennél nagyobb vízfelvehőképességű kerámiai anyag,

— zsugorított, 4—6% vízfelvehőképességű kerámiai anyag.

A zsugorított anyagokat ott használják homlokzatburkolásra, ahol az éghajlati viszonyok káros hatásúak.

A Szovjetunióban megkezdtek a nagyméretű, panelszerű lapok gyártását. Néhány korszerű, előrehaladott automatizálással felépített üzemük technológiai szempontból egyedülálló a világon.

A burkolóanyag színe az agyagtól függően fehér, sárga, vörös. Közönséges, vagy tűzálló agyagot használnak hozzá. A gyártott idomok vagy a falazatnak megfelelő modulméretű lapok, vagy különböző méretű blokkok, melyeket mázzal, vagy anélkül állítanak elő. Olaszországban újabban a kervit néven ismert terméket is gyártják (Korach M. prof. eljárása), melynek

formázása öntés útján történik. A leegyszerűsített technológiai eljárás miatt a kervit-üzem beruházási költségei 40%-kal alacsonyabbak, mint a közönséges csempéüzemé (formázás öntés útján és csak egyszeri égetés). A lapok mechanikai szilárdsága jó, bármilyen színben gyárthatók és vastagságuk csak 2—3 mm.

A vizsgálatokat abból a célból végezték, hogy új anyagokat hozzanak létre, továbbá a már gyártott termékek minőségét megjavítsák és önköltségüket csökkentés. A vizsgált termékek: 3 lyukú, pattintóvájattal ellátott homlokzatburkoló téglák, ICIMC típusú homlokzatburkolólapok, belföldi agyagból gyártott fehér és színes kőagyaglapok, klinkerlapok.

1. 3-lyukú homlokzatburkoló téglák

Közvetlen falazásra és homlokzatburkolásra is alkalmas. Mérete $240 \times 115 \times 63$ mm. A pattintóváját a nagy felületen van, ráütve a kalapáccsal, a vájat mentén 2 feldarabra esik szét. Ily módon a falazáskor megfelelő téglakötésre alkalmas, ehhez tehát más, különleges méretű téglára nincs szükség, és selejt sem képződik.

Nyersanyag aluviális agyag, melynek szemszerkezete:

maradék a 100-as szitán	0,05%
maradék a 900-as szitán	0,05%
maradék a 4900-as szitán	0,17%
Összes áthullás:	99,73%
Egyéb jellemzői:	
képlékenysége Pfeffer-	
korn szerint	32,0%
megmunkálási víz	30,0%
égetési zsugorodása	10,0%
szénsavas mésztartalma	10,4%
Kötőképessége	175,0g/cm ²

A technológiai folyamat a következő:

szekrényes adagoló, — görgőjárat, — agyagtisztító, — kalácsprés, — 24 óra kalácspihentetés, — csigás téglaprés. A szárítási idő 5—6 nap. Bührer rendszerű műszárítóban. Égetés Hoffmann kemencében, 800—900 °C hőmérsékleten.

A késztermék fiziko—mechanikai jellemzői:

színe egyenletes, téglavörös, hangja tiszta, vízfelvétel: 14,5—16,5%, térfogati súlya 1,38 kg/dm³, nyomószilárdsága átlag 80 kg/cm², fagyállósága 25 fagyasztás után —15°-ra, jó, sérülés nélkül.

A 3-lyukú pattintóvájattal ellátott téglák előnyei a következők:

— különböző vastagságú falak készítésére alkalmas, az e téglából készült 31 cm vastag fal a régi módszer szerinti 36,5 cm-es fallal, a 3-lyukú téglából készített 36,5 cm-es fal pedig a 49 cm-es fallalegényértékű;

— nyersfalazatú homlokzat készíthető;

— csökken a szállítandó súly;

— a 2 részre való oszthatóság által csökken a selejtképződés;

— megszűnik a sok javítást igénylő festett mészhabarcs vakolat;

— a homlokzat a falazással együtt készült, homlokzati állványozás szükségtelen;

— a vízszintes csövezés (Bergmann csövek) a fal belső felületén részvágás nélkül elhelyezhetők;

— csökken a falazáshoz szükséges téglák és habarcs mennyisége, elmarad a külső vakolás, ami a költségeket csökkenti;

— a kisebb munkaerőszükséglet folytán csökken 1 m² falazat költsége;

— csökken a munkaidő, ezzel a rezszi- és mellékköltségek, mint állványozás és lebontás, festés, javítás, karbantartás stb.;

— csökken a szállítási költség téglen és vasúton;

— kisebb az agyagszükséglet és rövidebb a száradási idő;

— a burkolólapokkal szemben kisebb a munkaigény, mert kétszeres a mérete.

2. Kerámiai homlokzatburkoló lapok

Mérete $240 \times 120 \times 17$ mm. Nyersanyagként cserépagyagot használnak, melynek szemszerkezete:

szitammaradék a 100-as szitán	1,02
szitammaradék a 900-as szitán	2,26
szitammaradék a 4900-as szitán	5,41
Összes áthullás	92,31

A lapok fiziko-mechanikai jellemzői:

színe vörös,
hangja tiszta,
vízfelvevőképessége 16—16,5 %,
kivirágzás nem volt észlelhető,
súlya 0,950—1,000 kg,
hajlítási terhelés 173 kg,
25-szöri fagyasztásnál —15°-ra sérülések nem mutatkoztak,
hajlási ívmagasság 1 mm,
kopási ellenállás Bohme szerint 0,397 g/cm².

Műszaki-gazdasági megállapítások:

— A lapok jól használhatók homlokzatburkolásra, nagy felületük miatt kevesebb munkával helyezhetők el;

— parketta helyett alkalmazhatók lakásokban: a különböző mintákban lerakott padló szép és kopással szemben ellenáll;

— az igen nagy forgalmú helyiségektől eltekintve, mozaiklapok helyett is alkalmazhatók padlóburkolásra.

Az 1. osztályú tölgyfaparketta költségeit 100%-nak véve, a különböző padlóburkolatok költségei az alábbiak szerint alakulnak:

1. Tölgyfaparketta, 1. oszt.	100,0%
2. Bükkfaparketta, aszfaltba rakva	88,5%
3. Hajópadló	43,0%
4. Közöséges cementlapok	50,0%
5. Márványmozaik cementlapok	71,5%
6. Kőagyag lapok	99,5%
7. A szoban forgó kerámiai lapok	33,0%

A fentiekből látható, hogy a kerámiai lapokból készíthető a legolcsóbb padló. A fenti kalkuláció a kerámiai lapok félüzemi gyártásából adódott, nagyüzemi gyártásnál további árredukció érhető el.

A kerámiai lapok minden gyárban előállíthatók, ahol a gyártástechnológiára megfelelő gondot fordítanak és ahol az agyag mentes a káros zárványoktól és nem érzékeny a száradásra.

Megvan a lehetősége annak, hogy bevezessék és elterjesszék a látható felületű és díszítő kerámiai falazóanyagok gyártását. A jó minőség feltételei: 1. a nyersanyag gondos elő-

készítése, 2. a technológiai sorba lehetőleg vákuumsajtót kell beiktatni, 3. a technológiai folyamat gondosan ellenőrzendő.

A 3-lyukú homlokzati téglá, valamint a parkettát is helyettesítő homlokzatburkoló lapok egy sor meglevő gyárban előállíthatók.

Megvan a lehetősége a minőségi fajanszlapok gyártásának is, ha a gyár korszerű berendezéssel rendelkezik és a technológiai előírásokat pontosan betartják. A megfelelő nyersanyagellátás érdekében új leőhelyeket kell felkutatni és a nyersanyagok nemesítési eljárását ki kell dolgozni.

A klinkerlapokra vonatkozó tanulmányok bizonyították, hogy több téglagyár agyaga megfelel a gyártáshoz és nagyobb beruházás nélkül bevezethető. Mindössze a kemencéket kell samottal bélelni, tekintettel az 1060—1080° égetési hőmérsékletre.

A kályhacsempék minőségének megjavításához oxidfestékek importja, minőségellenőrző laboratóriumok létesítése, egyes gyárak hiányos berendezésének a pótlása, valamint az Intézet által előírt technológia pontos betartása szükséges.

CRISTOFOLI OTTÓ:

É p ü l e t b u r k o l á s

(Ipari Szakkönyvtár)

Bevezetőben ismerteti a burkolómunka történetét, általános szabályait, szerszámait, a raktár, a szállítás megszervezését, a balesetelhárítást és az egészségvédelmet. Utána az anyagok ismertetése következik, majd a burkolómunka fajtáit és feladatait tárgyalja: padlóburkolatok, falburkolatok, különleges falburkolatok, szerelési tárgyak és fülkék elhelyezése, fagyálló és szigetelt burkolatok, lábazatok, idomok és csíkok elhelyezése, burkolás fagyban és hőben, javítás, bontás, saválló burkolatok, szovjet élmunkás módszerek, a jövő burkolatai, gépesítés. Tanácsokat ad a gyár- és épületlátogatások tekintetében, majd a munka elszámolásáról és az anyagszükséglet kiszámításáról beszél

Fenti könyvek megrendelhetők, ill. beszerezhetők az Állami Könyvterjesztő Vállalat Könyvesboltjaiban

Szakkönyvesbolt:

Műszaki Könyvesbolt, Budapest, VII., Lenin körút 7

TechNIKUS Könyvesbolt, Budapest, XI., Bartók Béla út 25

Az Építőanyag 3. száma márciusban jelenik meg

É P Í T Ő A N Y A G

Felolós szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felolós kiadó: Solt Sándor — Megjelent 720 példányban

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

Előfizetési díj: ¼ évre 18.— Ft., fél évre 36.— Ft., egyes szám ára: 6.— Ft. — Csekkzámlaszám: egyéni 61,252, közöleti: 61,066 46727-680/2 Révai-nyomda Budapest V. Vadász utca 16. (Felolós: Póváry Jenő)



MEGJELENT!

SZERELVÉNYKÖNYV

Készült az Építéstudományi Intézetben
Műszaki Könyvkiadó, 1958

A kiadvány katalógus, amely rendeltetésük szerint csoportosítva ismerteti a hazánkban jelenleg tömegcikként gyártott, illetve beszerezhető szerelvényeket. Mindegyik szerelvényről ábrát közöl, táblázatba foglalva megadja a méretadatokat, közli, hogy a szerelvényt mire lehet használni, milyen anyagból készült, milyen gyári jelzések vannak rajta, melyik vállalat gyártja és milyen megnevezéssel kerül forgalomba.

A Szerelvénykönyv első kötetének második javított kiadása már megjelent a második kötet pedig — mely tulajdonképpen kiegészítése az elsőnek —, most van sajtó alatt.

Az 1. kötet 512 oldal. Ára: kötve 62,— Ft

A 2. kötet kb. 20 ív, ára: kb. 44,— Ft

Z. V. KLEINHAMPL:

B á d o g o s m u n k a

(Ipari Szakkönyvtár)

A cseh szerző művét magyar szakemberek dolgozták át a hazai szakmai gyakorlatnak és szabványoknak megfelelően. A kiadvány ismerteti a bádogosmunka anyagait, szerszámainak és gépeit. Sorra veszi a különböző munkafolyamatokat és a munkafogásokig részletezve leírja a hagyományos és a korszerű munkamódszereket.

A mű külön részben tárgyalja az épületbádogos-munkát.

558 old. ára fűzve 30,50 Ft

Fenti könyvek megrendelhetők, ill. beszerezhetők az Állami Könyvterjesztő Vállalat Könyvesboltjaiban.

Szakkönyvesbolt:

Műszaki Könyvesbolt, Budapest, VII., Lenin körút 7

Technikus Könyvesbolt, Budapest, XI., Bartók Béla út 25