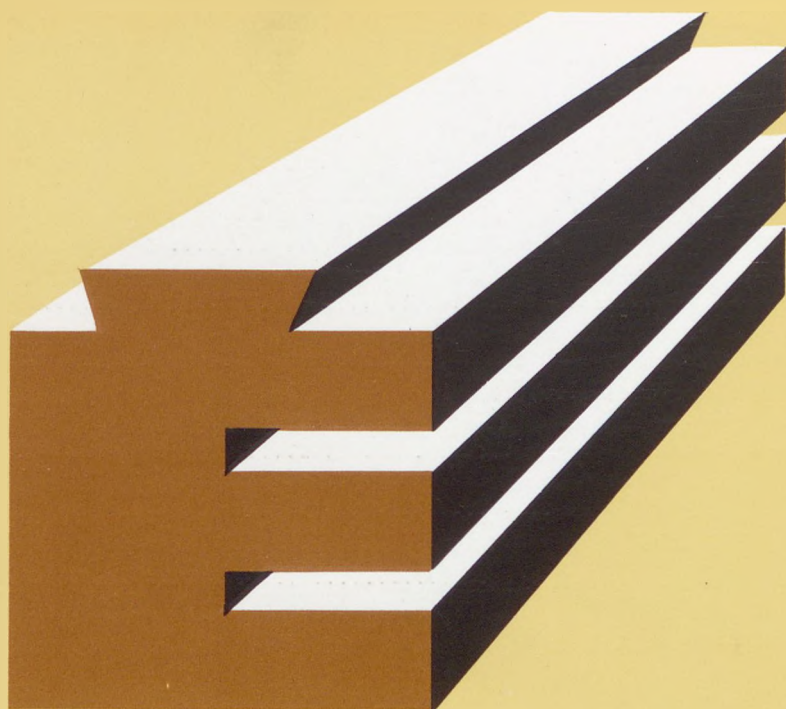


30 29 35



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**9**

**XXVI. ÉVFOLYAM**  
**BUDAPEST 1974. SZEPTEMBER**  
**EPITAA 26 (9) 329–360 (1974)**

A mész- és cementipar,  
az üvegipar,  
a finomkerámia, a téglá-,  
cserép- és kő-kavicsipar,  
a szigetelő anyagok ipara  
tudományos szakirodalmi  
folyóirata

Szerkesztő bizottság:

Dr. Talabér József  
(elnök)  
Dr. Beke Béla  
Bretz Gyula  
Csizi Béla  
Erdély Imre  
Dr. Grofcsik János  
Dr. Hinsenkamp Alfréd  
Dr. Kovács Róbert  
Lenkei György  
Dr. Lőcsei Béla  
Pallós Imre  
Dr. Székely Ádám  
Szentmártony Gusztáv  
Dr. Tamás Ferenc  
Dr. Tóth Kálmán  
Träger Tamás

## TARTALOM

<i>Gálos Miklós—Kürti István:</i> Közetszilárdsági tulajdonságok műszaki megítélése többtengelyű feszültségi állapot alapján .....	329
<i>Ivócs László—Fülep Gyula:</i> Acélmű csapolóüstök tűzállóanyagbélés fejlesztésének lehetősége .....	336
<i>Lenkeiné Vándor Mária—Boszilkov Vladimír:</i> Durvakerámiai agyagok felhasználása a finomkerámia iparban .....	345
Egyesületi élet .....	335, 347
<i>Gömze A. László—Turenko A. V.—Nazarov, V.:</i> A képlékeny agyag aprításának matematikai elemzése .....	348
<i>Papp György:</i> Homlokrakodó gépek rakodási technológiájának problémái nagyüzemi kőbányákban .....	355
<i>Kovács Róbert:</i> Mosolygó tudomány .....	358
Hírek az iparból .....	360
Alkotó ifjúság pályázat .....	360
Pályázati felhívás (Építészeti fényképpályázat 1974.) .....	B/3

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Галос, М.—Кюрти, И.:</i> Оценка прочности пород на основе многоосевого напряженного состояния .....	329
<i>Ивоч, Л.—Филеп, Д.:</i> Возможности развития огнеупорной футеровки выпускного ковша на сталелитейных комбинатах .....	336
<i>Ленкеине, Вандор М.—Босильков, В.:</i> Применение трубокерамических глин в промышленности тонкой керамики .....	345
<i>Гемзе, А. Л.—Туренко, А. В.—Назаров, В.:</i> Математический анализ процесса измельчения пластичных глин .....	348
<i>Пapp, Д.:</i> Технологические проблемы погрузки в случае применения тупиковых платформ в крупнозаводских карьерах .....	355

## INHALT

<i>Gálos, M.—Kürti, I.:</i> Mehrachsige Festigkeitsuntersuchungen von Natursteinen .....	329
<i>Ivócs, L.—Fülep, Gy.:</i> Entwicklungsmöglichkeiten der feuerfesten Auskleidung von Stahlwerksstichpfannen .....	336
<i>Frau Lenkei, Vándor, M.—Bosilkov, W.:</i> Verwendung grobkeramischer Stoffe in der feinkeramischen Industrie .....	345
<i>Gömze, A. L.—Turenko, A. W.—Nazarow, W.:</i> Mathematische Analyse der Zerkleinerung von plastischem Ton .....	348
<i>Papp, Gy.:</i> Probleme des Verladeprozesses mit Frontladern in großbetrieblichen Steinbrüchen .....	355

## CONTENTS

<i>Gálos, M.—Kürti, I.:</i> Multiaxial strength testing of natural rocks .....	329
<i>Ivócs, L.—Fülep, Gy.:</i> Development of the Refractory Lining of Steelplant Casting Ladles .....	336
<i>Vándor, M. (Mrs. Lenkei)—Bosilkow, W.:</i> Utilisation of Bricks Clays in the Industry of Ceramic Whitewares .....	345
<i>Gömze, A. L.—Turenko, A. V.—Nazarov, V.:</i> Mathematical Analysis of Plastic Clay Commminution .....	348
<i>Papp, Gy.:</i> Problems of the loading technology of facial loading machines in bulk quarries .....	355

## Közetszilárdsági tulajdonságok műszaki megítélése többtengelyű feszültségi állapot alapján\*

GÁLOS MIKLÓS — KÜRTI ISTVÁN  
Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

A modern anyagvizsgálatok célja, hogy az anyagtulajdonságokat leíró jellemzők között lényegi összefüggéseket állapítsanak meg. Az összefüggések a már vizsgált anyag alkalmazásakor jól felhasználhatók legyenek, ismeretükkel az anyag viselkedése adott határok között előre meghatározható legyen. A közetmechanikai vizsgálatok a műszaki gyakorlat számára minősítő jellemző értékeket, illetve a vizsgálatokhoz és vizsgálódásokhoz szükséges — anyagtulajdonságokat leíró — számértékeket szolgáltatnak. Célunk, hogy ezek a minősítő jellemzők egyszerű értékelési összefüggésekhez kötöttek legyenek.

A klasszikus mechanika alapfeltételezéseit elfogadva, a nyugalomban levő és egyensúlyi dinámszisztemmel terhelt szilárd test valamely kijelölt pontjában a felvett térbeli derékszögű koordináta-rendszer koordinátaadataival tudjuk a feszültség-állapotot jellemezni [1]. A *feszültségtenzor* mátrixa:

$$F = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

A vizsgált pont terhelés hatására bekövetkező relatív elmozdulását a fent említett koordináta-rendszerben az *alakváltozási tenzor* határozza meg:

$$A = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \frac{1}{2} \gamma_{xy} & \frac{1}{2} \gamma_{xz} \\ \frac{1}{2} \gamma_{yx} & \varepsilon_y & \frac{1}{2} \gamma_{yz} \\ \frac{1}{2} \gamma_{zx} & \frac{1}{2} \gamma_{zy} & \varepsilon_z \end{bmatrix} \quad (2)$$

A fentiek alapján az általános térbeli feszültség-állapot és alakváltozási állapot megadásához 6—6 adat szükséges.

A feszültségek és alakváltozások közötti összefüggést felírhatjuk, ha közetekre is kiterjesztjük a rugalmasságtan ismert törvényeit. Hogy az az általánosítás gyakorlatilag megengedett, azt vonatkozó vizsgálataink igazolták [2]. Ha tehát az összes feszültségi komponens egyszerre működik, akkor az alakváltozási komponensek a következők:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]; & \gamma_{xy} &= \frac{\tau_{xy}}{G} \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_z + \sigma_x)]; & \gamma_{yz} &= \frac{\tau_{yz}}{G} \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)]; & \gamma_{zx} &= \frac{\tau_{zx}}{G} \end{aligned} \quad (3)$$

\* A XI. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás

Az összefüggésekben „ $E$ ” a rugalmassági modulus vagy rugalmassági tényező, „ $G$ ” a nyírórugalmassági modulus, „ $\nu$ ” a Poisson-féle tényező, melyek mindegyike a vizsgált közet anyagi jellemzője. Ha azokat a feszültségi összetevőket határozzuk meg, melyek nyírófeszültség mentesek, akkor a főfeszültségeket, illetve főnyúlásokat vizsgálhatjuk és a kísérleti munkát egyszerűsíthetjük ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3; \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ ).

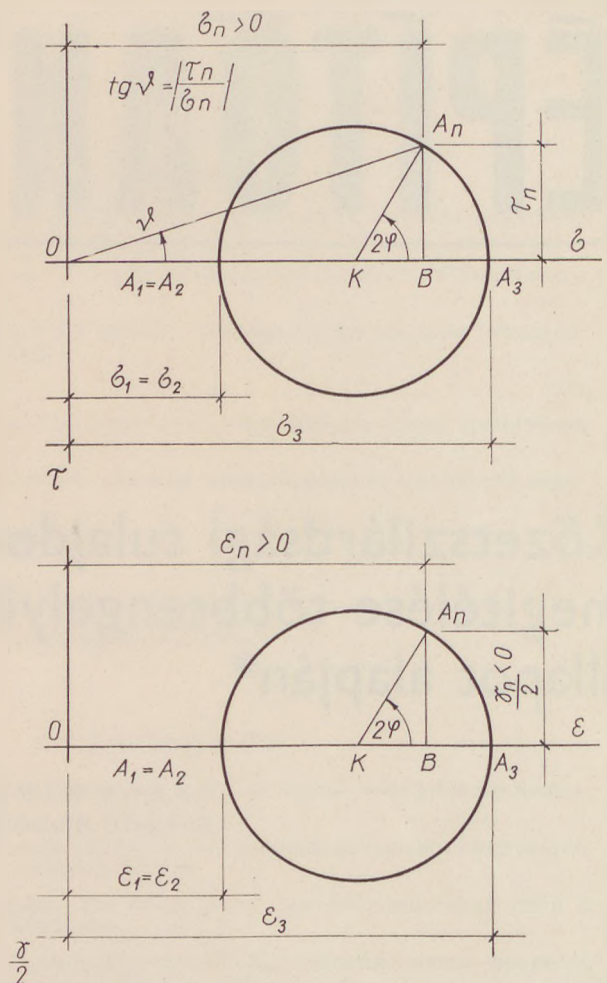
A szilárdsági vizsgálatok sokasága bizonyítja, hogy egy közetmintára ható külső erőrendszer okozta belső feszültségállapot a legkülönbözőbb együttesben juttatja a vizsgált anyagot a törés és épenmaradás határállapotába, röviden a *törési határállapotba*. A közetmechanikai vizsgálatok célja tehát elsősorban az, hogy véges számú kísérlettel, valamint ezekre támaszkodó elméleti megfontolásokkal az adott közettípusok konkrét törési és alakváltozási határfeltételeit meg tudjuk határozni, a tönkremenetel mechanizmusát előre meg tudjuk adni. Ehhez szorosan kapcsolódik az a célkitűzés is, hogy egy adott konkrét igénybevétel mennyire közelíti meg a törési határfeltételeket, milyen külső igénybevételi és belső szilárdsági változás eredményezheti a többféle módon megfogalmazható tönkremenetelt. (Utalunk itt arra, hogy a „tönkremenetel” sok esetben nem az anyagi összefüggés teljes megszűnését, hanem pl. az alakváltozás adott mértékének elérését, ill. túlhaladását is jelentheti).

A törési határfeltételek vizsgálatánál egyértelműen megfogalmazódik a meghatározás. Különböző feszültségi összetevővel jellemzett igénybevétel egyenértékű, ha törési határállapotot idéz elő. Attól függően, hogy az egyenértékűségnek milyen feltétel az alapja, az alábbi törésmélet-típusokról beszélhetünk:

- a legnagyobb főfeszültségek elmélete (Galilei),
- a legnagyobb hosszváltozás elmélete (Mariotte),
- a legnagyobb nyírófeszültség elmélete (Coulomb)
- főcsúsztató feszültségek elmélete (Mohr)
- fajlagos alakváltozási munka elmélete (Beltrami),
- fajlagos tiszta alakváltozási munka elmélete (Huber—Hencky—Mises).

Közetvizsgálatoknál legelterjedtebben a Mohr-féle főcsúsztató feszültség elmélet használatos. Az elmélet lényege, hogy a tönkremenetel a közetre jellemző

$$\tau = f(\sigma) \quad (4)$$

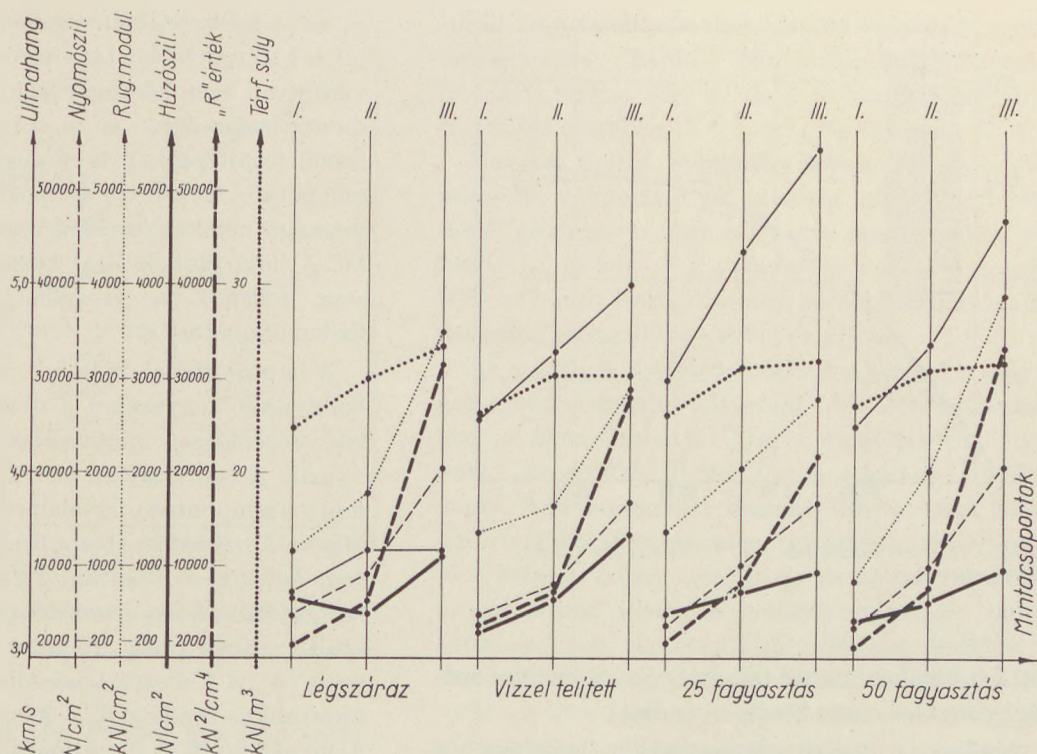


1. ábra. Feszültségek és alakváltozások Mohr-féle ábrázolása

összefüggéssel megszabott törési határ elérésekor következik be, mely érték sor a feszültségi főkörök burkológörbáját jelenti. Az elmélet alkalmazása indokoltá teszi a feszültségek és ezzel összhangban az alakváltozások Mohr-féle ábrázolását (1. ábra). A különböző rendszerű közetszilárdsági és alakváltozási vizsgálatok eredményeit a Mohr-féle síkon ábrázolva a törési határgörbe egy-egy pontját, vagy a határgörbe jellemző szakaszát kapjuk meg.

Megfelelő elméleti megfontolások alapján a határgörbe matematikailag leírható. Az irodalomban különböző kiinduló adatokkal a matematikailag meghatározott határgörbék sokaságára találhatunk utalást [3]. Ezek közül legegyszerűbb, amely már a tényleges állapotot is megközelíti, a másodfokú parabolikus határgörbe. Másodfokú parabolikus határgörbe felvételéhez elvileg két összetartozó adat elégséges [4]. Ezen az alapon számos kutató írt fel határgörbe egyenletet, melyek azonban a kísérleti munkával meghatározott határgörbéknek csak közelítéseként használhatók.

2. ábra. Kőzetfizikai vizsgálatok eredményei (Bázalt, Bár, Magyarország)



A határgörbe összetartozó pontjainak meghatározásához legcélszerűbben a *triaxialis vizsgálatok* alkalmazhatók. Laboratóriumi körülmények között hengeres próbatestek esetében ún. Kármánféle feszültségállapot állítható elő, ahol a főfeszültségek:

$$\sigma_1 = \sigma_2 \approx \sigma_3 \quad (5)$$

A vizsgálatok alakváltozásméréssel kiegészítve a főfeszültségekhez tartozó főnyúlásokat (fajlagos alakváltozásokat) szolgáltatják:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \approx \varepsilon_3 \quad (6)$$

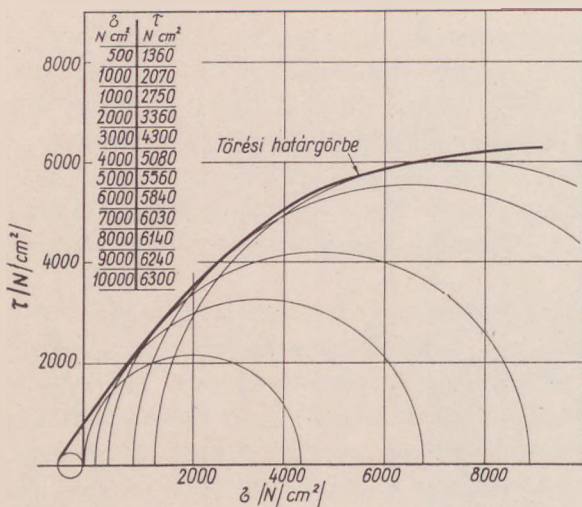
A kőzetmechanikai vizsgálatoknál szem előtt kell tartani, hogy ezek statisztikai jellegűek. Az értékek megbízhatósága, a vizsgált anyag reprezentáló jellege a sorozatok nagyságától is függ. Különösen akkor mutatkozik ez a megállapítás fontosnak, ha figyelembe vesszük, hogy a próbatest kialakítása és mérete, ill. a mintavétel módja jelentősen módosíthatja az eredményeket.

Laboratóriumi körülmények között egy-egy mintacsoporton a rendelkezésünkre álló berendezésekkel a lehető legtöbb fajta vizsgálatot végzünk el. Erre azért van szükség, mert a különböző műszaki feladatokhoz más-más anyagtulajdonságra, ill. az anyagtulajdonságok összefüggésére, a változások tendenciájára vagyunk kíváncsiak. A kőzetek minősítésére olyan egyértelmű minő-

ségi jelzőszám, mint pl. a betonok minősége, nem áll rendelkezésünkre. Példaként bemutatjuk bazaltokon (Bár, Magyarország) végzett vizsgálatunk eredményeit anélkül, hogy az eredmények összefüggéseit boncolgatnánk, mivel azok értékelése messze meghaladja e tanulmány kereteit (2. ábra). A mintacsoportok térfogatsúly alapján osztályozottak (I. közepesen hézagos, II. kissé hézagos, III. tömött).

Megjegyezzük, hogy egy-egy mérési eredmény önmagában sokszor csak kiindulópontot jelent, sőt néha ellentmondásos is lehet. Az eredmények kiértékelése a tendenciák és azok okainak feltárását jelenti. A vizsgálati cél szem előtt tartásával, a különböző fizikai állapotban kapott eredmények egymáshoz viszonyításával lehet következtetni az általános tulajdonságokra. Így állapíthatók csak meg azok az igénybevételi határesetek, amelyek a próbatest anyagának esetleges szerkezeti változásait eredményezik, illetve a tönkremenetel módját meghatározzák.

Célszerű azt is megemlíteni, hogy az előzőekben ismertetett törési határgörbe a  $\tau = 0$  helyen az egyirányú húzószilárdság főkörét érinti. A húzószilárdság pontos meghatározása triaxiális készülékekben igen nehézkes, a Tanszék triaxiális készülékében nem lehetséges. A határgörbe meghatározáshoz, így olyan más vizsgálatok eredményét is fel kell használni, amelyeknél vizsgálattechnika más kerü-

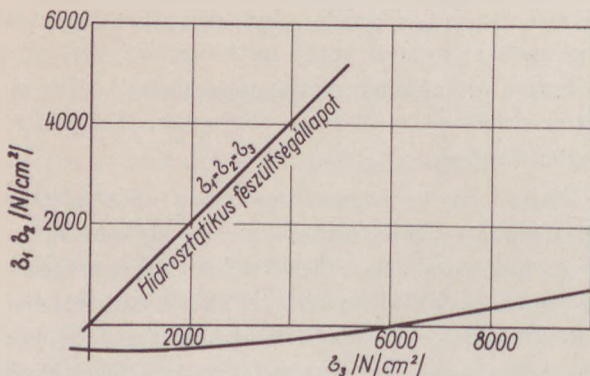


3. ábra. Törési határgörbe. R. 1. Riolittufa (Eger, Magyarország)

leti feltételeket igényel (pl. szabványos húzószilárdsági vizsgálat, vagy Brazil-vizsgálat).

Amikor a törési határgörbéről beszélünk, a triaxiális vizsgálatok sorozatára kell gondolnunk. A műszaki gyakorlat számára vagy a határgörbe matematikai egyenletbe foglalt megadása, vagy a határgörbe koordinátapontjainak táblázatos megadása jöhet szóba. Példaként bemutatjuk R. 1. Riolittufa (Eger, Magyarország) törési határgörbéjének közlési módjait (3. ábra). Az előbbi magában foglalja a közelítő görbe feltételei és felvételi hibáit, az utóbbi pedig a pontsört összekötő görbe és a tényleges határgörbe közötti hibalehetőséget, továbbá a számítási munkába nehezen beilleszthető voltát.

A triaxiális vizsgálatoknál minden esetben rögzíteni kell a vizsgált tartományt, amely a próbatest méreteinek és a vizsgáló berendezés műszaki adatainak függvénye. Ha a mérési eredményeinket

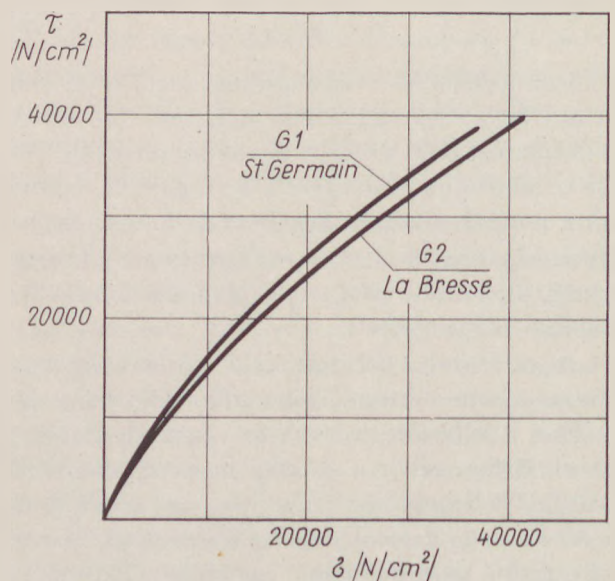


4. ábra. Törési határgörbe ábrázolása  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  koordinátarendszerben (R. 1. Riolittufa, Eger, Magyarország)

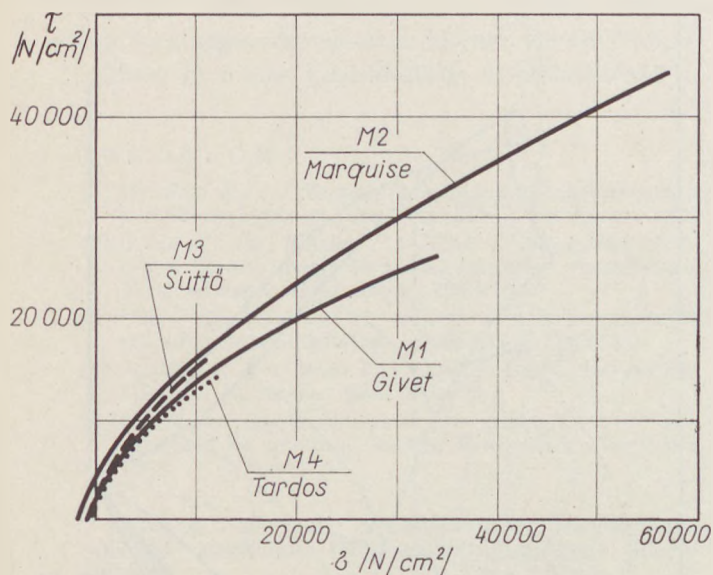
$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  koordinátarendszerben ábrázoljuk, a teljes határgörbe és a ténylegesen kimért határgörbe viszonyait szemléletesen látjuk (4. ábra). A koordinátarendszerben a  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  hidrosztatikus feszültségállapotban levő pontok mértani helye a szögfelező. Ebben az állapotban a törés a rugalmasságtan feltételezéseivel már nem következhet be. A határgörbék által közrefogott terület nagysága jellemző a vizsgált anyag szilárdságára, fizikai állapotára stb.

A határgörbe alakját és a tartomány nagyságát befolyásoló tényezőket a vizsgálati célnak megfelelő összeállítású mintacsoporton tudjuk tanulmányozni. A bemutatásra kerülő törési határgörbék a fenti szempontok figyelembevételével készültek. Meghatározásuk részben a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének közetfizikai laboratóriumában üzemelő triaxiális cellával készült, részben pedig irodalmi adatokból állítottuk össze [5]. A Tanszék triaxiális vizsgáloberendezése hidraulikus rendszerű. A készülékkel maximálisan 3 cm átmérőjű és 6 cm magasságú hengeres próbatesten Kármán-féle feszültségállapotot tudunk létrehozni. A berendezést [3] részletesen ismerteti, leírva a kezelés mechanizmusát és a kapcsolatos vizsgálattechnikai megjegyzéseket.

A kőzet legfontosabb jellemzője a kőzetalkotó ásványok százalékos megoszlása és egymáshoz való szemnagyság-viszonya. Azonos kőzet különböző kifejlődésű egyede azonos jellegű törési határgörbét mutat, de a határgörbék ún. határgörbe kévét alkotnak. Az 5. ábrán két gránit törési határgörbét ábrázoltuk: G1. (St. Germain de Modeon,

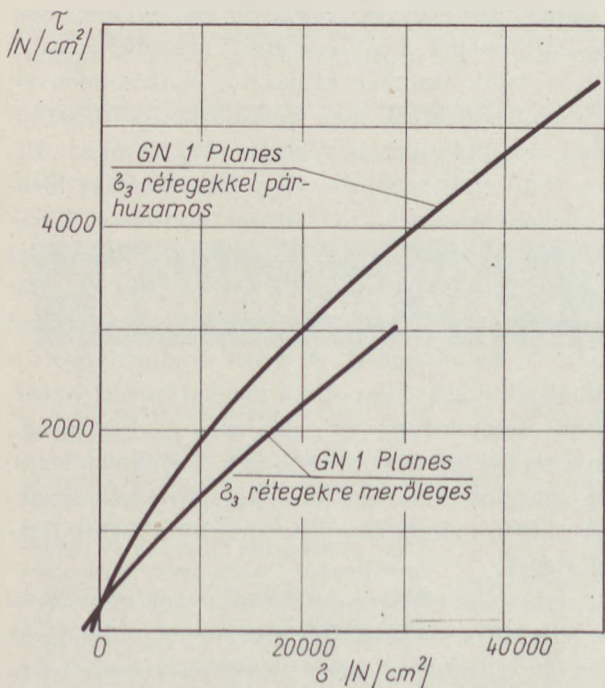


5. ábra. G1 és G2 jelű gránit törési határgörbéje



6. ábra. M1 és M2 jelű mészkő törési határgörbéje

Franciaország) és G2. (La Bresse, Franciaország). A két kőzet térfogatsúlya arra utalna, hogy a G2 gránit törési határgörbéje a magasabb. A kőzetek kvare ( $\text{SiO}_2$ ) tartalmának aránya (74,0%—63,1%), azonban magyarázza a kísérleti eredményeket. A 6. ábra négy mészkősorozat vizsgálati eredményeit tartalmazza: M1. (Givet, Franciaország), M2. (Marquise, Franciaország) tömött mészkövek, karbonátanyag tartalmuk (82,0%—89,2%) hatá-



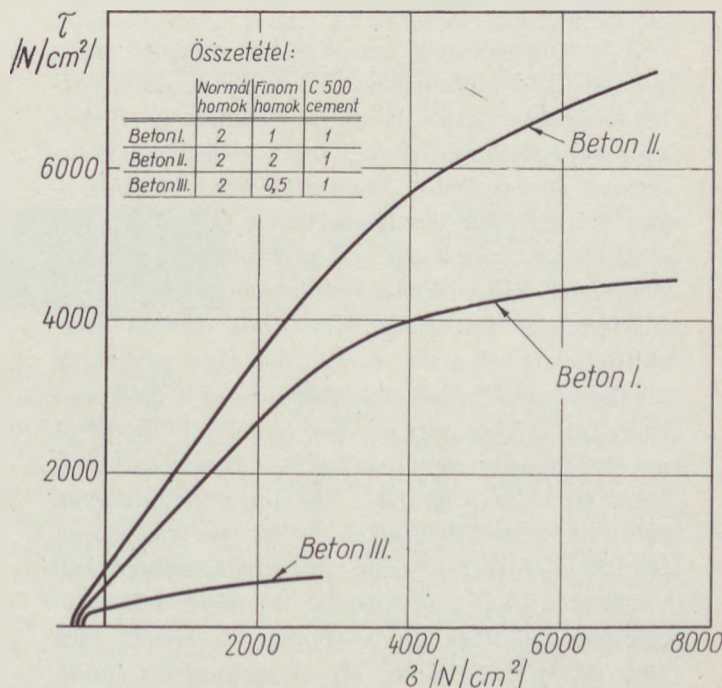
7. ábra. A törési határgörbe változása a kőzetszövet irányítottságának függvényében, GN 1 jelű gnejsz esetében

rozza meg viselkedésüket. Az M3 (Süttő, Magyarország), M4 (Tardos, Magyarország) karbonátanyag tartalma 85,0%, de a kristályos kalciumtartalom M3 esetében 15,0%, míg M4-nél csak 10,2%.

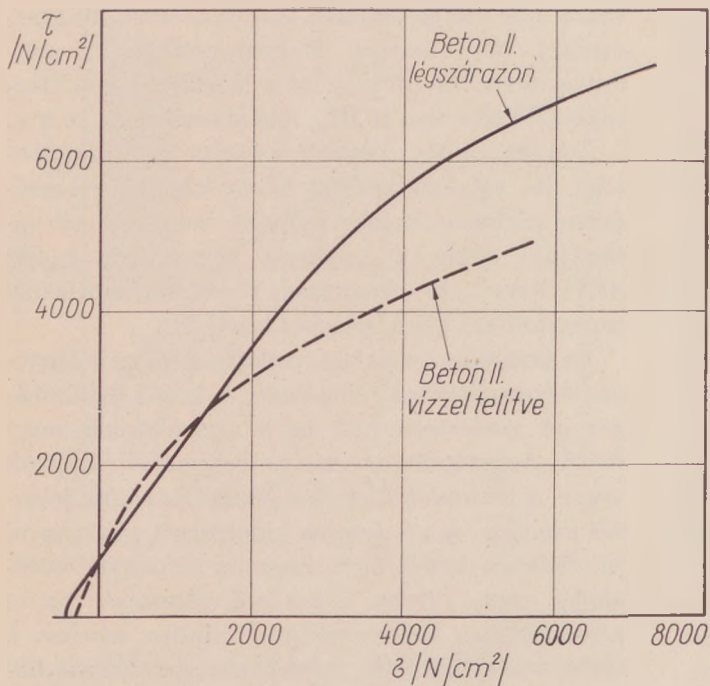
Nagyon fontos tényező a kőzetszövet irányított-sága. Ha valamelyik főfeszültség irányt a rétegződéssel párhuzamosnak vagy arra merőlegesnek választjuk, akkor a 7. ábrán bemutatott gnejsz (GN1 Planes, Franciaország) törési határgörbéinél tapasztalható különbségeket találjuk.

Az ásványos összetétel mellett a kötőerő is lényeges kőzetszilárdsági alapelem. A kötési szilárdságot jól modellezhetjük, ha a vizsgálatokat megfelelő összetételű beton próbatesteken hajtjuk végre. A betonszerkezetek szilárdságtanának jelentős irodalma és részletesen kidolgozott szabványai jó alkalmat adtak arra, hogy az alapanyag-kötőanyag arány, illetve a kötőerő változását beton próbatesteken reprezentáljuk. Minden esetben a cementvizsgálatoknál használatos szabványos homokot, változó mennyiségű, de azonos minőségű cementet alkalmaztunk. A víz/cement tényezőt és a tömörítési módot nem változtattuk. A három fajta cementadagolással gyártott próbatest csoport B1, B2, B3 a 8. ábrán feltüntetett törési határgörbékét mutatta.

Különböző fizikai állapotban végzett kísérletek az állapotváltozásnak megfelelő különbségeket adják. Törési határgörbére kísérleti eredmények csak laboratóriumi légszáraz és vízzel telített állapotban vannak birtokunkban (9. ábra). Célunk azonban



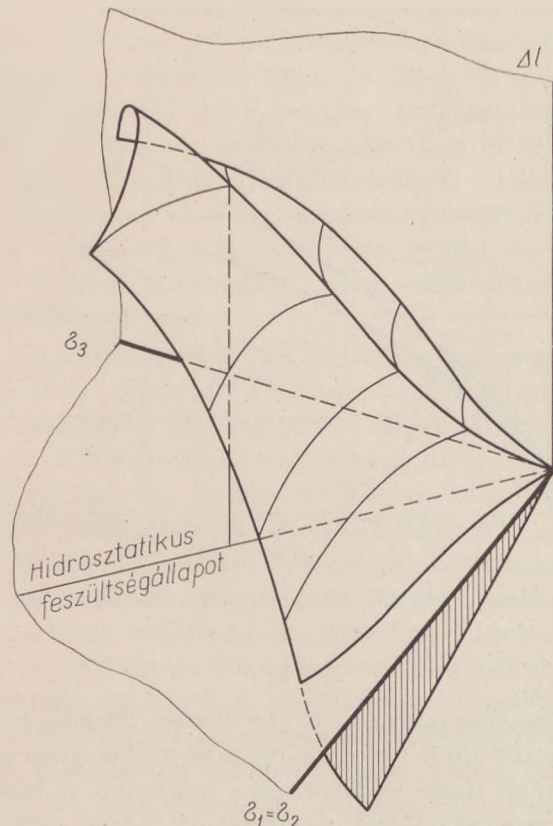
8. ábra. A kötőerő-változás hatása a törési határgörbére



9. ábra. Fizikai állapotváltozás hatása a törési határgörbére

az, hogy a fent említett két állapot mellett szárított, továbbá 25 és 50 fagyasztási ciklus után is elvégezzük a határgörbe meghatározását. A műszaki gyakorlat számára egy fizikai állapotban — például laboratóriumi légszáraz állapotban — meghatározott törési határgörbe még nem elégséges, hiszen a kőzetek felhasználásuk során különböző hatásoknak vannak kitéve, akár eredeti helyükön alkalmazzuk, akár más helyen eltérő rendeltetéssel építjük be azokat.

A feszültségállapot hatására bekövetkező fajlagos alakváltozások mérése, és a mérési eredményekből meghatározható „E” és „ν” számértéke, illetve azok változását leíró görbék teszik teljessé a laboratóriumi többtengelyű kőzetszilárdsági vizsgálatokat. Kármán-féle feszültségállapot hatására bekövetkező alakváltozások jól ábrázolhatók egy háromtengelyű koordináta rendszerben (10. ábra). A különböző feszültségi állapothoz tartozó alakváltozási görbék a sík vezérgörbéi. Ha a görbékből kiválasztjuk a [2] szerinti rugalmas II. jelű szakaszokat, akkor egy egyenesekből álló felületet nyerünk, amely matematikailag leírható és kezelhető. Mivel ez a felület a rugalmas tartományon belül az alakváltozásokat és az alakváltozások tendenciáját tartalmazza, anyagjellemzőként kell kezelnünk. Az alakváltozás mérésére laboratóriumunknak triaxiális körülmények között még nem áll rendelkezésére olyan mennyiségű adat, mely alkalmas lenne arra, hogy azok alapján a



10. ábra. Alakváltozások ábrázolása háromtengelyű koordinátarendszerben

szilárdsági változások ilyen szempont szerint is értékelhetők lennének. A vizsgálatok folynak és ma már csak alakváltozás méréssel kiegészített kísérleteket végzünk.

Befejezésül—átgondolva a tanulmányban leírtakat—állíthatjuk, hogy a kőzetek műszaki megítélése, a velük szemben támasztott követelmények figyelembevételével, nem nélkülözheti a többtengelyű feszültségtérben végzett vizsgálatokat. Hiszen a kőzetek beépítése vagy felhasználása bizonyos igénybevételek, ill. hatások elviselését követeli meg. Az igénybevételek alapján a feszültségi és alakváltozási összetevők a kiválasztott vizsgált pontokban vagy felületeken számíthatók. (Lásd 1., 2., 3. összefüggést). A nyert eredményeket, a különböző fizikai állapotban meghatározott határgörbe ismeretében, az alkalmazott biztonsági tényezővel figyelembe véve úgy tudjuk értékelni, hogy a velük szemben támasztott követelményeknek milyen módon és milyen határok között tesznek eleget.

A triaxiális cellával dolgozó kutatók egyre jobban érezhetik a szoros nemzetközi együttműködések hiányát. Kívánatos, hogy triaxiális vizsgálatokra készüljön nemzetközi norma, melynek alkalmazása megkönnyítheti az eredmények értékelését és

összehasonlítását, biztosítaná az információcsere hatékonyságát, és nem utolsósorban lehetővé tenné a kísérleti munka koordinálását és szakosítását is.

## T R O D A L O M

- [1] *Bezuhov N. I.*: Bevezetés a rugalmasságtanba és a képlékenységtanba. Tankönyvkiadó. Budapest 1952.
- [2] *Gálos M.—dr. Kertész P.—Kürti I.*: Összeálló közetek műszaki megítélése alakváltozási vizsgálattal. *Mélyépitésstudományi Szemle* 1969. 2.
- [3] *Gálos M.—Kertész P.—Kürti I.*: Kőzetvizsgálat triaxiális nyomócellában. *Építőanyag* 1969. 11.
- [4] *Richter R.*: A Mohr-féle határgörbéről. Nehézipari Műszaki Egyetem. Miskolc 1966.
- [5] *Catalogue des caractéristiques géologiques et mécaniques de quelques roches Françaises.* Bordeaux 1969.

*Gálos M.—Kürti I.*: Kőzetzilárdsági tulajdonságok műszaki megítélése többtengelyű feszültségi állapot alapján

Az anyagvizsgáló módszerek és a vizsgálóberendezések fejlődése a figyelemet a többtengelyű feszültségállapot hatását figyelembe vevő vizsgálatok felé irányította. A triaxiális berendezések lehetőséget nyújtanak a kőzettulajdonságok jobb megismeréséhez, hiszen a tönkremenetel folyamatát és feltételeit kísérletileg tudjuk meghatározni. A triaxiális vizsgálatok mellett tért hódít a hengeres próbatestek alkotó irányú nyomóvizsgálata („Brazil vizsgálat”), mely összetett húzó-nyomó feszültségállapotban biztosítja a szilárdsági és alakváltozási vizsgálatokat.

A Budapesti Műszaki Egyetem Ásványi és Földtani Tanszék kőzetfizikai laboratóriumában készített triaxiális és alkotóirányú nyomóvizsgálatok a kiegészítő vizsgálatokkal, továbbá a kőzettani megfigyelésekkel összedolgozva bizonyítják a vizsgálatok tudományágon belüli meghatározó szerepét.

*Галос, М.—Кюрти, И.*: Оценка прочности пород на основе многоосевого напряженного состояния

Развитие методов испытания и испытательного оборудования привело к созданию методов испытания, основанных на состоянии многоосевого напряжения. Наряду с этим распространяется метод испытания

давлением цилиндрических образцов в главном направлении („бразильское испытание“).

В проведенной работе на основе триаксиальных испытаний и испытаний прочности при сжатии в главном направлении в сочетании с результатами дополнительных испытаний, а также петрографических наблюдений доказывается ведущая роль этих испытаний в данной отрасли науки.

*Gálos, M.—Kürti, I.*: Mehrachsige Festigkeitsuntersuchungen von Natursteinen

Die Entwicklung der Stoffprüfungsmethoden und der Prüfeinrichtungen haben die Aufmerksamkeit in die Richtung der den Einfluß des mehrachsigen Spannungszustandes beachtenden Prüfungen gelenkt. Die triaxialen Einrichtungen ermöglichen die bessere Erkenntnis der Gesteinseigenschaften, da der Prozeß und die Bedingungen des Verfalls experimentell bestimmbar sind. Neben den triaxialen Prüfungen verbreitet sich immer mehr die Druckfestigkeitsprüfung zylindrischer Probekörper in Mantellinienrichtung („Brasil-Prüfung“) welche die Festigkeits- und Formänderungsprüfungen in zusammengesetztem Zug-Druckspannungszustand gewährleistet.

Die im gesteinsphysikalischen Laboratorium des Mineralogie-Geologie Lehrstuhles der TU in Budapest durchgeführten triaxialen und in Mantellinienrichtung durchgeführten Druckprüfungen samt den Ergänzungsprüfungen und den petrographischen Beobachtungen beweisen die bestimmende Rolle der Untersuchungen innerhalb des Wissenschaftszweiges.

*Gálos, M.—Kürti, I.*: Multiaxial strength testing of natural rocks

The development of material testing and of the testing apparatus have emphasized the importance of multiaxial testing. Triaxial devices give a possibility to a better knowledge of rock properties, because the processes and conditions which finally lead to failure can be determined experimentally. Besides triaxial tests the compression of cylindrical samples along their generatrix („Brazil-test“) is often employed by which strength-deformation conditions can be determined in a complex tensile-compressive state of stress.

The rock physical laboratory of the Geological-Mineralogical Institute of the Budapest Technical University has carried out a high number of triaxial and along-generatrix tests and results compared with petrographical studies; such a complex approach proves the determinative role of these tests within the scientific branch.

## Egyesületi élet

A *Cementszakosztály* május 31-én tanulmányutat szervezett a 43. ÁÉV. 3. sz. Dunakeszi-i Házgyárába. A tanulmányút annak a programnak része volt, melynek keretében a Szakosztály vezetősége elő kívánja segíteni a cementet felhasználó nagyvállalatok technológiai rendszereinek megismertetését tagságával. Ezzel azt a célt is kívánja szolgálni, hogy a rendelkezésre álló eszközökkel elősegítse a műszaki-szakmai kapcsolatok továbbfejlesztését, és az igények és lehetőségek jobb egyeztetését. A Házgyárban tett látogatás során a

43. ÁÉV. részéről *Kézdí Anna* oszt. vez.-h. elvtársnő, a Gyár részéről pedig *Máthé Ferenc* gyártásvezető vezette a Szakosztály megjelent tagjait. Részletes tájékoztatást adtak mind az alkalmazott gyártástechnológiáról, mind a részükre szállított cementekkel szerzett tapasztalatokról. A jól szervezett, tiszta gyárban tett látogatás után a jelenlevők élénk megbeszélésen vitatták meg tapasztalataikat és a fennálló problémákat.

A Szakosztály vezetősége ezúton is köszönetet mond *Kercsmár György*

vezérigazgató-helyettesnek a látogatás lehetővé tételéért, valamint a kíséretet ellátó és a résztvevőknek részletekbenemő tájékoztatást nyújtó beosztottjainak.

*Dr. Sz. I.*

Egyesületünk *Cementszakosztályának lábatlani üzemi csoportja* június 6-án a helyi FMKT szervezettel, egy korábban kötött együttműködési szerződés alapján, közös rendezvényt tartott. A rendezvény keretében *Végh József* titkár ismertette a két helyi csoport f. évre tervezett rendezvényeinek programját, majd *Horváth Sándor* „Környezet-szennyeződéskörnyezetvédelem” címmel tartott figyelemre méltó előadást, amelyet élénk vita követett.

*Végh József*

# Acélműi csapolóüstök tűzállóanyagbélés fejlesztésének lehetősége\*

IVÓCS LÁSZLÓ — FILEP GYULA  
Ózdi Kohászati Üzemek, Ózd.

Az acélgyártás technológiájában bealott gyors fejlődés visszatükrözi a tűzállóanyagok kutatásában és fejlesztésében elért eredményeket is.

Az utóbbi években a csapolóüst bélésénél egyre nagyobb mértékben terjedt el a félsavas üsttégla, majd monolitikus bélést biztosító döngölőanyagok alkalmazása.

Tanulmányunk különböző minőségű tűzállóanyagok tulajdonságait, valamint a hazai szintetikus döngölőanyag előállításával és felhasználásával kapcsolatos kutatási eredményeket ismerteti.

## Félsavas üsttégla előállításával és alkalmazásával szerzett üzemi tapasztalatok értékelése

Félsavas üsttégla előállítása és alkalmazása az Ózdi Kohászati Üzemekben már az 1940-es években kezdődött meg. Abban az időben az ún. „Kova” téglát gyártották és alkalmazták. Az 1950-es években homok, agyag és félsavanyú téglatormelék bázison készült „silurit” és „odurit” téglák gyártása és alkalmazása került előtérbe [1]. Alkalmazásukat követező tulajdonságok tették indokolttá: salakok és olvadékok rombolóhatásának jobban ellenállnak, mint a samott-tégla, jobban bírják a hőingadozást is.

Általában a félsavas téglák porozitása nagyobb, mint a samott-téglaké, mégis az utóbbi két évtizedben mind az Ózdi Acélműben, mind pedig a külföldi acélművekben végzett vizsgálatok azt bizonyították, hogy a vasas salakokkal szembeni ellenállóképessége azonos, vagy nagyobb mint a samott-téglaké [2, 3].

Ennek okát abban kell keresni, hogy a két téglatípus porozitásának jellege merőben különböző.

A samott-téglák kb. 60%-ban tartalmaznak erősen tömörített soványító anyagot, melyről a kötőanyag égetés közben leválik, ezáltal kismennyiségű, de nagy átmérőjű pórusok keletkeznek. Ezzel szemben a félsavas gyártmányok nagyobb pórustérfogat mellett főképpen 5–10  $\mu$ -nál kisebb pórusokat tartalmaznak. Ezt mutatják egyébként a téglák gázáteresztő képességének vizsgálati eredményei is, mert amíg a samott-téglák 8–24% porozitás mellett 3,5–10,8 l. m./m<sup>2</sup>. ó. v. o. mm gázáteresztőképességgel rendelkeznek, addig a félsavas téglák gázáteresztő képessége 27–32% porozitás mellett is csupán 0,3–0,9 l. m./m<sup>2</sup>. ó. v. o. mm [4]. Mind ezen tulajdonságok befolyásolják a téglá ellenállóképességét a salak és az acél romboló hatásával szemben.

Az Ózdi Acélműben alkalmazott, valamint az Ózdi Tűzállóanyaggyár által 1940-től gyártott téglák összetételét és műszaki mutatóit az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban az egyes téglatípusok alkalmazásuk időrendi sorrendjének megfelelően szerepelnek.

Kísérleteink során a gyártmányok egyes mutatói javultak ugyan, de a javulás mértéke a tartósságnövekedésben nem realizálódott. A tartósságot a téglá minőségén kívül a következő üzemi tényezők is befolyásolják:

- a csapoló acél hőmérsékletének emelkedése,
- az acél üstben való tartózkodási idejének növekedése,
- az üstmedve által okozott sérülések aránya,
- a helyi kimaródások és a fugásodás mértéke,
- az üsthűtés intenzitása,
- a kritikus bélésvastagság meghatározásának bizonytalansága,
- a biztonsági bélés vastagsága,

\* A Szilikátipari Tudományos Egyesület 1972. évi Petrik Lajos pályázatán díjazott munka rövidített változata.

Sor-szám	Üsttégla megnevezése	Összetétel	Mutatói			Beépítés		Tartósság öntés/üst	Megjegyzés
			Térf. súly, g/cm <sup>3</sup>	L. porozitás %	Vízfelvétel %	kelte	jellege		
1.	Kova üst	70% ruzsinai pala 20% bányai anyag 10% poltári agyag	1,88	23,4	—	1953.06. hó-ig	üzemi	15	A ruzsinai pala importálása megszűnt
2.	Samott üst, SK30	60% samott-törés 40% bányai agyag	1,82	27,5	15,1	1953.06. hó-ig	üzemi	12,7	
3.	Odurit, 250 t-ás prés	10% samott-törés 56% silikol homok	1,90	23,0	12,1	1958.06. hó-tól	üzemi	16,8	40 tonnás üst
4.	Odurit, aplitos	10% samott-törés 56% silikol homok 34% bányai agyag	1,97— 2,01	10,6— 23,8	9,7— 12,4	1958.	kísérleti	17	A tartósság-növekedés nem realizálta a megnövelt betét-költséget
5.	Odurit, 1000 tonnás	34% samott-törés 30% silikol homok 36% bányai agyag	1,97— 1,98	21,0— 21,6	10,5— 10,9	1960.	üzemi	12—13	80 tonnás üst
6.	T <sub>2</sub> minőségű 52% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40% samott-pala 20% timföld 40% C <sub>2</sub> agyag	2,09	20,4	9,7	1960.	kísérleti	13	A tartósságnövekedés nem realizálta a megnövelt betét-költséget
7.	Odurit, Ru Kaolinos	40% samott-törés 20% silikol homok 27% bányai agyag 13% Ru kaolín	1,95	24,5	12,5	1964.	kísérleti	11,04	A szilárdságnövekedés a tartósságnövekedésben nem realizálódott
8.	Silurit, normál gyár	20% samott-törés 40% silikol homok	1,91	21,4	11,1	1964.	kísérleti	11,10	A 30 db kísérleti üst kisebb tartósságot mutatott, mint az odurit üst (havi átlaga 11,7)
9.	Silurit nagyszilárdságú	20% samott-törés 40% silikol homok 40% bányai agyag	2,05	20,0	10,2	1970.	kísérleti	13	A megnövelt előállítási költség, a tartósságnövekedésben nem realizálódott
10.	Nagy tömörségű félsavas	40% samott pala 20% mosott-homok 6% illit 20% bányai agyag 14% nemti agyag	1,86— 1,96	10,8— 22,8	5,5— 10,4		kísérleti	9,2	A téglák egyenlőtlenül használódtak el

— a rendelkezésre álló üstök száma és az üstbélés átlagos viselkedése az adott időszakban.

Az 1950-es évektől a kemencék betétsúlyát, így az üst térfogatát is növelték, ennek következtében növekedett az acél csapolási hőmérséklete és az

üstben tartózkodási ideje. Mindezek a belés egyenlőtlen elhasználódását okozták. Az üstök befogadóképességét, valamint a fajlagos tűzállóanyag felhasználást csak vékony, lépcsős üstfalazási módszerrel lehetett az optimális értéken tartani.

Az 1. ábrán bemutatott falazás szerint „Odurit” minőségű téglákkal készített 100 tonnás üst tartóssági adatait a 2. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adataiból kitűnik, hogy az ózdi acélmű üstbélés felhasználásának mutatói országos viszonylatban igen jónak mondhatók.

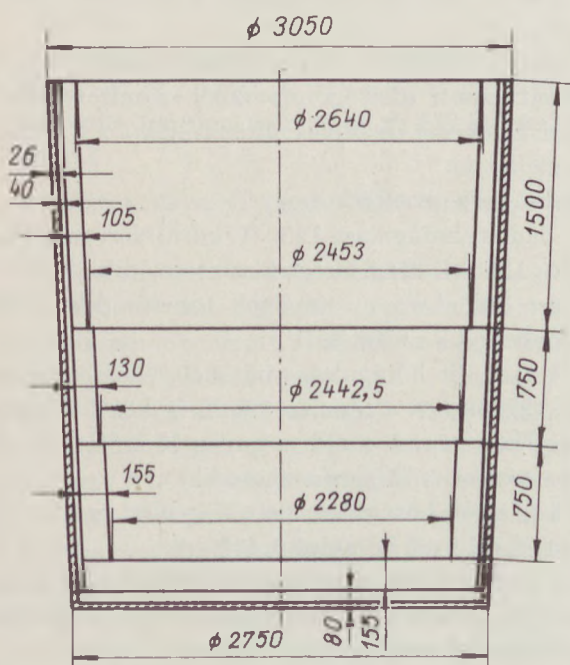
További javítást, az előbbieken felsoroltak miatt téglával falazott üstöknél gazdaságosan nem lehet biztosítani.

### Monolitikus belés tulajdonságai és alkalmazásának eddigi eredményei

Az acélglyaptártás utóbbi évtizedeiben egyértelműen bebizonyosodott a félsavanyú monolitikus belésanyagok alkalmazásának célszerűsége.

A monolitikus üstbélés jellemzője az, hogy csekély agyagtartalommal rendelkező félsavas jellegű, úgynevezett „tapadó homok”-ból döngölés, felszórás, vagy slingerezés útján fugamentes falazatot képez.

Néhány döngölőanyag összetételét a 3. táblázat



1. ábra. 100 tonnás üst falazási vázlatja

Megnevezés	N a p t á r i é v e k							
	1958.	1959.	*1962.	1963.	1964.	1964.	**1971.	1972.
Üsttartósági öntés/üst . . . . .	15,16	15,8	10,9	11,19	11,38	12,60	12,04	11,65
Téglafelhasználás kg/t acél . . . . .	10,71	9,80	8,59	8,36	8,31	7,58	7,31	7,82
Téglafelhasználás értéke: Ft/t acél . . .	12,55	11,48	10,07	9,78	9,70	9,00	10,96	11,73

Megjegyzés: \* jelölt = 90 tonnás üst  
 \*\* jelölt = 100 tonnás üst  
 jelzés nélküli = 40 tonnás üst

3. táblázat

Döngölőanyagok kémiai összetétele

Alkotók	Belga Ladelit	NSZK Rhenalit	Osztrák Friscosil	Magyar Silikol
SiO <sub>2</sub> % . . . . .	85,79	85,55	87,17	85,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	9,71	6,92	5,85	8,48
TiO <sub>2</sub> % . . . . .	0,98	0,48	0,30	0,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % . . . . .	2,37	1,86	2,00	0,29
CaO % . . . . .	0,58	0,85	0,46	0,53
MgO % . . . . .	0,43	0,51	0,53	0,52
K <sub>2</sub> O % . . . . .	0,12	0,72	—	nyom.
Na <sub>2</sub> O % . . . . .	0,02	0,22	—	nyom.
Izz. v. % . . . . .	3,18	—	1,69	4,16
PH érték % . . . . .	5	—	—	7
SK . . . . .	30/31	30/31	30/31	30/31

4. táblázat

Szemcseösszetétel vizsgálata

Szemcseméret	Ladelit %	Silikol nyers %
2 mm felett . . . . .	1,0	8,84
1—2 mm-ig . . . . .	0,3	14,84
0,8—1 mm-ig . . . . .	0,7	4,72
0,6—0,8 mm-ig . . . . .	0,6	3,10
0,5—0,6 mm-ig . . . . .	1,2	6,90
0,3—0,5 mm-ig . . . . .	6,9	9,12
0,2—0,3 mm-ig . . . . .	10,0	11,44
0,1—0,2 mm-ig . . . . .	20,3	12,10
0,09—0,1 mm-ig . . . . .	2,7	5,30
0,063—0,09 mm-ig . . . . .	9,0	8,02
0,063 mm alatt . . . . .	47,3	15,72

tartalmazza. A kémiai jellemzők, bár közel azonosak, teljességében nem határozzák meg az anyag tulajdonságát.

A félsavas téglák felhasználhatósági lehetőségeit befolyásolják:

- a homok szemcsemérete,
- a homokban levő kötőanyag ásványi felépítése,
- morfológiai tulajdonságok.

Ismeretes, hogy minél nagyobb mennyiségben vannak jelen a masszában a kvarcsejtszémcsék finomabb frakciói, annál kedvezőbben befolyásolják a képlékenységet [5]. A döngölőanyag képlékenységet a jelenlevő agyagásvány képződésétől függően a kaolinit csoportba tartozó anyagásványok is befolyásolják, de a homok mellett agyagásványként gyakran megtalálható a montmorrillonit, illit, klorit is.

Ismeretes, hogy az agyagásvány képlékenysége az agyag —

- víz rendszerben a következő tulajdonságokkal függ össze:
- az agyagásványban levő 5 μ alatti szemcsék mennyisége,
- az agyagásvány kristályok alakja és mérete,
- az agyagásvány ionjainak elektromos töltése,
- az agyagásvány felületi aktivitása,
- az agyagásvány szemcsék adszorbeált ionjaik hidratálódása,
- az agyag — vízrendszer konzisztenciája.

A különböző döngölőanyagok szemcsefelépítését a 4. táblázatban foglaltuk össze. A szemcseösszetétel adataiból megállapítható, hogy a silikol szemcsefelépítése durvább. A különböző döngölőanyagokból készített és 900 °C-on kiégetett próbatestek szilárdsága közel azonos értéket 110—120 kp/cm<sup>2</sup> — mutattak. Feltűnő volt a ladelit döngölőanyag megmunkálási ideje, ami 2,75 volt a silikol döngölőanyag 1,70 megmunkálási indexéhez viszonyítva.

A négy különböző anyag dilatációjának vizsgálatánál kapott dilatogrammból számított hőtágulási értékeket összehasonlítás céljából a 2. ábrán szemléltetjük.

Az ábrából leolvasható, hogy:

- a ladelit hőtágulása 1200 °C körül eléri az 1,3%-ot, 1300 °C után hirtelen szinterelődik. A tágulási különbség az anyagok tömörödésbeli különbségét is mutatja.
  - A rhenalit hőtágulása már 640 °C-nál eléri az 1,19%-ot, ez a tágulás 900 °C-ig közel állandó értéken marad, majd az anyag 1500 °C-ig fokozatosan — 3,75%-ra zsugorodik.
  - A friscosil hőtágulása 640 °C-ig eléri az 1,18%-ot, majd 1400 °C-nál az 1,44%-ot.
  - A silikol döngölőanyag tágulása 1400 °C-ig 1,5%, ezt követően hirtelen tágulást mutat. A tágulás mértéke 1580 °C-on kb. 5,5%.
- A termikus vizsgálatok DTA—TG—DTG ered-

Döngőlőanyagok ásványi összetételei a teljes anyagra vonatkoztatva

Ásványi összetétel	Ladelit %	Rhenalit %	Fricosil %	Silikol %
Montmorillonit . . . . .	—	—	3	—
Illit . . . . .	3	2	3	4
Kaolinit . . . . .	12	9	8	20
Kvarc . . . . .	74	76	82	68
Földpát . . . . .	—	2	—	—
Röntgenamorf . . . . .	11	11	4	8

### „Ladelit B” döngőlőanyaggal végzett ózdi kísérleti eredmények

A kísérletet 1971-ben végeztük el [8]. Felhasználáskor a döngölet megmaradó részéből megállapítottuk, hogy a döngöleten belül, az átalakulás mértékének függvényében makroszkópicusan három réteg különböztethető meg.

A: belső réteg,

B: átmeneti réteg,

C: külső, az acéllal érintkező réteg.

A: A belső rész a ladelit természetes színével megegyező, mely utal a kisebb mértékű átalakulásra. A második B rétegbe való átmenet fokozatos és 1—3 cm széles. Itt az anyag kissé halványabb, pirosasrózsaszínű.

B: Az átmeneti réteg 1—3 cm széles és egyenlőtlen vastagságban alakul ki. Struktúrája feltűnően inhomogén.

C: A külső réteg üveges jellegű, a barnás-fekete színű.

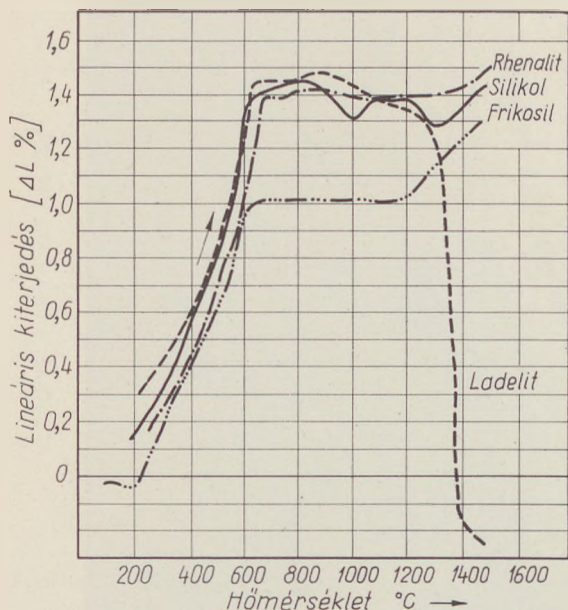
Szélessége 1,0—2,0 cm, ugyancsak fokozatos átmenettel fejlődött ki a B rétegből.

Feltűnő ezen a részen a számos üreg és nagyfokú porozitás, mely a gázképződéssel magyarázható.

A pórusok mérete igen változó. A mikropórusokon kívül vannak 2—3 mm átmérőjű pórusok is. A mikropórusok egyenletes elosztásban az egész külső kérgen megfigyelhetők. Nagyobb mértékű gázképződésre utalnak a külső felület kiforradásai. Mély üregek is megfigyelhetők, az üregek azonban nem hatolnak át, a külső kéreg anyagában mindig bezáródnak. Egységes kifejlődésű, 2—3 cm széles közbenső kéreg ismerhető fel a külső réteg szélén. E kéreg felülete erősen egyenetlen és kiforradásos. Morfológiai vizsgálat nem utal egynemű anyagra.

A „ladelit B” döngőlőanyagnak Nehézvegyipari Műszaki Egyetem által végzett vizsgálati eredményét a 6. táblázatban foglaltuk össze [9].

A döngölet használat utáni állapotát és az egyenlőtlen megmunkálás és felfűtési hiányosságra visszavezethető érzékenységét a 3. ábra szemlélteti.



2. ábra. Különböző eredetű döngőlőanyagok hőtágulása

ményeinek értékelését a következőkben foglalhatjuk össze:

— A DTG vizsgálat 100 °C körül az adszorpciós víz leadását jelzi. Ez a csúcs a ladelit és a szilikol anyagoknál jelentkezik. A ladelit anyagnál a rétegek közötti víz leadását a másodlagos csúcs jelzi, ami az illit ásvány jelenlétére enged következtetni.

— A DTA görbén az 550 °C-körül jelentkező endoterm csúcs az agyagok kristályvizének elvesztését jelzi. Ez a csúcs a ladelit anyagnál kissé alacsonyabb hőmérsékleten jelentkezik, ami hellyel típusú ásványtartalomra is engedett következtetni.

— A rhenalit anyagnál a derivatogram kvarc, kaolinit, illit és földpát, a fricosil anyagnál kvarc, kaolinit, illit montmorillonit és földpát jeleget mutat.

A minták ásványi összetételét is meghatároztattuk.

A teljes anyagra vonatkoztatott továbbá, külön-külön a 0,056 mm-nél kisebb és a 0,056 mm-nél nagyobb szemcseméretű frakciók ásványi összetételét az 5. táblázat tartalmazza.

A felsavanyú döngőlőanyagok vizsgálatánál kitént a belga ladelit döngőlőanyag azon tulajdonsága, hogy a hőmérséklet hatására erősen tömörödik, ennek következményeként az acél és a salak csak néhány milliméterre hatolhat be a bélés anyagába. E kedvező tulajdonsága tette lehetővé a ladelit döngőlőanyag elterjedését a nyugati államokban. Így Ózdön is a ladelit döngőlőanyag felhasználása került előtérbe.

6. táblázat

A „ladelit „B” döngölőanyag ásványi összetétele rétegenként

Ásványi összetétel	Nyers ladelit	Belső réteg (A)	Középső réteg (B)	Külső réteg	
				C (I.)	C (II.)
Kvarc, %	81	90	79	36	39
Krisztobalit, %	—	1	10	45	31
Kaolinit, %	12	6	—	—	—
Röntgenamorf, %	7	—	—	13	16
Mullit, %	—	—	11	6	4

A „ladelit B” döngölőanyag alkalmazásával az ózdi 100 tonnás acélüstök tartóssága kétszeresére növekedett. A tartóssági adatokat a 7. táblázat tartalmazza.

A 7. táblázatban közölt tartósság két-három fenéképítéssel volt biztosítható.

A második fenékeserénél az oldalbélés mellé új, kb. 130 mm vastag bélést döngöltünk egy méter magasságban. A táblázatban közölt tartóssági egyenetlenséget a 3. ábrán látható hiba-jelenségek okozták.

A „ladelit B” döngölőanyaggal a nagyobb tartóssági adatok ellenére 15,62 Ft/t anyagfelhasználási költség mutatkozott a téglával falazott üstök 13,62 Ft/t költségéhez viszonyítva. Ennek következményeként szélesebb körű alkalmazására nem kerülhetett sor.

### Hazai döngölőanyag előállítására irányuló kísérletek

Hazai vonatkozásban a szilikol döngölőanyaggal végzett döngöléses eljárás ismeretes. Mind a hazai, mind pedig a külföldi döngölőanyagok előbbiekben leírt hiányosságait szintetikus döngölőanyag előállításával igyekeztünk kiküszöbölni. Kísérle-

7. táblázat  
„Ladelit B” döngölőanyag tartóssági adatai

Kísérleti üst	A kidöngölés kelte	Üst tartósság döngölt-üst öntés	Téglával falazott üst
6. sz. üst	1971. augusztus 30.	19	—
10. sz. üst	1971. szeptember 3.	28	—
9. sz. üst	1971. szeptember 7.	27	—
8. sz. üst	1971. szeptember 11.	25	—
4. sz. üst	1971. szeptember 14.	24	—
10. sz. üst	1971. szeptember 22.	27	—
4. sz. üst	1971. október 14.	20	—
Átlag:		24,3	12



3. ábra. Ladelit „B” döngölőanyag állapota hiányos megmunkálás és feljűtés következményeként

teink során különböző hatóanyagokból és homokból döngölőanyagokat állítottunk elő, amiket „Cserszegi IF” és „Badurit” néven hoz az Országos Érc és Ásványbánya Vállalat forgalomba [10]. A két döngölőanyag kémiai összetétele a következő:

## Cserszegi IF. Badurit

SiO <sub>2</sub> , %	84,81	83,72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	9,02	9,99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	3,11	2,29
Izz. v. %	2,99	2,83
SK.	30	28

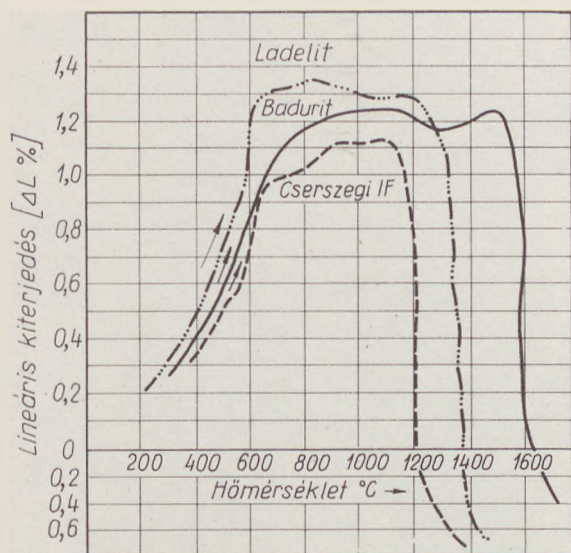
Szemcseösszetételük a következő:

Szemcseösszetétel mm-ben	Cserszegi IF.	Badurit
0,0 — 0,063	34 %	41 %
0,063 — 0,125	21 %	21 %
0,125 — 0,25	36 %	30 %
0,25 — 0,5	7,8 %	6,5 %
0,5 felett	1,2 %	1,5 %

Az anyagok plaszticitása kielégítette a bedolgozási feltételeket. Fischer-féle keménységmérővel mért bedolgozás utáni nyers szilárdság 95—100 egység között változott.

A kísérleti döngölőanyagok hőtágulását összehasonlítva a „ladelit B” döngölőanyagáéval a 4. ábrán közöljük. A döngölőanyagok ásványi összetételét a 8. táblázat tartalmazza.

Felhasználáskor a „badurit” döngölőanyagon

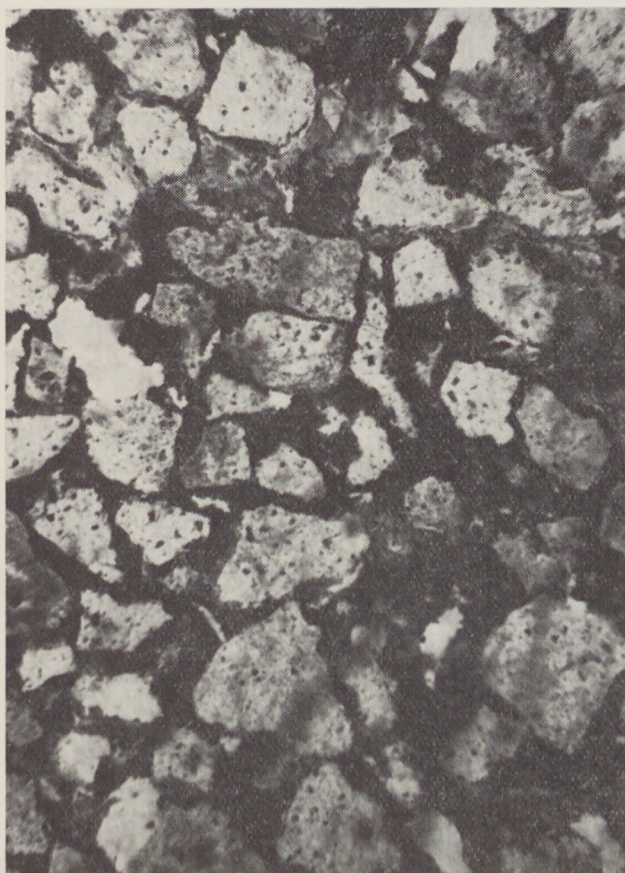


4. ábra. Különböző hazai döngőlőanyagok hőtágulása

8. táblázat

Hazai döngőlőanyagok ásványi összetétele

Döngőlő- anyagok megnevezése	Ásványi összetétel %-ban					
	Kvarc	Kao- linit	Illit	Hidra- gillit	He- matit	Amorf és egyéb
Cserszegi I. F.	76	16	3	—	—	5
Badurit . . . . .	80	15	—	3	2	—



5. ábra. A réteg szövete, kötőanyag egyenletes eloszlásban ( $N = 100$ )



6. ábra. „B” réteg likacsos szövete (Kvarc Q, plagioklász P, kötőanyag Ó, likacsok 1/N = 100)

négy réteget különböztethetünk meg [11]. A legkülső „A” réteg: vöröses, földes megjelenésű, morzsálékos, vízben kissé szétmáló, de nem plasztikus, likacsos, nedvszívó, alacsony szilárdságú (5. ábra). A kvarchomok között a kötőanyag jól elkülöníthető.

Néhány biotit lemezke látható 0,5—1,0 mm-es csomókban, sávokban fehér megolvadt kaolin észlelhető, mely a többi rétegben is változatlan megjelenésű, kissé üreges.

A réteg vastagsága egyenletes, kb. 2 cm. Határa fokozatos átmenetet mutat.

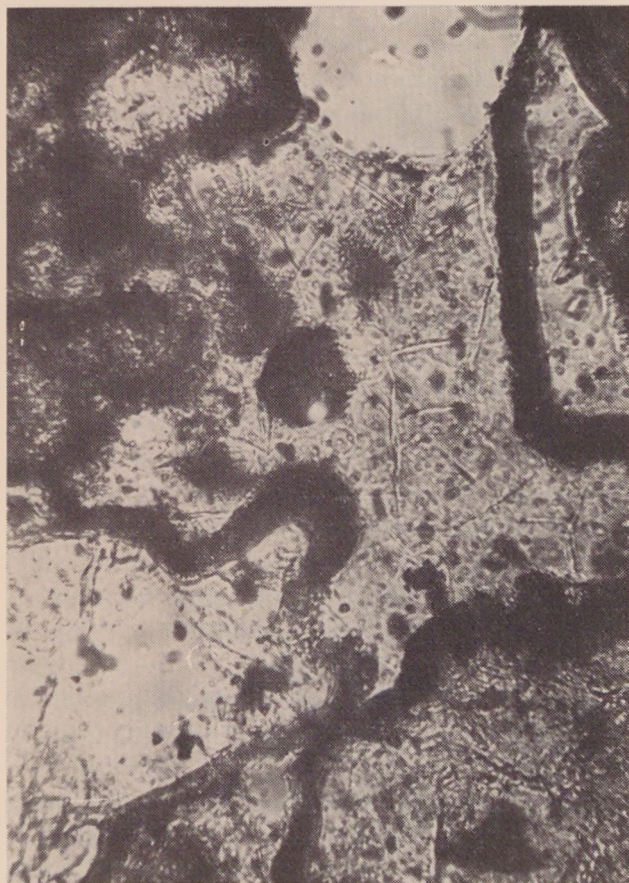
„B” réteg színe fokozatosan barnásvörösbe, barnába ment át. Az összes egyéb jellegét tekintve az „A” réteghez hasonló (6. ábra).

Befelé haladva az anyag fokozatosan megszilárdul, majd egyenletesen csaknem éles határ mentén különül el a „C” rétegtől. A „C” réteg fekete színű, tömör, kissé likacsos, nedvszívó, vízben is szilárd anyag (7. ábra).

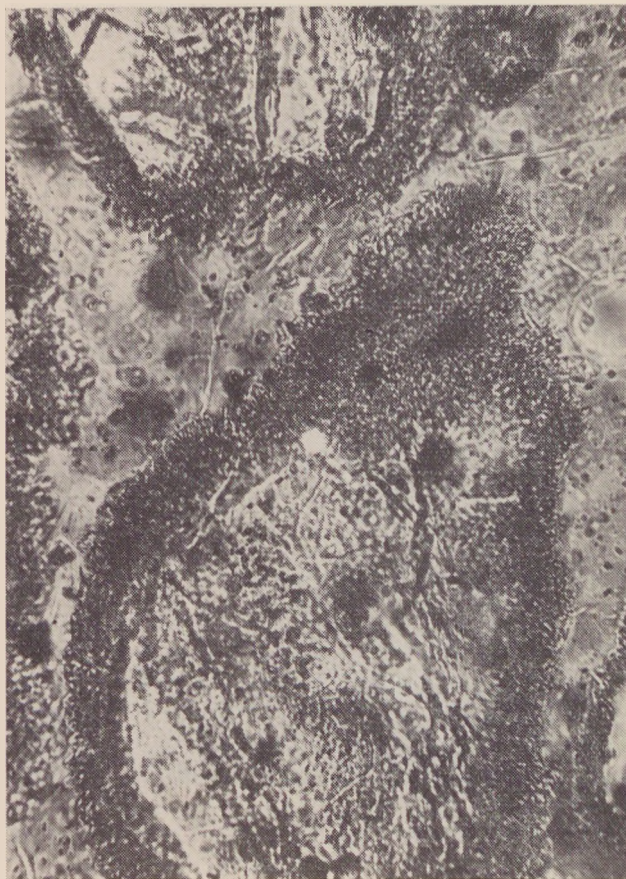
A hatóanyag a szemcsék felületére olvadt, vékony fekete kérget alkot, a szemcsék felülete összenőtt.

A vastagság a „D” réteg egyenetlen határa miatt 1—2 cm között változik. Az átmenet itt is éles.

A „badurit” hatóanyag a „D” réteg tulajdonsá-



7. ábra. „C” réteg szövete, szilikátüveg mullit rostokkal ( $N = 250$ )

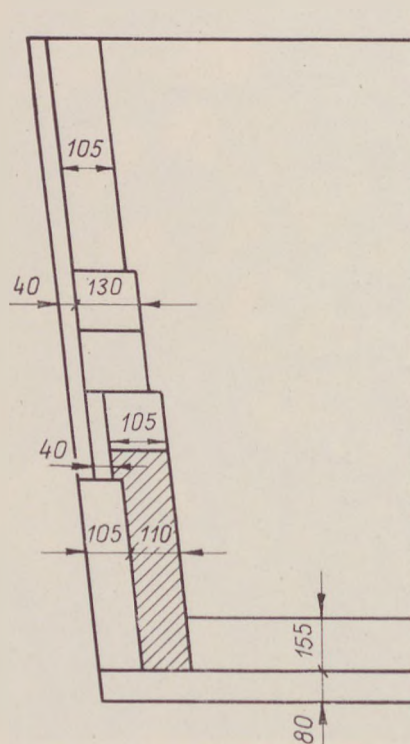


8. ábra. „D” réteg szövete, tridimetesedő kvarc a szilikát üvegben ( $N = 100$ )

gát azáltal teszi kedvezőbbé, hogy a hatóanyag és a kvarc szemcsék zsugorodása következtében a szemcsék és a hatóanyag közötti hézag megnő, ezáltal hőszigetelőbb lesz. A porcelán réteg a mullittal biztosítja a szilárdságot, másrészt a hatóanyag azáltal, hogy a keletkezett mullit bevonja a kvarc szemcséket, a réteg szilárdabb lesz, a megolvadás-kor keletkezett ásványtartalom ellenállóbbá teszi a döngölőanyagot a gyors felfűtés során keletkezett feszültségekkel szemben.

A 8. ábrán látható D rétegben a kvarc törmelék eddig tömör illeszkedése megszűnik. Az üveges fázis nagymennyiségű megjelenése folytán a megmaradt szemcsék szétáztak. A világosbarna, barnásszürke anyagban, 0,01–5 mm-es pórusok, hólyagok jelennek meg. A hólyagok belsejét fekete üvegréteg borítja. Az üveg kis lencsékben élénk zöld színű, vastagsága 1–1,5 cm. A réteg egyenlőtlen, belső felülete felhabzott és lyukacsos. A mélyedéseket csokoládésbarna, erősen mágneses szilikátos anyag tölti ki.

A hólyagok alakja és elhelyezkedése a kéreg erős mozgására utal. A kéreg 0,5–10 mm vastag. A hatóanyag bomlásából keletkezett üvegfázis, kedvező viszkozitása miatt, üzemeltetési szem-



9. ábra. Cserzei I. P. döngölőanyag alkalmazásának vázlatja



10. ábra. Cserszegi I. P. döngőlőanyag állapota a 8. adag után



11. ábra. Badurit döngőlőanyag megmaradó része 21. öntés után

pontból ideálisnak mondható, mivel a döngőlőanyag lágyulása csak az acélöntés hőmérsékletének tartományába indul meg. Az üvegfázis feszültségmentes lehűlése a felhevülés többszöri ismétlése esetén is stabil zománcszerű burkolatot ad. A habos réteg kiöntődik, majd a következő öntésnél újratermelődik. Az üst gyakorlatilag addig marad üzemben, amíg a bedöngölt réteg vastagságának természetes esökkenése kielégíti az üzembiztonság feltételeit.

### Üzemi kísérletek hazai előállítású szintetikus döngőlőanyagokkal

#### Kísérletek Cserszegi I. P. döngőlőanyaggal

A Cserszegi I. P. anyagból a 9. ábrán látható vázlat szerinti gyűrűt döngöltünk. A döngőlőanyag nedvességtartalma 7,8% volt. Az üst a 8. adagig volt forgalomba, mivel a 8. adag után keletkezett tapadvány a feneket kiszakította. Fenékrongálás miatt az üstöt üzemen kívül helyezték. A bé-

9. táblázat

„Badurit” hatóanyaggal készített üstök tartóssági adatai

Sor-szám	Kísérlet kelte	Üst-szám	Tartósság/öntés/üst	Kiinduló méret/ /mm	Megjegyzés
1.	1972. VI. 17—26.	10	21	F : 170 K : 175 A : 185	Az üst a 14. adag után fenékeserét kapott. Az oldalbélés döngölét javítva nem volt. A megmaradt bélés átlagos vastagsága 90 mm.
2.	1972. X. 29— XI. 8.	4	25	F : 155 K : 175 A : 170	A 12. adag után a fenékesere és alsó gyűrű bedöngölésére került sor. A 20. adag után a salakzóna kikenő masszával javítva lett. A bélés megmaradó részének átlagos vastagsága 65 mm.
3.	1972. XI. 19—26.	13	15	F : 120 K : 160 A : 170	A minta szétterjedése miatt, az oldalbélés vastagsága a fenéknél 170 mm volt. A keverő salak erősen igénybevette a salakzónát. A 9. adag után fenékesere és oldalbélés javítás történt. A fenékeserénél gyűrűt nem döngöltek be. A 15. adag után az üst alsó 30 cm magasságában a bélés egy helyen a köpenyig elhasználódott. A kritikus zónán felül a bélés megmaradó részének vastagsága 110—130 mm volt.

lés kitörésénél a döngöletet megmértük, annak vastagsága a fenék irányában 90—50 mm között változott. A döngölet állapotát a 10. ábra szemlélteti.

#### Üzemi kísérletek „Badurit” döngölőanyaggal

Kutatási eredményeink lehetővé tették a nagy alapanyagbázisra épülő „badurit” hatóanyagból készült döngölőanyag előállítását. A „badurit” típusú döngölőanyaggal 1972-ben öt alkalommal folytattunk kísérletet.

Teljes kampányon keresztül az öt üstből három-üstöt üzemeltettünk. Kampány közben két üst bélést elhasználódás vizsgálata céljából megfúr-  
tuk, és ezeket az üstöket a további üzemeltetésből kivontuk. A kísérlet olyan üzemi viszonyok között folytatódott le, amikor a csillapított és a csillapítatlan adagok aránya 40/60% helyett 20/80%-nak megfelelően alakult, a salak és az acél hosszabb ideig tartózkodott az üstben, a ladelit döngölőanyaghoz hasonló javítást csak egy alkalommal végezhattünk.

A döngölet elhasználódása minden esetben az üstfenéktől felfelé számítva 400 mm magasságig volt a legnagyobb. Az elhasználódás jellegét a 11. ábra szemlélteti.

Teljesen az üzembiztonság feltételeig végig üzemeltetett üstök átlagos tartóssága 20 öntés, a téglával falazott üstök 11,34 öntés tartósságához viszonyítva. A kísérleti üstök tartóssági, javítási adatait időrendi sorrendben a 9. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat adataiból kitűnik, hogy a badurit döngölőanyag elhasználódása kb. 50%-a a félsavas téglá elhasználódásához viszonyítva. Az elhasználódás mértékéből érzékelhető a tűzállóanyag fejlesztési iránya.

#### I R O D A L O M

- [1] Nagy Ferenc (1959) Kohászati Lapok 2—3 sz. 70—76 old.
- [2] Tóth István—Dr. Terényi Gyula, Nagy Lajos (1967) ütijelentés.
- [3] Zsuponyó Gyula—Ivócs László : (1973) Ütijelentés
- [4] Ivócs László—Dr. Terényi Gyula (1968) Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1968. évi pályázati tanulmánya.
- [5] Filep Gyula (1971) FMKT országos pályázat tanulmánya.
- [6] Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet (1970) V-2845 sz. és Vizsgálati jelentés.
- [7] Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet (1970) V-2872. sz. vizsgálati jelentés.
- [8] Kovács Zoltán—Hevesi Imre—Dr. Petrei Lajos : (1973) Kohászati Lapok.
- [9] Dr. Nemező Ernő—Dr. Varju Gyula (1971) Tanulmánya.
- [10] Filep Gyula—Ivócs László (1972) Petrik Lajos 1972. évi pályázatának tanulmánya.
- [11] Dr. Csillag János (1972) Vizsgálati jelentés.

#### Ivócs László—Filep Gyula: Acélmű esapóüstök tűzállóanyagbélés fejlesztésének lehetősége

A különböző típusú tűzállóanyagokkal végzett kísérletek igazolták a ladelit döngölőanyag kedvező tartósságát a téglával falazott üstökhöz viszonyítva. A ladelit döngölőanyagot az összehasonlító, kedvező tulajdonságokkal rendelkező félsavas téglához viszonyítva az ózdi acélműben gazdaságosan nem lehetett alkalmazni. A kísérlet során bizonyítást nyert, hogy van lehetőség hazai anyagból is a ladelit döngölőanyaghoz hasonló tartósságú döngölőanyag előállítására. A kísérlet során bizonyítást nyert, hogy nagy tartósságú döngölőanyag előállítható „badurit” típusú hatóanyag és megfelelő szemeszerkező kvarchomok helyesizni keverésével is, ami lehetővé teszi a hatóanyag exportálásával a dunamenti országokban a nagy tartósságú döngölőanyag előállítását.

#### Ивоч, Л.—Филеп, Д.: Возможности развития огнеупорной футеровки выпускного ковша на сталелитейных комбинатах

Эксперименты, проведенные с различными типами огнеупорных материалов, подтвердили, что леделитовый трамбовочный материал является более стойким по сравнению с ковшами, футерованными кирпичом.

Однако, применение леделитового трамбовочного материала на оздском сталелитейном комбинате является неэкономичным по сравнению с полукислым кирпичом, обладающим положительными свойствами. В ходе экспериментов было установлено, что имеется возможность для получения леделитового трамбовочного материала, обладающего аналогичной стойкостью, так же и из отечественных материалов.

В ходе экспериментов было также установлено, что трамбовочный материал высокой стойкости может быть получен из материала типа „бадурит” путем его смешивания с кварцевым песком соответствующего зернового состава. Полученные результаты открывают возможность для приготовления из экспортируемого действующего материала трамбовочного материала высокой стойкости для стран, расположенных по течению Дуная.

#### Ivócs, László—Filep, Gyula: Entwicklungsmöglichkeiten der feuerfesten Auskleidung von Stahlwerksschieffpfannen

Die mit verschiedenen feuerfesten Stoffen durchgeführten Versuche zeigten gegenüber den Ausmauerungen der Pfannen, eine günstigere Standfestigkeit der Ledelit-Stampfmasse.

Die Ledelit-Stampfmasse konnte im Stahlwerk Ózd (Ungarn), mit den, über günstige Eigenschaften verfügenden halbsauren Steinen verglichen, nicht wirtschaftlich angewandt werden. Im Laufe der Versuche wurde erwiesen, daß bzgl. der Standfestigkeit auch aus einheimischen Stoffen, der Ledelit-Stampfmasse ebenbürtige Stampfmassen hergestellt werden können. Auch durch das Mischen eines Wirkstoffes vom Typ „Badurit“, mit einem Quarzsand entsprechender Körnung an Ort und Stelle, kann eine Stampfmasse großer Standfestigkeit gewonnen werden, wodurch mit dem Export des Wirkstoffes dessen Herstellung in den Donauländern ermöglicht wird.

#### Ivócs, László—Filep Gyula: Development of the Refractory Lining of Steelplant Casting Ladles

“Ladelite” ramming body is superior as a ladle lining as contrasted to the usual brick-lined ladles. In the Ózd steelplant however ladelite was less economic than semi-acid bricks. A ramming body of the “ladelite” type was prepared of Hungarian raw materials by mixing a material (trade-name: Badurite) with quartz sand of suitable particle size distribution. The ramming body can be site-produced too. Export possibilities exist for the Danubian countries.

# Durvakerámiai agyagok felhasználása a finomkerámia iparban

LENKEINÉ VÁNDOR MÁRIA  
BOSZILKOV VLADIMIR

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A finomkerámiai ipar porcelán és fajansz termékeinek nagy részéhez továbbra is igényli a magas alumíniumoxid tartalmú, fehérre égő, főleg kaolinit bázisú nyersanyagokat. Emellett az utóbbi években kidolgozott nagy fedőképességű mázak alkalmazása lehetővé tette, hogy egyik nagy nyersanyag mennyiséget igénylő termékéhez, a falburkolócsempé gyártásához a korábban durvakerámiai agyagként számoltartott vörösreégő, meszes, ill. mészmertes agyagokat használja.

Kiválasztva az ipar egyik fehérre égő csempemasszáját és a benne lejátszódó reakciókat, a vörösreégő masszában végbemenő reakciókkal összehasonlítva, kimutatható némi különbség köztük, de az égetés során kialakuló főbb fázisok közel azonosak, amint azt az alábbi ábrákon láthatjuk.

A fehérre égő massa plasztikus része főleg kao-

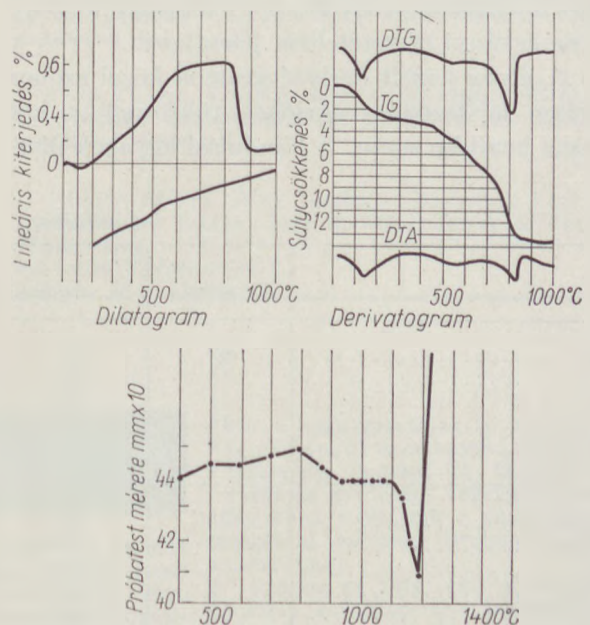
linit agyagásvány tartalmú fehérre égő kaolin. A vörös massa plasztikus komponensei a kurdi és a nemti agyag. A nemti agyagot évtizedek óta használja a durva és finomkerámiai ipar. A Tolna megyei Kurdon bányászott vasoxid és mésztartalmú pannon agyag, melynek kiváló sajtolhatósági tulajdonságai adtak alapot csempegyártásra való felhasználásra, kevésbé ismert. A két színesre égő agyag kémiai és ásványi összetételét 1. táblázat mutatja.

A két agyag dilatogramját, derivatogramját és hevítómikroszkópi zsugorodási viselkedését az 1. és 2. ábra mutatja.

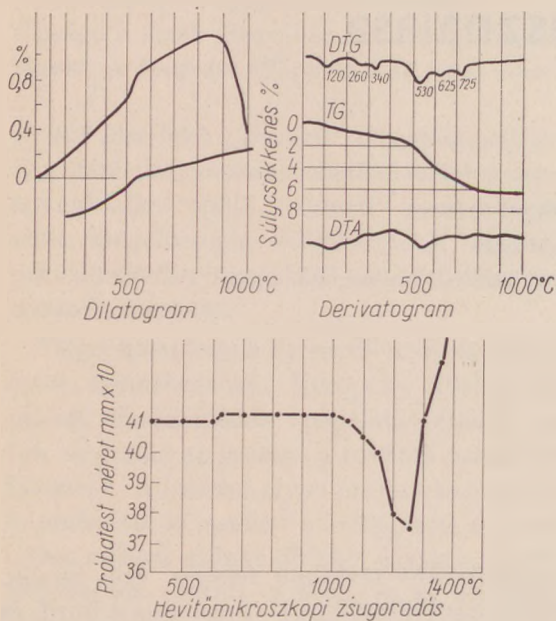
A hevítómikroszkópi vizsgálat szerint a kurdi agyagban 1100 °C-ig zsugorodás mentes reakciók játszódnak le, a nemti agyag zsugorodása 1000 °C-

1. táblázat

	Kurdi agyag	Nemti agyag
Izzv. ....	12	6
SiO <sub>2</sub> ....	51	60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	15	19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	5	6
CaO ....	7	1
MgO ....	5	2
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O ....	4	4
kvare ....	16	22
kaolinit ....	10	31
illit ....	16	37
klorit ....	4	—
montmorillonit ....	6	—
földpát ....	5	—
dolomit ....	7	—
röntgenamorf ....	27	10
5 mikron alatti szemesék % ....	60	40
Fajlagos felület, m <sup>2</sup> /g ....	70	18
Vízgőzadszorpció g víz/100 g anyag ....	4,6	1,3
Nyersszilárdság, kp/cm <sup>2</sup> ....	170	37



1. ábra



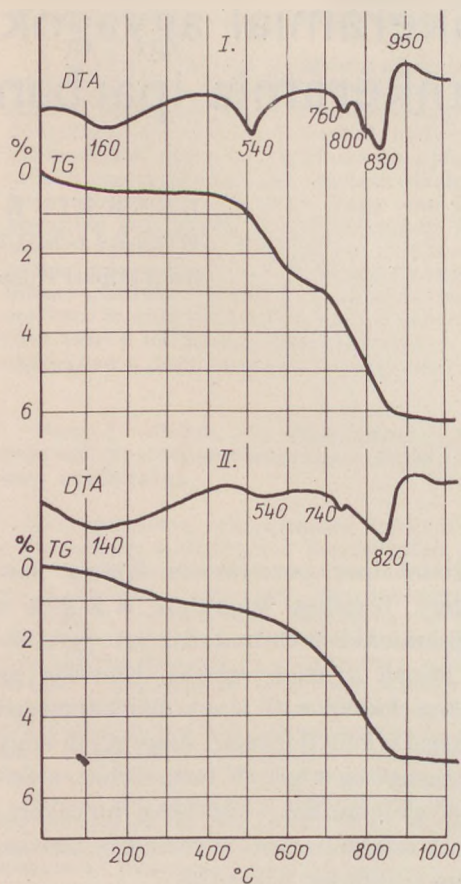
2. ábra

on kezdődik. 1050 °C-on égetve a kurdi agyag 16% a nemti 5% porozitással rendelkezik.

A kurdi agyag Na-tannát, Na-humát, Na-tripolifoszfát elektrolitokkal folyósítva 40–45% szárazanyag tartalmú tixotrop jellegű iszapot képez. A nemti agyagból a fenti elektrolitokkal 60–65%-os szárazanyag tartalom mellett érhető el az atomizeres porlasztásra alkalmas 80–150 cP iszapvizkozítás.

Visszatérve a két vörösre égő agyagot tartalmazó vörös csempemassza és a fehérreégető részben import kaolint, részben hazai tűzálló agyagot tartalmazó fehér massa viselkedésének összehasonlítására, a kémiai és ásványi összetételeket tartalmazó 2. táblázatból látjuk, hogy lényeges különbség az ásványi összetételben jelentkezik.

A 3. ábrán közölt derivatogramok közel azonos hőfokon lejátszódó reakciókat tükröznek a két massa hevítése során. A kiindulási agyagok disz-



3. ábra

perzítás fokának különbözősége folytán a vörös masszában a reakciók kevésbé élesek. A rétegekőzi víz eltávozását jelző endoterm reakció — 140–160 °C-on — a vörös masszánál jelentős, a fehérnél kis mértékű súlyvesztéssel játszódik le. Az 540 °C-on lejátszódó endoterm reakció az agyagásványok szerkezeti vizének eltávozását jelzi. A karbonátok bomlása mindkét masszában 740–830 °C között megy végbe. A fehér masszák DTA görbéjén megfigyelhető a dolomit bomlására jellemző kettős endoterm csúcs. A vörös masszánál a karbonátok bomlása 740 °C-tól folyamatosan megy végbe 820 °C-ig.

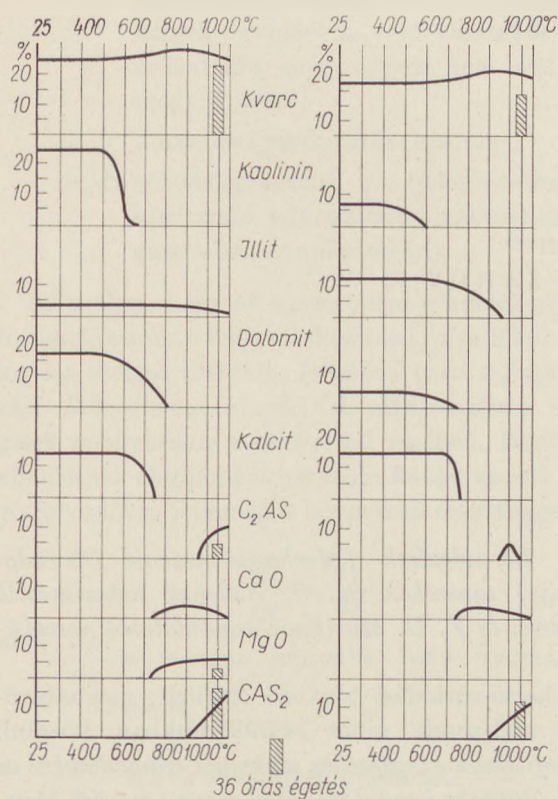
A két masszában végbemenő fázisváltozásokat a 4. ábrán szemléltetjük. Az ábrát a SZIKKTI Szilikátkémiai osztályán levő RIGAKU DENKI röntgendiffraktométerrel végzett mennyiségi meghatározás, valamint az OGIL labor Guinier-Lenné magas hőmérsékletű filmregisztrálású röntgen kamrájában készített felvételekből szerkesztettük.

36 órás égetési idővel kiégetett minták fázisösszetételének mennyiségi meghatározásával, az üzemi körülmények között kialakuló összetételt tükrözik az ábrán vonalkázással jelölt területek.

A 4. ábrán látható, hogy a masszában levő kvarc mennyisége csak a hosszan tartó 36 órás égetés so-

2. táblázat

	Fehérre égő I. massa	Vörösre égő II. massa
SiO <sub>2</sub> .....	62	57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18	17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1	6
CaO .....	14	13
MgO .....	4	3
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O .....	1	4
Kvarc .....	25	16
Kaolinit .....	25	7
Illit .....	4	12
Földpát .....	2	6
Kalcit .....	15	15
Dolomit .....	18	5
Amorf .....	11	38



4. ábra

rán csökken 2—3%-kal. A kaolinit és illit kristályok teljes szétesése a fehér masszában valamivel magasabb hőfokon játszódik le, mint a vörösre égőben. A dolomit és kalcit bomlási hőfoka közel azonos.

Az új fázisokki alakulása 750 °C-tól figyelhető meg. A fehér masszában a karbonátok bomlása után CaO, MgO van jelen, a vörös masszában MgO nem figyelhető meg. 950 °C-on átmeneti fázisként gehlenit (C<sub>2</sub>AS) képződik. Mennyisége az égetési idő vagy az égetési hőmérséklet növekedésével folyamatosan csökken. 36 órás égetés után csak a fehérre égő masszában van jelen.

1000 °C körül mindkét masszában stabil új fázisként jelenik meg az anortit (CAS<sub>2</sub>). Mennyisége a hőmérséklet és az égetési idő növekedésével nő.

A 36 órás égetési idővel, üzemi körülmények között égetett masszák fázisösszetétele:

3. táblázat

	Fehérre égő I. massa	Vörösre égő II. massa
Kvarc .....	23	13
Anortit .....	17	13
Gehlenit .....	4	—
Periklász .....	5	—
Rönigenamorf .....	51	74

A kristályos fázisok mennyisége 36 órás égetés után a fehérre égő masszában nagyobb. Gehlenit és periklász csak a fehér masszában mutatható ki.

A fenti vizsgálatokat a masszából készült termékek szabványos vizsgálatával kiegészítve megállapíthatjuk, hogy a vörösre égő agyagokból a fehérre égő kaolinites nyersanyagokat tartalmazó fehér masszával közel azonos tulajdonságú termék készíthető.

Néhány szám megvilágítja, hogy mit jelent ez nyersanyag felhasználás szempontjából. 1973-ban a finomkerámia ipar vörösayag szükséglete 6000 tonna, 1974-ben az igény 20 000 tonnára nőtt. A most készülő öt éves terv elfogadása esetén az igény ennek többszöröse lesz.

A vörösayag szükséglet kb. 50%-a nemti típusú, 50%-a kurdi típusú agyag.

A finomkerámia ipar fejlesztési terveit és hazánk földtani viszonyait figyelembe véve az ország különböző területén előforduló hasonló típusú színesre égő agyagok felmérésére van szükség.

Ленкеи, Вандор М.—Босильков, В.: Применение грубокерамических глин в промышленности тонкой керамики

Frau Lenkei, Vándor, Mária—Bosilkow, Wladimir: Verwendung grobkeramischer Stoffe in der feinkeramischen Industrie

Vándor, Mária (Mrs. Lenkei)—Bosilkow, Vladimir: Utilisation of Bricks Clays in the Industry of Ceramic Whitewares

## Egyesületi élet

Durvakerámiai Szakosztályunk Somogy—Zala megyei csoportja május 6-án Kaposvárott a MTESZ székházában gyűlést rendezett, amelyen részt vettek a Somogy—Zala megyei Téglá- és Cserépipari Vállalat mű-

szaki és gazdasági vezetői. A csoport titkára beszámolt a szervezet három évi munkájáról és ismertette a folyó évi munkatervvel összefüggő tennivalókat. A hozzászólásokból kitűnt, hogy az 1974. évi rendezvények kö-

zül a tagságot főleg a jugoszláviai tanulmányút és a karbantartók konferenciája érdekli. A vállalat műszaki és gazdasági vezetői hozzászólásukban méltatták a csoport segítségét a vállalati problémák megoldásában.

Ezután az 1974. évi vezetőségválasztás előkészítésére jelölőbizottságot választottak.

Keller Antal

# A képlékeny agyag aprításának matematikai elemzése

G Ö M Z E A. L Á S Z L Ó

Épületkerámiai Vállalat, Budapest

T U R E N K O A. V. — N A Z A R O V V.

Moszkvai Építészeti Egyetem

## Bevezetés

Az agyag szerkezetéről, fizikai, mechanikai tulajdonságairól alkotott elképzeléseink alapján megállapítható, hogy jó minőségű terméket képlékeny sajtoláskor csak akkor kaphatunk, ha az agyagmassza eredeti szerkezetét a nyersgyártás technológiai folyamatában megfelelően megváltoztatjuk. Már ekkor ki kell alakítani a termék olyan szerkezetét, amely biztosítja a készárú jó minőségét, a megkövetelt nyomószilárdságot. A kerámia ipar nyersgyártó sorainak egyik legelterjedtebb géptípusa a sima palástfelületű hengeres törő. M. J. Szapoznyikov [1] szerint megkülönböztetünk durva hengerművet, ahol a réstávolság  $t < 3$  mm és finom hengerművet, ahol  $t \geq 3$  mm. Ezeken a gépeken széles határok között változtathatjuk a nyíró és nyomófeszültségek értékeit a réstávolság megválasztásával. Ugyanakkor az aprított agyag minősége és szerkezete nagyban függ a résben keletkező nyírófeszültségek nagyságától.

L. L. Koslják [2] szerint hengerművek tervezésekor a legnagyobb figyelem az agyagrögök szétnyomására fordítódik, holott megfelelő feltételek biztosításával őrlelkor a massa képlékenysége is növelhető. Több hengerpárból álló sorok alkalmazásakor például az agyagban a képlékenység növekedése és a keveredés mellett bizonyos homogenizálódás is végbemegy.

Ezek alapján egy olyan módszer kidolgozása, amely megmagyarázza az agyag keveredését a hengermű részében, meghatározza a sebességgradienst, a masszában keletkező nyírófeszültséget, a hengerekre ható feszítőerőt, a felületi nyomást, a fékezési erőt és az energiafelvételt: valamint a dinamikai viszkozitás értékét — nagy jelentőségű.

Ilyen módszert sikerült kidolgoznunk a Moszkvai Építészeti Egyetem (M. I. SZ. I.) gépész karának

Gépi Berendezések (Mechanicszeszkoje Oborodovanyije) tanszékén Sz. G. Szilenok tanszékvezető helyettes, és V. D. Martunov kandidátusok vezetésével.

A belső-súrlódási tényező értékeit, meghatározási módszereit nincs szándékunkban közölni. A grafikonok készítéséhez szükséges számadatokat az A. V. Turenko kandidátus által vezetett csoport kísérletei alapján kaptuk egy meghatározott bányagyagra 22% nedvességtartalomnál. A gőzfeltárásos technológiát és az ezzel járó hőmérsékletemelkedést nem vettük figyelembe.

Jelenleg még hiányosak az ismereteink az agyagmegmunkáló gépek tervezéséhez szükséges adatok pontos meghatározásához. Gyakori, hogy a készárú nem éri el a várt minőséget annak ellenére, hogy a szárítás és az égetés szigorúan a technológiai előírásoknak megfelelően történt.

Célunk a simahengermű részében lejátszódó folyamatok matematikai levezetése, és grafikus ábrázolása a KEMA-A/WF10/650 típusú hengeres törő példáján. Ismeretes, hogy a víztartalom az agyagmassza képlékenységének egyik fő meghatározó tényezője. Hajnal Lajos [3] szerint az agyag szilárdságát 15—20%-os víztartalomnál veszíti el. A nyersgyártáskor használt agyagjaink nedvessége általában eléri, vagy meghaladja a 15—20%-ot.

Az utóbbi évek kutatásai a képlékeny agyag folyására különböző műszereken (kapilláris és rotációs viszkoziméter stb.) és gépeken azt igazolják, hogy az agyagmassza úgy viselkedik, mint nagy viszkozitású összenyomhatatlan folyadék a

$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dx} \quad (1)$$

egyenletnek megfelelően.

ahol  $\tau$  nyírófeszültség;  $\text{kp/cm}^2$ ,

$\tau_0$  nyírófeszültségi határérték (az az érték,

amelynél az agyag szerkezete, részecskéinek egymáshoz való viszonya külső erőhatásra még éppen nem változik meg);  $\text{kp/cm}^2$ ,

$\eta$  dinamikai viszkozitás;  $\text{kps/cm}^2$ ,

$du/dx$  sebességgradiens,  $1/\text{s}$ , (jelen esetben az aprítandó agyagmassza sebességgradiense a hengermű részében).

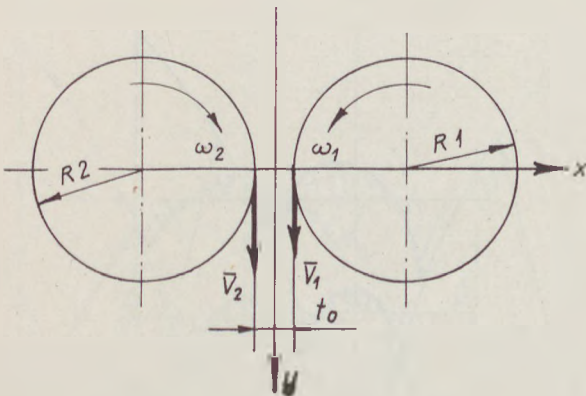
Az a tény, hogy az agyag *folyása* képlékeny deformáció esetén a nagyviszkozitású folyadékok analógiája szerint történik, lehetővé teszi a *folytonosági hidrodinamikai elmélet* alkalmazását agyagunk analízisekor a hengermű részében. Ennek az elméletnek alapján két határoló felület között mozgó folyadéokra jellemző a következő összefüggés:

$$\frac{dp}{dy} = \frac{d\tau}{dx}, \quad (2)$$

ahol  $\frac{dp}{dy}$  a mozgás irányába ható nyomásgradiens,  $\frac{\text{kp}}{\text{cm}^3}$ ,

$\frac{d\tau}{dx}$  a nyírófeszültség gradiense,  $\frac{\text{kp}}{\text{cm}^3}$ .

Ez az egyenlet [2] a kiinduló egyenletünk az anyag-részecskék sebességgörbéinek, a sebességgradiensek és a nyírófeszültségek értékeinek meghatározására, a képlékeny agyagnak hengermű részében történő megmunkálásakor.



1. ábra. Finomhengermű elvi vázlata

Az 1. ábrán látható a sima palástfelületű hengermű (továbbiakban hengermű) elvi vázlata, ahol  $R1$  a lassú henger,  $R2$  a gyors henger sugara;  $\omega_1$  a lassú,  $\omega_2$  a gyors henger szögsebessége, amelyekhez  $v_1$  és  $v_2$  kerületi sebességek tartoznak ( $v_2 > v_1$ ), és  $t_0$  a réstávolság. Mindkét henger azonos  $L$  hosszúságú.

## Az agyagmassza sebességének meghatározása a hengermű részében

Figyelembe véve az (1) függvényt, a (2) egyenletet a következőképpen írhatjuk le

$$\frac{dp}{dy} = \frac{d}{dx} \left( \tau_0 + \eta \frac{du}{dx} \right). \quad (3)$$

A kettős integrálás elvégzése után kapjuk, hogy:

$$U = \frac{1}{\eta} \left( -\tau_0 x + c_1 x + \frac{dp}{dy} \frac{x^2}{2} + c_2 \right), \quad (4)$$

ahol  $c_1$  és  $c_2$  az integrálás állandói.

Az állandók meghatározására a következő határ-

feltételeink vannak:  $U = v_1$ , ha  $x = +\frac{t}{2}$

$$U = iv_1, \text{ ha } x = -\frac{t}{2}$$

ahol  $U$  az agyag sebessége a részben,  $\text{m/s}$ ,

$i$  a hengerek kerületi sebességeinek viszonya

$$\left( i = \frac{v_2}{v_1} \right).$$

A behelyettesítések és rendezések után adódik, hogy:

$$c_1 = \frac{v_1(1-i)}{t} + \tau_0$$

$$c_2 = \frac{v_1(1+i)}{2} - \frac{dp}{dy} \frac{t^2}{8}. \quad (5)$$

A  $c_1$  és  $c_2$  értékeit behelyettesítve a (4) egyenletbe, az agyagmassza sebességére a következő összefüggést kapjuk:

$$U = \frac{1}{8\eta} \frac{dp}{dy} (4x^2 - t^2) + \frac{v_1(1-i)}{t} x + \frac{v_1(1+i)}{2}. \quad (6)$$

A  $\frac{dp}{dy}$  differenciálhányadost meghatározhatjuk a

a hengermű teljesítményének felhasználásával. A hengermű teljesítménye:

$$V_1 = \int_{x_1}^{x_2} UL dx, \quad (7)$$

ahol  $V_1$  az időegységre eső megmunkált agyagmassza térfogata.

Behelyettesítve  $U-t$  (6)-ból (7)-be és figyelembe véve a határeseteket, amikor

$$x_1 = -\frac{t}{2}$$

$$\text{és } x_2 = \frac{t}{2}$$

$$V_1 = L \int_{-t/2}^{+t/2} \left[ \frac{1}{8\eta} \frac{dp}{dy} (4x^2 - t^2) + \frac{v_1(1-i)}{t} x + \frac{v_1(1+i)}{2} \right] dx. \quad (8)$$

A (8) megoldásakor a hengermű teljesítménye:

$$V_1 = \frac{LV_1(1+i)}{2} t - \frac{L}{12\eta} \frac{dp}{dy} t^3. \quad (9)$$

Ugyanakkor a hengermű teljesítménye a  $t$ . résen át meghatározható:

$$V_2 = L \frac{v_1 + iv_1}{2} t_0 = \frac{Lv_1(1+i)}{2} t_0. \quad (10)$$

Mivel a hengermű teljesítménye a rés bármely metszetében azonos  $V_1 = V_2$ , azaz:

$$\frac{Lv_1(1+i)}{2} t - \frac{1}{12\eta} \frac{dp}{dy} t^3 = \frac{Lv_1(1+i)}{2} t_0, \quad (11)$$

ahonnan 
$$\frac{dp}{dy} = \frac{6\eta v_1(1+i)}{t^3} (t - t_0). \quad (12)$$

Ha a (12)-t behelyettesítjük a (6)-ba, a hengermű részében a massa sebességére a következőt kapjuk:

$$U = \frac{3v_1(1+i)(t-t_0)}{4t^3} (4x^2 - t^2) + \frac{v_1(1-i)}{t} x + \frac{v_1(1+i)}{2}, \text{ m/s} \quad (13)$$

ahol  $v_1 - \frac{m}{s}$ -ben;  $t$ ,  $t_0$  és  $x$  m-ben van megadva.

Megjegyezzük, hogy a hengermű részében az aprítandó anyag sebessége nem függ a szemcsék fizikai tulajdonságától (a dinamikai viszkozitástól), mi viszont továbbra is csak a képlékeny agyag aprítását vizsgáljuk. A sebességgörbék egyértelműen meghatározzák a hengermű paramétereit: a hengerek kerületi sebessége, a réstávolság, a rés metszetei — milyen magasra van a felvett metszet az  $x$  tengelytől — valamint az aprítandó szemcse, — részecske — helyzete az  $y$  tengelytől — a közép-vonaltól.

Azonos kerületi sebesség esetén a

$$\frac{v_1(1-i)}{i} x = 0$$

A 2—6. ábrákon az agyagmassza sebességgörbéi láthatók a KEMA-A/WF 10 típusú finomhengermű részében; aminek paramétereit: hengerátmérő:  $D = 1000$  mm mindkét hengernél a hengerek hossza  $L = 650$  mm

a lassú henger fordulata:  $n_1 = 150 \frac{\text{ford.}}{\text{min}}$ ,

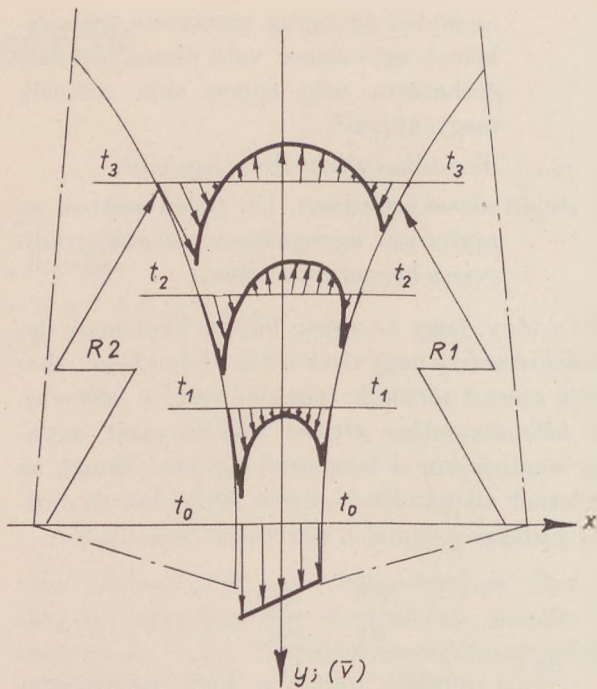
$$v_1 \cong 7,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

a gyors henger fordulata:  $n_2 = 220 \frac{\text{ford.}}{\text{min}}$ ,

$$v_2 \cong 11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

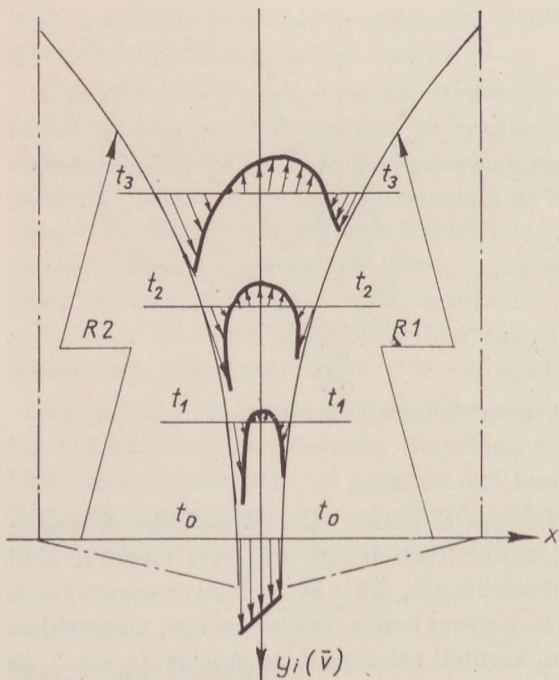
a kerületi sebességek viszonya:

$$i = \frac{v_2}{v_1} = \frac{11,5}{7,8} \cong 1,5.$$

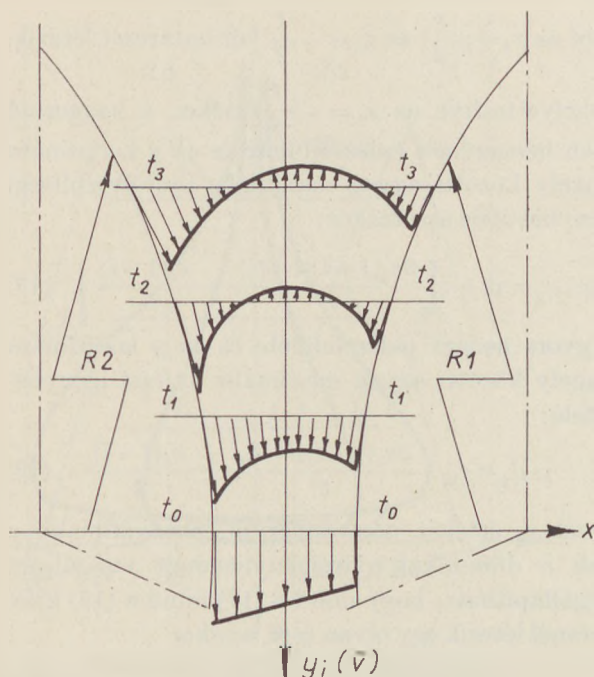


2. ábra. Sebességgörbék a KEMA-A/WF 10 típusú finomhengermű részében.  $t_0 = 1$  mm;  $i = 1,5$

A (13) kifejezés analízisének érdekében a  $t_0 = 0,5$  mm;  $t_0 = 1$  mm és  $t_0 = 2$  mm eseteket — amik a hengermű ipari alkalmazásakor előfordulhatnak — és az  $i = 1$ ,  $i = 1,5$  és  $i = 2$ , feltételeket vizsgáltuk, amikor  $v_1$  minden esetben állandó. A metszeteket úgy vettük fel, hogy minden esetben igazak a  $t_1 = t_0 + 1,5$  mm;  $t_2 = t_0 + 9,5$  mm és  $t_3 = t_0 + 49,5$  mm



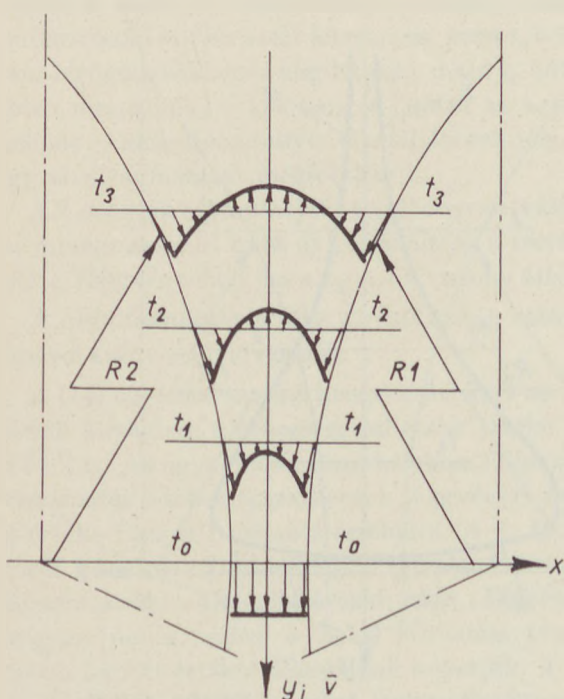
3. ábra. Sebességgörbék a KEMA-A/WF 10 típusú finomhengermű részében.  $t_0 = 0,5$  mm;  $i = 1,5$



4. ábra. Sebességgörbék a KEMA-A/WF 10 típusú finomhengermű részében.  $t_0 = 2 \text{ mm}$ ;  $i = 1,5$

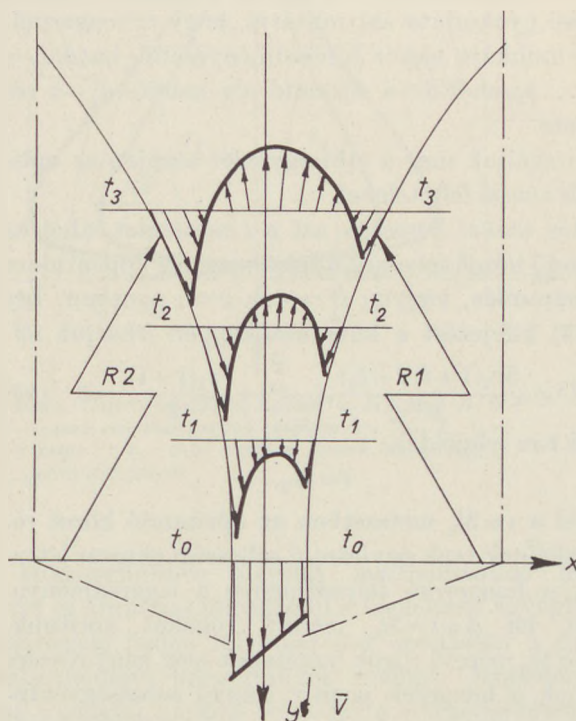
kikötések. A használt nem léptékes ábrázolási módot az  $y$  tengelyen a sebességgörbék könnyebb áttekinthetősége miatt alkalmaztuk.

A 2., 3., 4. ábrák megmutatják, hogy adott kerületi sebességnél ( $v_2 = 1,5 v_1$ ) a hengermű részében az agyagmassza sebessége hogyan függ a réstávolság értékétől. Például a  $t_1$  metszetben már létezik



5. ábra. Sebességgörbék a KEMA-A/WF 10 típusú simahengermű részében.  $t_0 = 1 \text{ mm}$ ;  $i = 1$

a rés közepén ellenáramlás a  $t_0 = 0,5 \text{ mm}$ -nél, míg a másik két esetben egyértelműen csak egyirányú mozgásról beszélhetünk. Az ábrákon jól látható, hogy a réstávolság csökkentésével növekszik az ellenáramlás — örvényáramlás — sebesség-vektorainak értéke, vagyis: növekszik az agyagszemcsék keveredésének mértéke.



6. ábra. Sebességgörbék a KEMA-A/WF 10 típusú simahengermű részében.  $t_0 = 1 \text{ mm}$ ;  $i = 2$

A 2., 5. és 6. ábrák megmutatják, hogy adott réstávolságnál ( $t_0 = 1 \text{ mm}$ -) a hengermű részében az aprítandó massa sebessége hogyan függ a kerületi sebességek értékétől. A  $\frac{v_2}{v_1} = i$  viszony növelésével az ellenáramlási-örvényáramlási sebességvektorok értéke megnő, maximumra a középvonaltól fokozatosan eltolódik a lassú henger irányába — az agyagszemcsék keveredése intenzívebbé válik.

#### Az agyag sebességgradiense a hengermű részében

Az agyag sebességgradiense — de bármilyen aprítandó anyagé is — a hengermű részében könnyen adódik, ha képezzük a (13) kifejezés  $dx$  szerinti differenciálhányadosát, figyelembe véve  $x$  előjelváltozását is.

$$\frac{du}{dx} = \frac{6 \times v_1(1+i)(t-t_0)}{t^3} \pm \frac{v_1(1-i)}{t}; s. (14)$$

A sebességgradiens megmutatja az agyag rétegei között fellépő sebességváltozás gyorsaságát. Ezt az

értéket feltétlenül szükséges tudni az agyag dinamikai viszkózitásának meghatározása érdekében, mivel a viszkózitást általában a reológiai görbével adják meg  $\eta - \frac{du}{dx}$  koordináta rendszerben.

### A legeredményesebb aprítási fok meghatározása

M. J. Szapozsnyikov [4] szerint a kemény kőzetek zúzási gyakorlata azt mutatja, hogy a hengerművek munkája akkor legeredményesebb, ha  $d/d_1 = 3 \dots 5$ ; ahol  $d$ —a zúzandó rög mérete  $d_1$ —a rés mérete.

Vizsgáljuk meg a (13) egyenlet alapján az optimális zúzási feltételeket.

Más szóval keressük azt a  $t$  metszetet, ahol az örlendő kőzet sebesség-ábrájában még éppen nincs ellenáramlás, vagyis:  $U = 0$  az  $x = 0$  pontban. Így a (13) kifejezést a következőképpen írhatjuk fel:

$$U = \frac{3v_1(1+i)(t-t_0)}{4t^3} (-t^2) + \frac{v_1(1+i)}{2} = 0, \quad (15)$$

amit  $t$ -re megoldva

$$t = 3t_0.$$

Mivel a  $t = 3t_0$  metszetben az aprítandó kőzet rézecskeinek csak egyirányú sebességvektorai léteznek, a hengermű teljesítménye a legeredményesebb, ha  $d = t = 3t_0$  méretű rögöket aprítunk. A  $d = 5t_0$  méretű rögök méretének még nagy részére hatnak a hengerek pozitív irányú sebességvektorai, ami szintén eredményes aprítási teljesítményre utal.

Tehát sikerült matematikailag igazolni a gyakorlatban használt  $d/d_1 = 3 \dots 5$  optimális aprítási fokot. M. J. Szapozsnyikov szerint képlékeny agyagrögök zúzásakor eredményes a teljesítmény  $d/d_1 = 8 \dots 10$  értéknél is.

Ez azért lehetséges, mert a  $t = d = (8 \dots 10)t_0$  metszetenél már léteznek akkora nyíró és nyomóerősültségek, amelyek az intenzív keveredés és kopás mellett másasztják az agyagrögöket. Ugyanakkor az adagolt agyag 15...20%-os víztartalomnál tapadós; vagyis a befogás feltételei megjavulnak.

### Az agyagban keletkező nyírófeszültség meghatározása

Mint az (1) kifejezés mutatja, a képlékeny agyag reológiai egyenlete  $\tau = \tau_0 + \frac{du}{dx}$  alakban felírható. (Tehát az agyag nem newtoni folyadék). Behelyettesítve (1)-be a  $\frac{du}{dx}$ -re (14)-ben kapott értéket, a nyírófeszültségünk:

$$\tau = \tau_0 + \frac{6xv_1(1+i)(t-t_0)}{t^3} \pm \frac{v_1(1-i)}{t}, \quad \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} \quad (16)$$

ahol az  $x_1 = +\frac{t}{2}$  és  $x_2 = -\frac{t}{2}$  két határeset létezik.

Behelyettesítve az  $x_1 = +\frac{t}{2}$  értéket, a hengermű lassú hengerének palástfelülete és az  $y$  koordináta tengely közötti agyag maximális nyírófeszültségi igénybevétele aprításkor:

$$\tau_{+t/2} = \tau_0 + \eta \left[ \frac{3v_1(1+i)(t-t_0)}{t^2} + \frac{v_1(1-i)}{t} \right]. \quad (17)$$

A gyors henger palástfelülete és az  $y$  koordináta tengely közötti agyag maximális nyírási igénybevétele:

$$\tau_{-t/2} = \tau_0 - \frac{3v_1(1+i)(t-t_0)}{t^2} + \frac{v_1(1-i)}{t}. \quad (18)$$

Mivel  $\tau_0$  értékét nem ismerjük, a továbbiakban csak a dinamikai nyíróigénybevételt vizsgáljuk. Megállapítható, hogy mind a (17) mind a (18) kifejezésnél létezik egy olyan eset, amikor

$$\frac{3v_1(1+i)(t-t_0)}{t^2} + \frac{v_1(1-i)}{t} = 0, \quad (19)$$

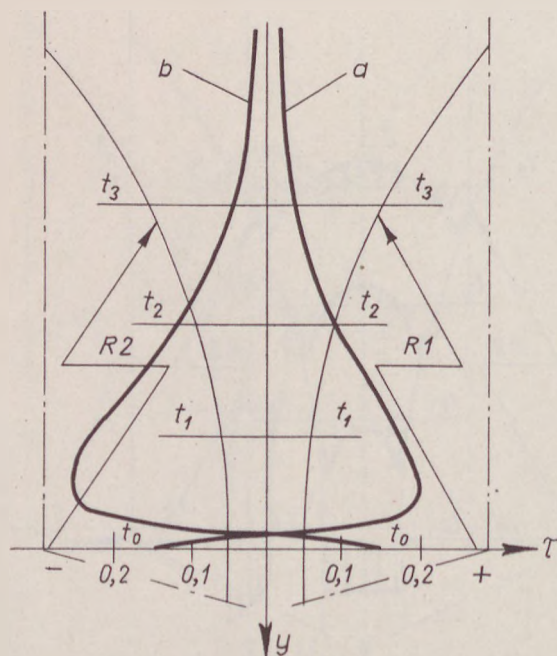
vagyis:

$$\tau_{+t/2} = 0$$

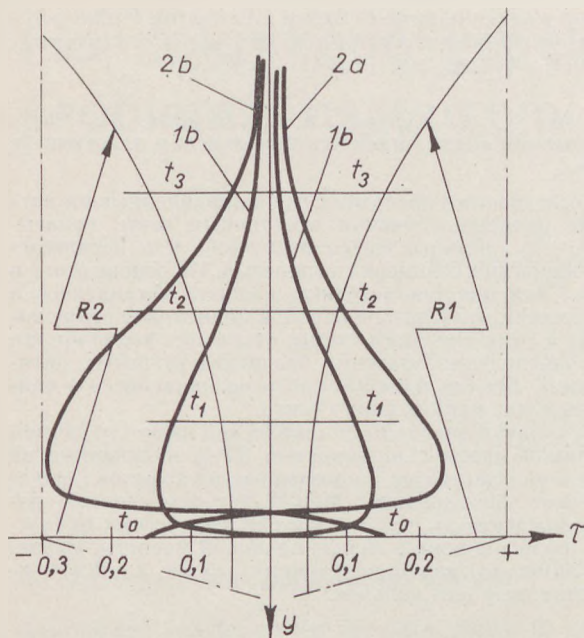
Ha (19)-et  $t$ -re megoldjuk, a kritikus metszetre a következőt kapjuk:

$$t = \frac{3}{2} t_0 \frac{i+1}{i+2}. \quad (20)$$

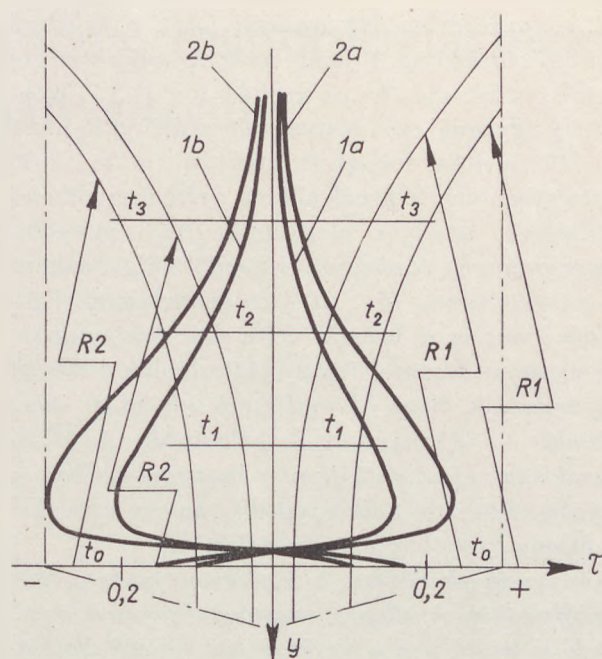
A 7...10. ábrák megmutatják a (17) és (18) egyenletek analízisének eredményét egy adott agyagtípusra 22% nedvességtartalomnál a KEMA-



7. ábra. Nyírófeszültség,  $\text{kp/cm}^2$  a KEMA-A/WF 10 típusú simahengermű részében.  $t_0 = 1 \text{ mm}$ ;  $i = 1,5$ . a., lassú hengernél; b., gyors hengernél



8. ábra. Nyírófeszültség,  $kp/cm^2$  a KEMA-A/WF 10 típusú simahengermű részében.  $t_0 = 1$  mm,  $i = 1$ ; 2.,  $i = 2$ . a., lassú hengernél; b., gyors hengernél



9. ábra. Nyírófeszültség,  $kp/cm^2$  a KEMA-A/WF 10 típusú simahengermű részében.  $i = 1,5$ . 1.,  $t_0 = 2$  mm; 2.,  $t_0 = 0,55$  mm; a., lassú hengernél; b., gyors hengernél

A/WF-10/650 típusú finomhengermű példáján a  $t_0$  réstávolság és a hengerek kerületi sebességeinek függvényében, ahol  $v_1 = \text{const}$  és  $v_2 > v_1$ .

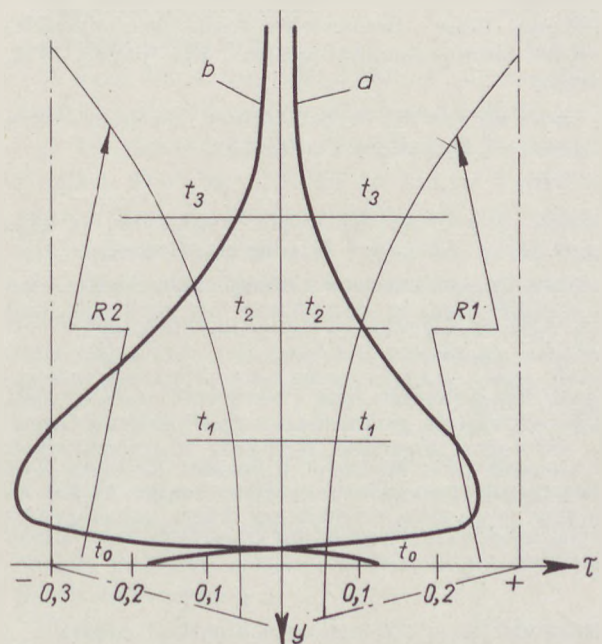
A 7. és 8. ábrákon látható dinamikai nyíróigénybevételi görbék jól mutatják, hogy a  $t_0 = \text{const}$  esetén a hengerek kerületi sebességeinek növelésével növekszik a részben az agyagmasszára ható nyíróigénybevétel. Érdekes megjegyezni, hogy azonos kerületi sebességek esetén  $v_1 = v_2$  a  $t_0$  metszethen az agyagra ható nyírófeszültségek értéke hirtelen nullára csökken. Ez azért lehetséges, mert  $t_0$  közelében térfogatesőkénés alig létezik, majd  $t_0$ -nál teljesen megszűnik; a két henger hatása az agyagra azonos — alulról semmilyen ellenállási erő nem hat; így az agyagmassza „megfolyhat”.

A 9. ábra görbéi mutatják, hogy hogyan változik az agyagmasszára ható nyírófeszültség a réstávolság  $t_0$  függvényében, ha a  $v_2/v_1 = i$  viszony állandó.

A nyírófeszültség értéke a réstávolság csökkenésével arányosan növekszik.

A (14) egyenlet szerint hengerműveknél az aprítandó anyagban a sebességgradiensek értéke függ a  $t$ -től is. Az agyagmasszában keletkező dinamikai viszkozitás a sebességgradiensek függvénye, vagyis  $\eta$  értéke függ a  $t$  metszet értékétől. A 7. 8. és 9. ábrák készítésénél ezt a függést figyelembe vettük. Gyakorlatilag  $\eta$ -t meghatározni, mint  $t$  függvényét nagyon nehéz, ezért a belső súrlódási tényező  $t_0$ -ban kapott értékét állandónak vehetjük. A 7. és 10. ábrák összehasonlításakor láthatjuk, hogy  $\eta = \text{const}$  esetén a nyírófeszültségi értékek nagyobbak.

Módszerünkben sikerült matematikailag levezetni és ábrákkal illusztrálni a képlékeny agyagban lejátszódó fizikai folyamatokat aprításkor a sima palástfelületű hengerművek részében. Meghatároztuk a massa aprítási sebességét a sebességgradiensek



10. ábra. Nyírófeszültség  $kp/cm^2$  a KEMA-A/WF 10 típusú simahengermű részében, ha  $\eta = \text{const}$ . az adott  $t_0 = 1$  mm és  $i = 1,5$ -re. a., lassú hengernél; adott  $t_0 = 1$  mm és  $i = 1,5$ -re. a., lassú hengernél; b., gyors hengernél

ket, a legeredményesebb aprítási fokot, a keletkező nyírófeszültségeket. A hengerművek teljesítménye legeredményesebb, ha az aprítási fok 3...5. Képlékeny agyagnál eredményes teljesítményt kapunk 8...10 aprítási foknál is, mert a  $t=(8...10)t_0$  metszetben már léteznek akkora nyíró és nyomófeszültségek, amelyek a  $d=(8...10)t_0$  nagyságú agyagszemcsék zúzásaéhoz elegendők. Ugyanakkor az adagolt agyag 15...20%-os víztartalomnál tapadós, vagyis a befogás feltételei megjavulnak. A sebességre kapott kifejezés (13) alapján az ábrák jól mutatják, hogy az aprítandó anyagban ellenáramlás — örvényáram — keletkezik. Az ellenáramlásnak köszönhető, hogy a hengermű részében az agyagmassza nem csak aprítódik, hanem keveredik — bizonyos mértékig homogenizálódik is.

A hengermű részében a képlékeny agyagra ható nyírófeszültségek jellege és nagysága elegendő az aprítandó szemcsék eredeti szerkezetének megváltoztatásához, koptatásához bizonyos mérvű diszpergálásához.

Módszerünkben sikerült matematikailag is igazolni, hogy a hengermű részében bejátszódó fizikai folyamatok értéke szükség szerint kialakítható a réstávolság, valamint a hengerek kerületi sebességeinek megváltoztatásával.

#### IRODALOM

- [1] Szapozsnyikov M. J.: Mehanyicseszkoje obrudoványije dljá proizvodstva sztroityelnüh matyeriálov i izgyélj. Masinosztróenyije, 1962.
- [2] Koslják L. L.: Effektyivnűje rezsímű rabotű válcov tonkogo pomóla. Sztyeklo i kerámika, 1960. 11. sz.
- [3] Hajnal Lajos: Betonadalék agyagrögyszennyeződé-sének hidromechanikus aprítása. Építőanyag, 1972. 2. sz.
- [4] Szapozsnyikov M. J.: Szilikátipari gépek és berendezések 1. Építészeti Kiadó, 1953.

#### Gömze A. L.—Turenko A. V.—Nazarov V.: A képlékeny agyag aprításának matematikai elemzése

Az utóbbi évek kutatásai a képlékeny agyag folyására azt igazolják, hogy az agyagmassza úgy viselkedik, mint nagy viszkozitású összenyomhatatlan folyadék.

Ennek alapján a tanulmány egy olyan módszert ismerttet, amely matematikailag bizonyítja az agyag keveredését, homogenizálódását a hengermű részében, meghatározza a sebességgradienst, a legeredményesebb aprítási fokot és a masszában keletkező nyírófeszültséget.

Felhasználva a Moszkvai Építészeti Egyetem Gépi Berendezések Tanszékének kísérletei alapján kapott dinamikai viszkozitás értékeit egy adott bányagyagra 22%-os nedvességnél, ábrákkal illusztrálja, hogy a hen-

germű részében lejátszódó fizikai folyamatok értéke szükség szerint kialakítható a résméret, valamint a hengerek kerületi sebességeinek megváltoztatásával.

#### Гемзе А. Л.—Туренко, А. В.—Назаров, В.: Математический анализ процесса измельчения пластичных глин

Исследования последних лет, направленные на изучение процессов течения пластичных глин, показывают, что глиняные массы ведут себя как несжимаемые ждкости с большой вязкостью. На основе этого в статье описывается методика, которая математически доказывает, что в зазоре вальцов происходит размешивание и гомогенизация глины, открывает возможность для определения значения градиента скорости, оптимальной степени измельчения и возникающего в глиняной массе напряжения сдвига.

Используя значения динамической вязкости данной глиняной массы с влажностью 22%, полученные во время экспериментов, проведенных на кафедре „Механическое оборудование“ МИСИ, авторам удалось графически показать, что показатели физических процессов, происходящих в зазоре валковой машины, можно регулировать, изменяя величину зазора, а также окружные скорости вальцов.

#### Gömze, A. L.—Turenko, A. W.—Nasarow, W.: Mathematische Analyse der Zerkleinerung von plastischem Ton

Die Forschungsarbeiten der letzten Jahre bzgl. des Fließverhaltens plastischer Tone bestätigten, daß die Tonmassen sich ähnlich wie inkompressible Flüssigkeiten großer Viskosität verhalten.

Aufgrund dieser Feststellung wird ein Verfahren beschrieben, mit Hilfe dessen die Vermengung, die Homogenisierung des Tones im Brechspalt des Walzenbrechers mathematisch erwiesen, und der Geschwindigkeitsgradient, der günstigste Zerkleinerungsgrad, sowie die in der Masse entstehende Scheerspannung bestimmt werden kann.

Unter Verwendung der als Versuchsergebnisse für einen gegebenen Ton bei einem Feuchtegehalt von 22% erhaltenen dynamischen Viskositätswerten des Lehrstuhles für maschinelle Einrichtungen der Universität für Bauwesen, Moskau, wird anhand von Abbildungen gezeigt, daß der Effekt der, im Brechspalt des Walzenbrechers sich abspielenden physikalischen Prozesse, durch die Änderung der Spaltweite und der Umfangsgeschwindigkeit der Walzen, je nach Bedarf gestaltet werden kann.

#### Gömze, A. L.—Turenko, A. V.—Nazarov, V.: Mathematical Analysis of Plastic Clay Comminution

Recent results have proved that from the point of flow plastic clay can be considered as an incompressible liquid of high viscosity. On basis of these findings the paper describes a calculation which mathematically proved the mixing and homogenisation of the clay in the roller gap, determines velocity gradients, optimum degree of comminution and the shear stresses in the body. A certain type of quarried clay, having 22% moisture content is used as a model; the dynamic viscosities of this clay have been determined by the Moscow Architectural University, Department of Machinery. The physical parameters on the roller gap can be properly adjusted for the optimum comminution of the model clay by changing gap width and the circumferential velocities of the rollers.

# Homlokrakodó gépek rakodási technológiájának problémái nagyüzemi kőbányákban

P A P P G Y Ö R G Y

Cement és mészművek Beremendi gyára

## Jövesztett halmazok rakodásának kérdése

A korszerű iparfejlesztés feladata, hogy új rendszerű, de nagyobb teljesítményű gépek sorával, kevesebb fizikai munkát és kisebb létszámot igénylő technológiával legyen képes a követelményeknek eleget tenni.

A cement- és mészipari kőbányászatban komoly fejlődést jelentett annak idején a rakodás terén az exkavátorok megjelenése. Az akkori teljesítményeknek megfelelő biztonságos termelés alakult ki.

A mai — korszerű értelemben vett — mész és cementipari nagyüzemekben ezek teljesítménye azonban kevésnek bizonyult. Különösen jelentkezik ez ebben az iparban, mivel nagy mennyiségű jövesztett nyersanyagot kell további feldolgozáshoz felszedni és rakodni.

A hazai mész- és cementipari nyersanyagok bányászati rakodásában az utóbbi időben mind jobban tért hódít a homlokrakodó gépek alkalmazása. Külön szükséges hangsúlyozni, hogy az 1 millió t/év feletti teljesítményű nyersanyagbányákban végrehajtott korszerűsítéseknel, vagy további fejlesztésnél, rakodásra újabban nagyobb mértékben terveznek, ill. alkalmaznak homlokrakodókat. Ilyen gépeket svéd, csehszlovák, jugoszláv, nyugatnémet, amerikai és francia cégek fejlesztettek ki. Fentiekhez tartozik az is, hogy a hazai nehézgépezelő oktatást végző illetékes tanintézet ma már a pneumatikus, hidraulikus vezérlésű ún. nehézgépek kezelését is oktatja.

## Homlokrakodó gépek ismertetése

Általános jellegű felépítésük és hasonlóságuk ellenére, az egyes homlokrakodógépek teljesítményében lényeges eltérés van. A rakodókanál ürtartalma 0,5-től 6 m<sup>3</sup>-ig terjed. Ezzel szemben az exkaváto-

rokhoz viszonyítva, önsúlyuk lényegesen kisebb, járósebességük és helyi mozgáskészségük sokkal kedvezőbb.

A gép vezérlésének korszerű megoldása (irány- és fokozatváltójuk automata) mellett az emelési teljesítmény igen nagy és ezt hidraulikus egység biztosítja. Így rakodási teljesítménye rendkívül kedvező.

A következő jellemzőjű, nagyüzemben működő közepméretű homlokrakodó gépre célszerű felfigyelni, és azt lehetőség szerint alkalmazni.:

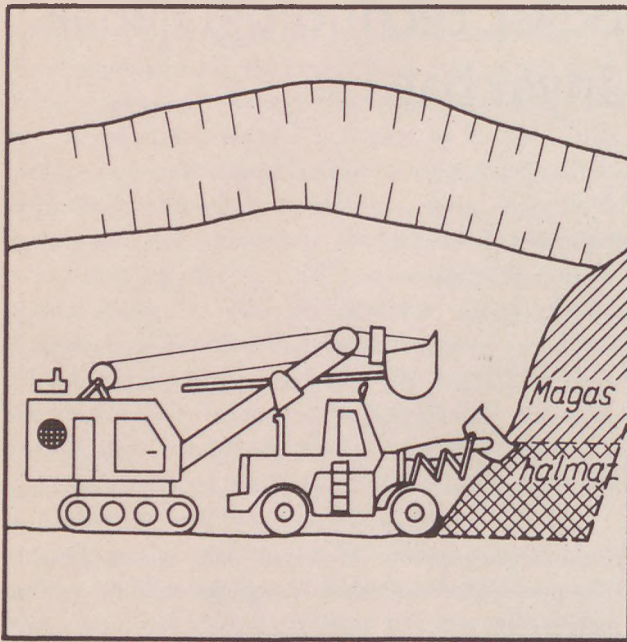
a gép hossza, leengedett kanállal	6,5 m
magassága	4,2 m
a gép hossza felemelt kanállal	4,5 m
magassága felemelt kanállal	6,5 m
rakodási teljesítménye	600 t/ó
a kanál ürtartalma	4,2 m <sup>3</sup>

A fenti kevés adat birtokában is jól megállapítható az exkavátorokhoz viszonyított eltérés.

A bányaműszaki előírásoknak megfelelően üzemekben általában 25—30 m magas bányafalak vannak. Ehhez a falmagassághoz kell robbantáskor a jövesztett anyaghalmozatot úgy elhelyezni, hogy felszedésére és rakodására a homlokrakodó gépet a leggazdaságosabban lehessen használni. Feltétlenül nagy figyelmet kell fordítani arra, hogy a halmaz magassága a megengedhető mértéket ne haladja meg, ugyanakkor a halmazban a méreten felüli anyag hányada a lehető legkisebb legyen.

Külön szükséges hangsúlyozni azt a gondosságot, amelyet a halmaz alatti terep kiképzése a homlokrakodó kanál sérülésmentes használata érdekében feltétlenül megkíván.

Fentiek biztosítása mellett azt is körütekintően kell előre tervezni, hogy megfelelő hosszúságú fejtési front álljon rendelkezésre a gépi manőverezések lefolytatásához (közvetlen rakodás, méreten felüli darabok eltávolítása stb.).



1. ábra. Rakodógépek méretkülönbségének és a részükre kedvező halmazmagasság szemléltetése

Feltétlenül hangsúlyozni kívánjuk, hogy hagyományos módon jövesztett halmazból veszélyes homlokrakodó géppel rakodni, mert a halmaz frontszélessége és vastagsága feltétlenül eltérő.

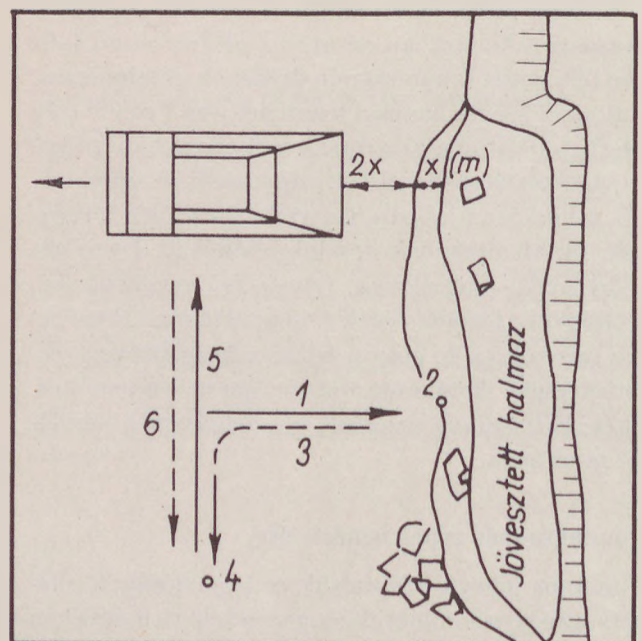
Exkavátorral történő rakodás esetére az OBF 1782/61. sz. utasítás 24—25. §-ában foglaltak érvényesek. Homlokrakodógépekkel való rakodás esetén — tudomásunk szerint — nincs egységes rakodási (biztonsági) szabályzat, vagy szabály, holott a kedvező halmazmagasság a két típusú gép esetében egymástól eltérő, mint azt az 1. ábra is mutatja.

Tudomásunk szerint az új KMBÁBESZ (Külfejtéses Művelésű Bányák Általános Biztonsági és Egészségvédelmi Szabályzata) tervezet fogalmaványa sem tér ki a homlokrakodó gépek rakodástechnológiáját magában foglaló előírásokra. A homlokrakodó gépek nagyteljesítményű és viszonylag olcsón üzemeltethető berendezések. Beszerzési áruk azonban elég nagy. Elengedhetetlen tehát a biztonságos üzemeléshez az egységes technológiai utasítás kidolgozása.

Mindezek figyelembevételével célszerű megvizsgálni a veszélymentes rakodás feltételeit és mindaddig, amíg az illetékes hatóságok a homlokrakodó gépek biztonsági előírásait véglegesen megalkotják, ideiglenes szabályozást bevezetni. Ez annál is inkább megfontolandó, mivel ezeknek a nagyteljesítményű gépeknek üzemképtelensége esetén az eddig megszokotthoz képest nagyságrenddel nagyobb termelékiesés keletkezik.

## Javaslataink a következők

- Olyan robbantási, jövesztési technológiát kell kialakítani, melynél az aprított halmaz szélesebben terítve helyezkedik el a bányaudvaron, de természetesen szórásveszély nélkül. Ezzel alacsony halmazmagasságot érhetünk el. Ehhez azonban több évi tapasztalat, a helyi adottságoknak megfelelő kísérletsorozat, és ezenkívül igen jól szervezett furó-robbantócsoporthoz szükséges.
- Az 1972. évi „Petrik Lajos” pályázaton ismeretetésre került a jó ásványvagyon-gazdálkodást biztosító „vízszintes szeletekkel művelt” kőbányák technológiája. Ennek az a lényege, hogy az előfordulás tetején vízszintes teret kiképezve, puha kőzet esetén szkréperrel, vagy buldózerrel felszedett, feltépett anyagot, kemény kőzet esetén nagyteljesítményű fűrőgéppel előkészített területen területrobbantást végrehajtva, 3—4 m vastag szeletekben fellazított tiszta, kellően aprított anyag állítható elő. Ezzel számottevően kevesebb fúrási munkát kell végezni — kevesebb robbanóanyag felhasználással — és 4—5 m magas laza halmaz állítható elő. Az ilyen művelési móddal igen olcsón kialakítható a homlokrakodó gépek rakodási technológiájának megfelelő anyaghalmaz.
- Amennyiben a fenti feltételek egyike sem biztosítható, feltétlenül vizsgálni kell a homlokrakodó gépekkel végzett rakodás helyes módját. Ehhez szolgál a 2. ábra. A rakodógép a halmaz hossz tengelyére merőlegesen, leeresztett kanállal



2. ábra. A rakodógéppel történő rakodás 1—6. fázisának ábrázolása

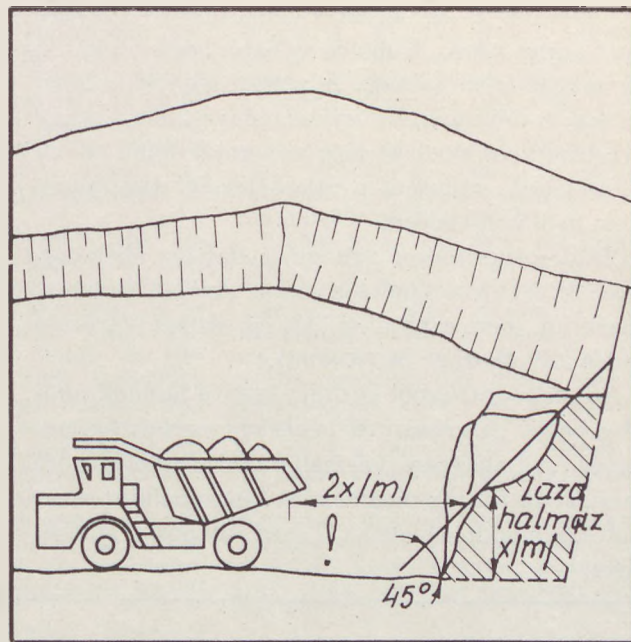
lal, 1-es fokozatú sebességgel, a bányatalppal párhuzamosan az anyagba meríti kanálát (első művelet). A megmerített kanalat az emelő hidraulika segítségével kiemeli a halmazból, az ürítő hidraulikus kart enyhén megrázva, a felesleges anyagot a kanálból eltávolítja (második művelet). A megmerített kanalat emelt állapotban rögzíti és hátramenetben  $90^\circ$ -os ívben jobb vagy bal fordulót végez, és így a rakodógép a halmaz hossz tengelyével párhuzamos helyzetbe kerül (harmadik művelet). Az álló gép kürtjelzést ad a szállító járműnek és az hátramenetben a kijelölt várakozóhelyről, a gépjármű hossz tengelyével a halmaz hossz tengelyére merőlegesen, a rakodáshoz beáll (negyedik művelet). A homlokrakodógép párhuzamosan a halmaz hossz tengelyével végzi további mozgását a szállító gépig, majd a kanalat kellő magasságra emelve a szállító gép fölé érve lefékez, a kanál karját lejjebb süllyeszti és a kanál tartalmát vigyázva a puttonyba üríti (ötödik művelet). Ezután a rakodógép az ismétléshez visszatér.

Fentiekkel kapcsolatban eddig nincsen szabályozva a halmaz megközelítésének módja a szállító járművel, a biztonságos távolság a gépkészítő és a gép szempontjából, valamint az a kérdés, hogy a szállító jármű vezetője rakodás közben tartozik-e kiszállni a járműből, mivel a szállító gépek fiülkáját erős acéllemez védi az esetleg rázuhanó anyagdaraboktól. Ugyancsak tisztázatlan a szállító jármű álláshelyzetének biztosítása (járó motor, vagy csak kézfék behúzása), hiszen a rakodógép egyszerre 5—7 t követ ürít, és ezzel tekintélyes rázkódást idéz elő. Viszonylag hirtelenebb ürítésnél a fék kioldódhat és enyhén lejtő bányaudvaron elindulhat a jármű. Viszont a halmazból is megindulhat nagyobb méretű anyagdarab és megrongálhatja mind a szállító gépet, mind a rakodó gépet.

Amennyiben a halmazban szélesebb szakaszon omlás keletkezik, a gépek menekülése már nem biztosítható. Különösen a rakodókanál ürítésekor, az ürítés egyáltalán nem könnyű műveletére koncentrálnva, a gépkészítő már nem tudja kellő mértékben szemmel tartani a merítéskor esetleg megbontott egyensúlyú halmaz állapotát.

Ezért, fentiekot figyelembe véve, eddigi tapasztalataink alapján ajánlatosnak tartjuk, hogy a halmaz talpától mért legkisebb távolságként, a halmazmagasság kétszeresét tekintsük (vízszintes vetületben) a biztonságos ürítés helyéül (3. ábra).

Az 5. művelet után a fordított művelet következhet, amikor a kezelő a rakodógép kanálát felemeli, az előző úton visszamegy a 3-as helyzetbe, tájékozód-

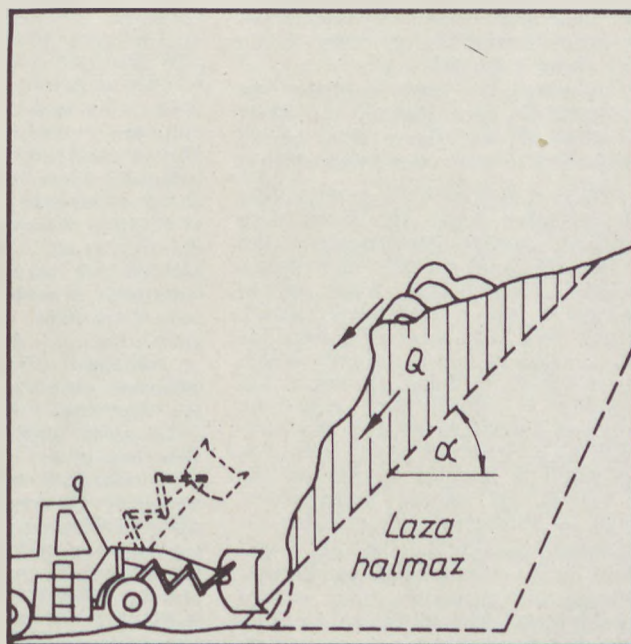


3. ábra. Magashalmazból történő rakodás veszélye rakodógépre, szállító járműre

dik az omlásveszélyről, majd jelzést ad a szállító jármű vezetőjének a rakodás befejezéséről.

Amennyiben omlásveszély nincs, úgy visszatér az előző merítés helyére, és az újabb szállító jármű beérkezésekor ismétli az 1—5., ill. 6. művelet szerinti feladatát.

Fentiekkel kapcsolatban még tisztázatlan az a fontos kérdés, amely a több rakodógépes üzemeltetést illeti, nevezetesen a több gép között biztosítandó legkisebb távolság.



4. ábra. A láb kiemelése után bekövetkező omlásveszély

A rakodás 1—6. fázisát a gépkezelő 1—1,5 perc alatt hajtja végre. Ebből is látható, hogy rövid idő áll rendelkezésre és nagy figyelmet igényel a kanál üritése. 8 órás műszak teljesítménye 2000 t, vagy ennél több, és emellett még a méreten felüli kövek félrerakását, valamint a rakodóterület tisztántartását is el kell végezni.

Minden merítéskor gyengül a halmaz állékony-sága. Ezért nem tanácsos széles sávban a halmazt alászedni, mert ezáltal az alávájt sávban váratlan omlás következhet be (4. ábra).

Az elmondottakból kitűnik, hogy a homlokrakodó gépeket hasznosan és lehetőség szerinti biztonságga csak alacsony (felemelt kanál magasságig érő) halmazban tudjuk megfelelően kihasználni, természetesen a halmaz nem túl laza állapotát feltételezve.

## Összefoglalás

A Beremendi Cementgyárban használt homlokrakodógépekkel szerzett eddigi tapasztalatainkat kívántuk ismertetni, melyek elsősorban rakodástechnológiai jellegűek. A jövőben rátérünk a jövőszett anyag halmazának kialakítását tárgyaló megoldások részletesebb ismertetésére, valamint a homlokrakodógépek karbantartását illető kérdések megválaszolására is.

*Панн, Дь.: Технологические проблемы погрузки в случае применения тупиковых платформ в крупно-заводских карьерах*

*Papp, György: Probleme des Verladeprozesses mit Frontladern in großbetrieblichen Steinbrüchen*

*György Papp: Problems of the loading technology of facial loading machines in bulk quarries*

# MOSOLYGÓ TUDOMÁNY

## A szakirodalmi hivatkozás módszertana

Kivel nem fordult még elő közülünk, kutatók közül, hogy amikor fáradtságos munkánk gyümölcsként végre birtokunkba jut a várva várt eredmény és abban a hiszemben, hogy éppen most találtuk fel a spanyolviaszkot, örömjongásba törünk ki, szóval ilyen megdicsőült állapotban elvetődünk a könyvtárba és akkor — ó borzalom! — a Referativnűj Zsurnal utolsó számában, vagy esetleg a Chemical Abstracts egyik 20 év előtti számában felfedezzük az általunk most kapott világraszóló eredményt (ha nem éppen jobbat)?

Mit tehetünk ilyen esetben? Ne közöljük le egyáltalán a mi eredményünket? Kár lenne érte, hiszen mégis csak a saját édes gyermekünk!

Persze a tudományos tevékenység felsorolásakor lehet hivatkozni nem publikált kutatási jelentésekre is, ám a disszertációnál ezt már nem veszik jónéven. Megtehetjük, hogy agyonhallgatjuk azt a szemtelen frátert, akinek volt képe megelőzni bennünket a spanyolviasz felfedezésével, ám ez veszélyes dolog. Hiszen a régi cikkeket is időről-időre csak-csak elolvassa valaki és esetleg akad közülük az igazságnak olyan bajnoka, aki végül is leleplez bennünket. Ez a bajnok, az esetek többségében, maga az ominózus cikk szerzője.

Sokkal veszélytelenebb és ésszerűbb, ha mi hivatkozunk rá. Természetesen olyan módon, hogy ezáltal egy fikarcnyi kielégülést se érezhesen, de ugyanakkor azt se mondhasssa, hogy meg sem említettük. Eközben a saját eredményünknek

nem szabad csorbát szenvednie, sőt meg kell ragadnunk ezt az alkalmat is, hogy magunkat kedvezőbb beállításba helyezhessük. Sok olyan fortély, fogás és módszer van, melyekkel ez elérhető; az alábbiakban megkíséreljük, hogy egy néhányat közülük okulásul közreadjunk.

*Az intenzív elleplezés módszere.* Közismert példája: az a bizonyos tű a szalmakazalban. Lényege, hogy a vetélytársra való hivatkozást elbújtatjuk mindazokra a kutatásokra, cikkekre, könyvekre stb. stb. való hivatkozások tömkelegében, melyeknek akárcsak a leghalványabb közülük is volt a szóbanforgó témához. Ezáltal saját magunkat széleslátókörű, alaposan felkészült, nagy olvasottsággal rendelkező és lelkiismeretes tudós képében tüntetjük fel, ugyanakkor elveszünk az olvasó kedvét attól, hogy kibogarássza ezt az irodalomhalmazt. Ezzel minimumra csökkentjük az esélyét, hogy valaki véletlenül rábukkanjon a számunkra nem kívánatos cikkekre. Például fogalmazhatjuk a következőképpen: „A kérdéssel előzően már sokan foglalkoztak (lásd 1—18).” Így nyugodtak lehetünk, hogy a veszélyes előd a 14. szám alatt biztonságos helyen van eltemetve.

*Az eltávolítás módszere.* Közismert néven tévútravezetésnek hívják. Az ilyen hivatkozásnál az olvasóban téves képzetet keltünk az elődünk által elvégzett munkáról, illetve az abból levont következtetésekről. Például felröhatjuk neki, hogy az átfogó problémakörnek csak egy jelentéktelen kis részével foglalkozott, hogy egészen más kérdésekre adott

választ, hogy a kérdés megválaszolására messze nem kielégítő, esetleg helytelen, szóval egyszerűen csak szánalomból említjük meg az illető nevét a hivatkozott nagyságok között.

Ha a saját eredményeink ismertetése során két helyen is szükséges hivatkozni a konkurrens cikkre, feltétlenül csak egyszer hivatkozunk rá, mégpedig azon a helyen, ahol a hivatkozás kevésbé lényeges. Nem rossz módszer az sem, ha cikkünk valamely egészen jelentéktelen, semmitmondó bekezdésében hivatkozunk rá, melynek a tárgyhoz semmi köze sincs.

*A hibák eltűnésének a módszere,* avagy csináljunk a bolhából elefántot. Ideálisan alkalmazható olyan esetben, mikor a vetélytárs cikkében akárcsak a legapróbbacska hibát fel lehet fedezni. Ekkor nyugodtan keresztet vethet magára, nincs kegyelem, ráhúzzuk a vizes lepedőt.

Nincs olyan hiba, amit fel ne lehetne nagyítani, ki ne lehetne figurázni. Az így felfújt hiba nemcsak annak a cikknek az egész mondani-valóját fogja eltakarni, semmissé tenni, melyben ráleltünk, hanem a szerző összes azt megelőző és az után következő cikkéét is. Még a legártatlanabb hibát is be lehet így állítani, hogy az valamely alapvető törvény megcsúfolása, semmibe-vevése, ami természetesen a szerző egész tudásszintjére jellemző: „Aha, ez az, aki helytelenül alkalmazta a Gibbs-féle fázisszabályt, (vagy) rosszul írta fel a Rittlinger-egyenletet, (vagy) méterrel méri a fajhőt, (vagy) öt nagyságrenddel tévedett az ered-

mény kiszámításánál” — fogják mondani róla elnéző mosollyal. Az ilyen szerző többé már nem jelent veszélyt számunkra.

Helyreigazítás, vagy leleplező válasz ezekben az esetekben gyakorlatilag elképzelhetetlen. Nagyon nehéz bizonyítani ugyanis, hogy mi csak egy egyedi esetet pécezünk ki. Semmilyen szerkesztői bizottság sem fogja leközölni a szerző levelét, hogy bár az idézett hiba valóban fennáll, mindezek ellenére a cikkben vannak hiteltérdemlő megállapítások is. Azt a szerzőt pedig, aki arra merészel panaszkodni, hogy nem kétszer, hanem csak egyszer hivatkoztak rá és akkor sem a megfelelő helyen, egyszerűen hitvány intrikusnak fogják minősíteni és biztos lehet abban, hogy fontoskodásával senki részéről nem vált ki egyúttérzést: örüljön neki, hogy egyáltalán megemlégtették a nevét!

Vagy mit tehet a szerző, ha addig merészkedünk, hogy cikkére hivatkozva ezt írjuk: „A továbbiakban X. Y. megállapításával összhangban arra a következtetésre jutottunk, hogy...” majd ezt követően szemrebbelés nélkül leírjuk a cikkét, vagy egyes részleteit szóról szóra, oldalról oldalra. Még a jelöléseket sem szükséges megváltoztatni. A hivatkozás megvolt, tehát a játékszabályok be nem tartásával senki sem vádolhat bennünket, ugyanakkor biztos, hogy egy csepp öröme sem lesz benne. Az olvasók a másik szerzőt kivéve) soha, még álmodásban sem fogják feltételezni, még kevésbé gyanítani, hogy mi egyáltalán ilyen arcátlanúságra vetemedhetünk. Naivan azt fogják hinni, hogy bár itt-ott idéztünk a hivatkozott szerzőtől, de az adatok zöme mégis a mi munkánk eredménye. Tudvalévőleg az olvasó általában hiszékeny.

Persze, némi jóleső érzést jelenthet a szerző számára, hogy a rengeteg cikk közül éppen az övét választottuk ki a plagizálásra, sőt elolvastuk és egyetértettünk vele (esetleg meg is értettük, hogy mit akart mondani) — ám mindez csak sovány vigasz.

Az *érzelmi aláfestés módszere* (a megfelelő tálalás művésze). A hivatkozás lehetőleg minél lekezelőbb legyen. A legésszerűbb, ha lábjegyzetbe „süllyesztjük le”, apróbetűs szedéssel; kifejezve ezzel, hogy nem szeretnénk, ha ez a hivatkozás elcsúfítaná, beszennyezné a saját cikkünk magasrólptú érvelését, szövegeinek élénk, könnyed fordulatait, mélyenszántó gondolatait.

A hivatkozáshoz fűzött észrevételünk a legrövidebbtől (szóra sem méltatjuk), a határozatlanon (lásd) és a talányosan (v. ö.) keresztül a leghosszabbig terjedhet, pl.: „Ezzel a kérdéssel rövid cikkeiben egész sor szerző foglalkozott...” vagy „A túlzottan részletekbe menő közlemény...”, vagy „igen nehézkes stílusban megfogalmazva...”, vagy „... anélkül, hogy kézzelfoghatóan bizonyítaná...”, esetleg „... a következtetésekben megnyilvánuló pon-

talanságok...” (próbálja valaki megkeresni, hol és milyenek!) stb. A lehetőségeknek tág tere nyílik, csak ki kell használnunk. Egyetlen fontos szempont: óvakodjunk attól, hogy az észrevétel konkrét, vagy megcáfolható legyen (ha valóban van mit hozzáfűznünk, akkor lásd „A hibák eltűzésének módszere” c. részt).

A *sajtóhibák módszere* (lopj, hazudj, csak rajt' ne kapjanak!). Bár jelentőségét tekintve másodrendű, kiségitő jellegű módszer, néha mégis hasznosnak bizonyulhat. Össze kell zavarna a folyóirat kötet- és sorszámát, illetve a cikk lapszámát, hogy minél nehezebben legyen megkeresni. Ha ehhez még a szerző nevét — elsősorban annak kezdőbetűjét — is megváltoztatjuk, akkor a cikk keresése teljesen reménytelen és elődünk kénytelen lenyelni a keserű pirulát, mi pedig halvány elégtételt kapunk azért az inzulustért, melyet a cikk felfedezésekor kellett elszenvednünk.

A *szent egyszerűség módszere* (majd' kiszúrja a szemünket a megoldás!). Ha az előd cikkét valamilyen okból kifolyólag nehezen lehet csak felfedezni (pl. kevésbé ismert folyóiratban, v. ritka nyelven közlő, a háború alatt a folyóiratpéldányok megsemmisültek stb.), akkor a hivatkozást mellőzzük és így írunk: „Az általunk kapott eredmény anynyira egyszerű és magától értetődő, hogy már régebben is rájöhett volna valaki (annál nagyobb a di-csőség, hogy éppen mi tártuk fel és nem más), mindazonáltal nem sikerült olyan közleményt találni, mely ezt a fontos kérdést megvilágította volna (másik változat: ismereteink szerint eddig még senki sem foglalkozott ezzel a kérdéssel).

Ezek után mindenki előtt világos, hogy mi megtettünk minden fölünk telhetőt, kerestük — kutattuk, sőt mintha éreztük is volna... így semmiképp sem róható fel nekünk, hogy nem ismertük elődünk cikkét.

Az *önmagunkra hivatkozás módszere* (minden szentnek maga felé...). Az előbbieken elmondottak tükrében különleges fénnel kell visszaverődjenek a saját, megelőző munkáinkra való hivatkozások. E téren egyáltalán nincs ok a szemérmeskedésre. Mindent be kell dojni, még az olyan kis vacak hozzászólásokat, vagy jelentéseket is, melyekre, rajtunk kívül, soha senki nem hivatkozott és nem is fog (már csak azért sem, mert nem is ismerik).

A szerzők saját korábbi cikkeire való hivatkozásokkal félig megtöltött irodalomjegyzék meggyőzően tanus-kodik arról, milyen fáradságos utat kellett a szerző(k)nek bejárni(uk) míg elkészült ez a mű, mely a hosszú kutatómunka eredményeire teszi fel a koronát.

A *nagy elmékre való hivatkozás módszere* (idegen tollakkal ékeskedni...). Amikor tudományos közleményt írunk, példátlan lehetőség nyílik meg előttünk, hogy nevünk együtt szerepeljen a tudomány olyan

hatalmasságaival, mint Maxwell, Boltzman, Planck, Bohr, Einstein stb. Ehhez elegendő, ha hivatkozunk rájuk. Ostobaság lenne kihagyni ezt az örömet. Ezért ha csak a legkisebb alkalom is kínálkozik — hivatkozunk a tudomány nagyjaira, utaljunk rájuk gondolkodás nélkül és ezáltal, legalább egy ici-picit magunkat is a szentek közé emeljük.

Ennek során eszünkbe ne jusson, hogy a nagy elődök érdemeit bármily kis mértékben is megpróbáljuk aláértékelní, vagy lebecsülni — a szerénység ebben az esetben csak előnyünkre válik — és ha valaki mégis megkísérelné, hogy szembe helyezkedjék velük, az az olvasók felháborodásával fog találkozni. Maga az a tény, hogy a tudomány valamely kiválósága ezzel a kérdéssel már foglalkozott és mi mégis ki mertünk rukkolni, hogy írásunkkal kiegészítsük az ő munkásságát, önmagában véve is olyan merészség, mely csak általános tiszteltet vált-hat ki.

### Köszönetnyilvánítások

Megköszönni valamit — külön tudomány, ami speciális kutatásokat igényelne. Köteteket lehetne írni arról, miként kell kihasználni a nyelv szókincsének teljes gazdagságát, hogy mindenkit, aki köszönetet érdemel úgy emeljünk ki, hogy azt higgye: a legszívélyesebb és legforróbb köszönettel éppen őt illetük.

Ez azonban csak egyik oldala a kérdésnek. A másik — ismét csak a tudomány kiválóságai, akiknek különleges hálanilylvánítással tartozunk. Ha például egy hírneves akadémikussal véletlenül összeakadva módunk volt két szót ejteni munkánkról és válaszul valami ilyesmit mormogott, hogy „valóban?”. „ez igazán érdekes” „hm-hm”, vagy esetleg „Ejnye fiatalember, hiszen ez tiszta ostobaság” (mint ismeretes, N. Bohr az utóbbi változatot az előbbi kettővel szokta változtatni), boldogok lehetünk, mert ránk mosolygott a szerencse. Cikkünket ez esetben feltétlenül az alábbi mondattal zárjuk: „Végezetül köszönetünket fejezzük ki Z. akadémikusnak értékes észrevételeiért (kritikus megjegyzéseiről a munka iránt tanúsított érdeklődéséért stb. stb.).”

Ez a köszönetnyilvánítás a legbiztosabb paizsnál is jobban véd a munkánkat szétmárcangolni vágyó, nublifikálását megakadályozni kívánó fogcsattogtató onnonensektől, lektoroktól és minden egyéb kritikától.

Ju. Demkov leningrádi professzornak a Zsauka i Nizny c. folyóirat 1912/73 számában megjelent, a kérdéskomplexumnak csak egyes jelentéktelen részeit érintő és a konkrét adatokat nélkülöző, említésre is alig érdemes cik-kéből okulva

aktualizálta, átköltötte és hazai tapasztalatokkal kiegészítette

Kovács Róbert

# HÍREK AZ IPARBÓL

## Cementipar

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztályának Műszaki-kémiai Bizottsága áprilisi ülését a CEMŰ Beremendi Gyárában tartotta Dr. Holló János akadémikus vezetésével. Az ülés keretében Riesz Lajos vezérigazgató-h. felvázolta a cementipar nemzetközi és hazai fejlődésének útját. Előadásában részletesen ismertette a technológia műszaki fejlődésének főbb állomásait, valamint azok gazdasági hatásait. Végezetül foglalkozott a hazai cementipar előtt álló fejlesztési feladatokkal, a cement iránti kereslet várható alakulásával, és az igények

kielégítésének feltételeivel. Martin Antal, a gyárigazgató műszaki helyettese a Beremendi Gyár megvalósításáról adott tájékoztatást, ismertette a választott technológiai rendszert, valamint a gyár előtt álló feladatokat.

A Bizottság az ülést követően megtekintette a termelő berendezéseket, az irányító központot, valamint az ellenőrző laboratóriumokat. A látogatók nagy érdeklődéssel tanulmányozták a korszerű cementgyárak megvalósításában a műveleti szemlélet messzemenő érvényesülését.

Dr. Sz. I.

## Alkotó Ifjúság pályázat

A KISZ Központi Bizottsága 1974. április 4-től 1975. április 4-ig szóló akcióprogramjában kezdeményezte az Alkotó Ifjúság pályázat és kiállítás megrendezését.

A pályázat és kiállítás célja, hogy átfogó képet adjon ifjúságunk alkotó tevékenységéről és összegyűjtse az ifjúsági munkaversenyformák, a tanulmányi mozgalmak eredményeit.

A pályázaton azok a 30. életévüket be nem töltött fiatalok ill. ifjúsági közösségek vehetnek részt, akik:

— az iparban, az építőiparban, a mezőgazdaságban, az erdő- és vízgazdálkodásban, a szállítás, a hírközlés, a kereskedelem és a szolgáltatások, az egészségügy, az ok-

tatás, a kulturális ellátás valamint más nem termelő területen dolgoznak;

— az általános iskolákban, a szakmunkásképző intézetekben, a szakközépiskolákban, a gimnáziumokban, a főiskolákon és az egyetemeken tanulnak;

— a fegyveres testületekben teljesítenek szolgálatot.

A pályázaton olyan hasznosítható gyakorlati és elméleti munkák vehetnek részt, (mestermunka, gyártmány, szemléltető eszköz, makett, terv, újítás, találmány, vizsgaremek, diplomaterv, szakdolgozat, szakköri termék stb.) amelyek szöveggel, képvel, rajzzal, modellel stb. szemléltet-

hetők, ill. tárgyként bemutatathatók. Az állami szervek a KISZ-szel, a szakszervezetekkel és a tudományos egyesületekkel közösen minden ágazatban felhívást és pályázat lebonyolítására és értékelésére irányelveket tesznek közzé.

A pályamunkák értékelésére és bemutatására a vállalatoknál, intézményeknél, majd alágazatonként elsősorban 1975 tavaszán kerül sor. A legjobb pályamunkák díjazásáról az állami szervek gondoskodnak. A legeredményesebben szereplő 100 KISZ szervezetnek a KISZ Központi Bizottsága 4000—4000 Ft pénzjutalmat és emlékklevelet adományoz. Az alágazati kiállításokon résztvevő minden kollektíva emléklakettet és a pályázat minden résztvevője emléklapot kap.

## Egyesületi élet

Egyesületünk *Durvakerámiai Szakosztályának Somogy—Zala megyei csoportja* március 22-én a Nagykanizsa I. sz. Téglagyár kultúrteremben klubnapot tartott. *Harag József* tájékoztatta a résztvevőket a vendéglátó téglagyár rekonstrukciójának eljárásáról és eredményeiről. Részletesen foglalkozott a gépsorok típusával, teljesítőképességével és technológiájával. Utána *Bauer József* ismertette a gépsorok elhelyezését, beépítésük idejét, valamint az agyag előkészítésének és tárolásának módját. A tervek ismertetése után a tervezők és résztvevők között részletekbe menő és eredményes vita alakult ki.

\*\*\*

*Durvakerámiai Szakosztályunk Somogy—Zala megyei csoportja* május 23. és 25. között bonyolította le

évi tervében előirányzott jugoszláviai tanulmányútját.

A csoport 23-án a Daruvári Gépgyárat tekintette meg. A gyár vezetői ismertették az üzem szervezeti felépítését, termékeinek és a jövőre vonatkozó terveiket. *Mato Pervon* igazgatóhelyettes közölte, hogy a gyár termelési értékének 80%-át a téglai gépek adják. Gyártmányaik között mintegy 25 fajta téglai géptípus található. Ismertette a 30 fős diszpécser szervezetet, melyet 1970-ben hoztak létre, és amelynek munkája eredményeként 1972—73-ban a termelési érték megkétszereződött (beruházás és létszámnövelés nélkül). A jövőben mind többet foglalkoznak a hagyományos gyárak rekonstrukciójával, amelyek tervezését, gépszükségletének gyártását, illetve beszerzését is vállalják.

24-én a csoport Bjelováron megtekintette azt a téglagyárat, amelyet a Daruvári Gépgyár tervezett és gépeit szállította. A gyár évi terve 20 millió égetett áru (normál méretben). Profilja a nagy üregterefogatú falazóanyag. Szárítója kamrás, átrakója és nyerskocsijai Keller rendszerűek. Égetés Hoffmann rendszerű kemencében, be- és kihordás emelővillás targoncával. A csoport a Zágráb I. téglagyárat is megtekintette. A gyár termelése 100 millió db égetett áru. Termékei között a kis méretű tömör téglától a nagy üregterefogatú tégláig, a fődémbélelemig számos áru szerepel. Gépi felszerelések között transzmisszióval meghajtott gépsor és teljesen automata gépsor is van. Szárítás szabadterén és csatornás szárítóban, égetés Hoffmann-kemencékben, a be- és kihordás villástargoncával történik. A gyárlátogatásokat minden esetben baráti megbeszélések követték.

25-én a csoport Rijeka város nevezetességét tekintette meg. A tanulmányút sikeréhez nagyban hozzájárult a jugoszláv kollégák segítőkészsége és vendégszerete.

Keller Antal

# PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

## Építészeti fényképpályázat 1974

„MAGYAR KISVÁROSOK UTCA-  
KÉPEI, TEREI, VÁROSKÉPEK,  
REGI ÉS ÚJ ÉPÍTÉSZET  
KAPCSOLATA”

A magyar kisvárosok (max. 50 000-es lakosság) közismert városképi jellegzetességei különleges nehezségeket jelentenek a jelenkori átépítéseknel, városfejlesztésnél. Az általánosan használatos épülettípusok — amelyek elsősorban nagyobb városok fejlesztésére alakultak ki, — nehezen illeszkednek a kisvárosok struktúrájába, amelyet itt-ott a teljes robbantás, lakóteleppé-válás veszélye fenyeget.

E kisvárosok pedig gyakran értékes, — ha nem is nagyon régi és nem is műemlékekben gazdag — városképeket, tereket és utcaképeket tartalmaznak.

A pályázat célkitűzése e kisvárosok régi és új jellegzetességeinek feltárása, bemutatása

Szeretnénk a pályázóktól olyan képeket, képsorokat beszerezni, amelyek átfogó képet adnak erről a nagyon fontos területről és miután ezeknek a kisvárosoknak a fejlesztése éppen napjainkban a legnagyobb arányú, egy nivós és művészi értékű pályázati anyag bizonyos tanulságok leszűrésére és ezzel kapcsolatos elvek megfogalmazására nyújtana lehetőséget, ami a továbbfejlesztésnél hasznosításra kerülhetne.

### Általános pályázati feltételek:

1. A pályázat titkos, azon bárki részt vehet.
2. Más pályázaton díjazott vagy megvásárolt képpel pályázni nem lehet.

3. Egy pályázó legfeljebb 6 (hat) pályaművet adhat be,  $18 \times 24$  cm-es méretben, fekete-fehér vagy színes kivitelben. Egy pályamű állhat akár 1 képből is, sorozat esetén 1 sorozat 1 pályaműnek számít, de a sorozat maximálisan 10 képből állhat.
4. A  $18 \times 24$  cm-es képek hátlapján feltétlenül feltüntetendő a jellege és a kisváros neve.
5. A díjazott, ill. megvásárolt képek vagy képsorok a Magyar Építőművészek Szövetsége tulajdonába kerülnek, a két kiíró szövetség saját kiadványaiban (MAGYAR ÉPÍTŐMŰVÉSZET, FOTÓMŰVÉSZET) újabb térítési igény nélkül részben vagy egészében felhasználhatók.
6. A pályázat anyagából 1975-ben rendezendő kiállításra a díjnyertes és a Bíráló Bizottság által kiválasztott egyes képek a kívánt méretre felnagyítandók. (Az  $50 \times 60$  cm-es nagyítási mérettől kezdve a nagyítás ellenértékét a 8/1970. sz. rendelet előírásai szerint a kiírók megítélik.)
7. A pályázó minden pályaművét azonos jellegével, egyszerre köteles beadni.
8. Beadandó ezen felül minden képnek megfelelően 1 db  $6 \times 9$  cm-es fotó zárt borítékban, a MÉSZ-nél történő archiválás céljából. Az archiv képek hátlapján az alábbi adatokat kérjük feltétlenül feltüntetni:

- a pályázó neve, lakcíme,
- a fénykép tárgya,
- mikor készült,
- negatív mérete.

9. Ugyancsak benyújtandó a pályázati anyag mellett egy külön,

jeligés zárt boríték, amely a pályázó nevét, címét, esetleg telefonszámát tartalmazza.

10. Amennyiben a fénykép a pályázati feltételek 5. pontjában meghatározottakon kívül felhasználásra kerülne, külön szerzői jogdíjban részesül.

### BEKÜLDÉSI HATÁRIDŐ:

1974. november 15, péntek 17 óra

Eredményhirdetés:

1974. november végéig

### BEKÜLDÉSI CÍM:

Magyar Építőművészek Szövetsége

1088 Budapest, Dienes L. u. 2.  
„ÉPÍTÉSZETI FÉNYKÉP-PÁLYÁZAT” felirással ellátott borítékban.

(Postai feladás esetén a postai bélyegző kelte az irányadó, személyes beadás esetén munkaidő alatt, vagyis szombat-vasárnap kivételével naponta 9-től 17 óráig.)

### DÍJAZÁS

Díjazásra összesen 30 000 Ft áll rendelkezésre, a legmagasabb díj 6000 Ft-nál több, a legalacsonyabb 2000 Ft-nál kevesebb nem lehet. A Bíráló Bizottság a díjakat a fenti keretben belül, a beérkezett anyag egymáshoz viszonyított értékéhez mérten állapítja meg.

**FIGYELEM!** A pályázati feltételek be nem tartása az érdemi bírálatból való kizárást vonja maga után!

Budapest, 1974. június

MAGYAR ÉPÍTŐMŰVÉSZEK  
SZÖVETSÉGE

MAGYAR FOTÓMŰVÉSZEK  
SZÖVETSÉGE

A szerkesztésért felel:  
Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

1368 Budapest VI., Anker köz 1—3.  
Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin krt. 9—11.  
Telefon: 221-285. Levélcím: 1906. Postafiók 223.

74.9., 3274 Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.  
F. v.: Povárnay Jenő.

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Elfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI. 1900 Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámára. — A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62. Előfizetési díj: negyedévre 22,50 Ft; félévre 45,— Ft; egyes szám ára: 7,50 Ft.

Index: 25 250

# Szárítóeljárás, egyszerű módszerekkel

A PM-hőcserélő a cementgyártásnál a szárítóeljárásban tiszta képet (hőátadás ellenáramban) és tudatos egyszerű építési módot tesz lehetővé. Az önfordó szerkezet csökkenti az építési költségeket. A sima, ellenáramú akna egyszerű bélésfalazatot és a tagolt építési módú hőcserélőkkel szemben kis tágulást (tömítetlenségek nélkül) biztosít.

Az egész létesítmény nem érzékeny az összetapadásra. Ez a rendszer egyszerű, de nagyteljesítményű, a forró füstgázok a hőcserélő aknába tangenciális irányban lépnek be, ennek révén az intenzív hőátadáshoz szükséges, erőteljes örvénylőáramlás jön létre. A termikus hatásfok ezáltal rendkívüli módon megnövekszik, a füstgázok nyomásvesztése pedig igen alacsony.

A PM-hőcserélő régebbi cementművek racionalizálásánál komoly teljesítményt nyújt és gazdaságosnak mutatkozik. A kemenceteljesítmény 65%-kal emelkedett, a fűtőanyagfelhasználás kb. felére csökkent. Az üzemeltetés során szerzett tapasztalatok 300 – 3300 tonna/nap teljesítménytartományú kemence- és hőcserélő sorozatok esetében rendkívüli kedvezőnek bizonyultak.

Tehát egyszerűek, nagyteljesítményűek és gazdaságosak azok az új, üzembevitést és racionalizálást szolgáló berendezések, amelyeket a PRAGOINVEST a cementgyártó ipar számára készít.

Kérje, részletes ismertetőnket!

Látogassa meg bemutatónkat a Brno-i Nemzetközi Gépkiállításon, 1974. szeptember 11–19 között!

GYÁRTJA A

**PREROV MACHINERY**



EXPORTÁLJA A

**pragoinvest**

Praha 9, Českomoravska 23  
Csehszlovákia

