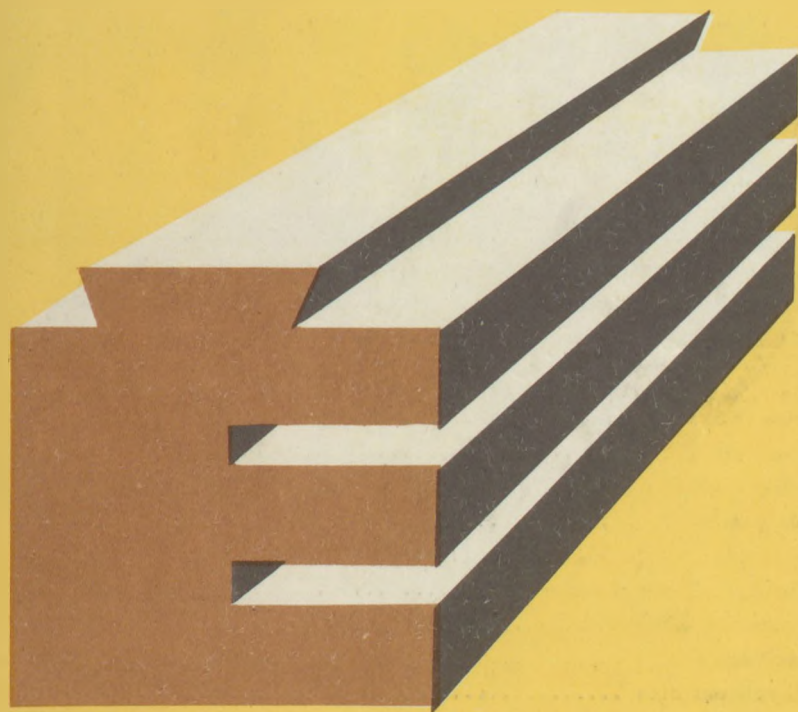


302 935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

5

XXXIII. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1981. MÁJUS
EPITAA 33 (5) 161—200 (1981)

ÉPÍTŐANYAG

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

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula Károly

Csáktornyai Béla

Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Dr. Lócsi Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

Vajda László

XXXIII. ÉVFOLYAM, 5. SZÁM. MÁJUS

TARTALOM

<i>Juhász A. Zoltán</i> : Kaolinos nyersanyagok ótetett termékeinek belső morfológiája ...	161
<i>Molnár Barnabásné</i> : A Királyhegyi kaolinbázisú finomkerámiai termékek kristályos fázisai	168
<i>Dobos Imre</i> : Forgókemence köpenyek alakváltozásának meghatározása	172
<i>Hargítai László – Vitélis György</i> : A dolomit mezőgazdasági hasznosítása	180
<i>Újhelyi János</i> : Megjegyzések a beton nyomószilárdságának matematikai-statisztikai minősítéséről	184
<i>Gálos Miklós – Tóth Miklósné</i> : A Dunai Vasmű kohósalakkövéből aprított és osztályozott termék az átépítésben	190
Kitüntetés	167
A világ szilikátiparából	171
Erdély Imre	189
Lapszemle	196
Adatlapok: Petényi meszesagyag	197
Konferencia hírek	199
Egyesületi élet	199
Könyvismertetés	200
Útbeszámoló	200

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Юхас, А. З.</i> : Внутренняя морфология продуктов обжига каолиновых сырьевых материалов	161
<i>Молнар, В.не</i> : Кристаллические фазы тонкокерамических продуктов на основе кирайхедьского каолина	168
<i>Добос, И.</i> : Определение деформаций корпуса вращающихся печей	172
<i>Уйхей, Я.</i> : Замечания к математическому-статистическому методу оценки прочности бетона при сжатии	180
<i>Харейтаи, Л. – Виталиш, Дь.</i> : Использование доломита в сельском хозяйстве ...	184
<i>Галош, М. – Том, М.</i> : Применение в дорожном строительстве дробленого и классифицированного щебня из доменного шлака Дунайского металлургического комбината	190

INHALT

<i>Juhász, A. Zoltán</i> : Innere Morphologie von gebrannten Produkten kaolinhaltiger Rohstoffe	161
<i>Molnár, Barnabásné</i> : Kristallphasen der feinkeramischen Produkte aus Királyhegy (Ungarn) auf Kaolinbasis	168
<i>Dobos, Imre</i> : Bestimmung der Deformation des Drehofenmantels	172
<i>Hargítai, László – Vitélis, György</i> : Landwirtschaftliche Nutzung des Dolomits	180
<i>Újhelyi, János</i> : Bemerkungen zur mathematisch-statistischen Wertung der Druckfestigkeit des Betons	184
<i>Gálos, Miklós – Tóth, Miklósné</i> : Zerkleinerter und klassierter Hochofenschlackenstein aus dem Hüttenbetrieb Dunai Vasmű, im Straßenbau	190

CONTENTS

<i>Juhász, A. Zoltán</i> : Internal Morphology of Products Fired from China Clay Containing Raw Materials	161
<i>Molnár, Barnabásné</i> : Crystalline Phases of Ceramic Products Manufactured of Királyhegy China Clay	168
<i>Dobos, Imre</i> : Deformation of Rotary Kiln Shells	172
<i>Hargítai, L. – Vitélis, György</i> : Agricultural Utilisation of Dolomite	180
<i>Újhelyi, János</i> : Some Remarks to the Mathematical-Statistical Qualification of Concrete Strength	184
<i>Gálos, Miklós – Tóth, Miklósné</i> : Application of Comminuted and Classified Blastfurnace Slag in Roadbuilding	190

Kaolinos nyersanyagok égetett termékeinek belső morfológiája*

JUHÁSZ A. ZOLTÁN

Budapesti Műszaki Egyetem, Építőanyagok Tanszék

Ha nyers kaolinból kerámiai testet készítünk, az alakítás és égetés technológiai műveletének megfelelően a kiindulási rendszer (pl. kaolinórlemény) morfológiai állapota is két lépcsőben változik meg:

Az első lépcsőben a kaolinórlemény, mint inkoherens diszperz rendszer (halmaz) pórusos testté alakul át, főleg mechanikai hatások, pl. sajtolás, öntés, plasztikus formázás következtében. A pórusos test alakállandóságát a szomszédos kaolinszemcsék között uralkodó adhéziós erők biztosítják.

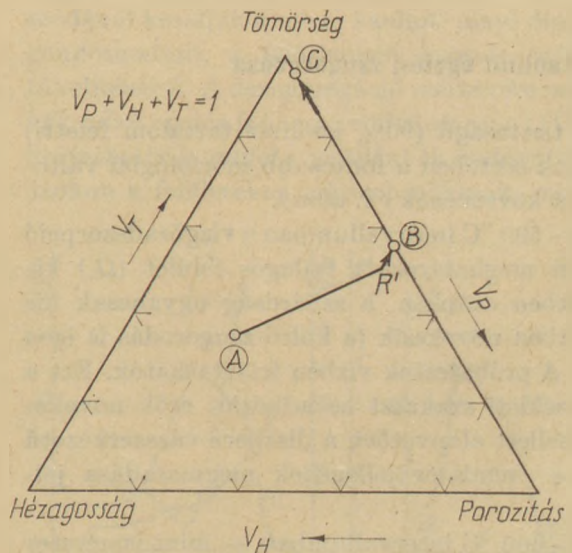
A második lépcsőben a pórusos szerkezetű félkész termékből tömör, vagy közel tömör test jön létre, termikus hatások (égetés) következtében. A test megnövekedett szilárdságát kemihéziós jelenségek és — főleg — szilárd fázisú reakciók okozzák.

Az átalakulás a tömörség — porozitás — hézagosság morfológiai állapotábrán (TPH-rendszerben, [1]) szemléltethető:

Kiindulási állapotban a kaolinórlemény pórusos halmaz, tehát olyan diszperz rendszer, mely részint a szemcsék laza halmozódása révén létrejött diszperz vázból és hézagrendszerből, részint a szemcsékben levő kapilláris-pórusos rendszerből tevődik össze, tehát első közelítésben a tömörség (v_T), hézagosság (v_H) és porozitás (v_P) állapotjelzőkkel írható le. Kísérleti kaolinunk helyzetét

az 1. ábra 1 pontja jelzi. Ha kísérleti anyagunkat kevés víz jelenlétében sajtolással tömörítjük, akkor — nem túl nagy nyomás alkalmazása esetén — állapota A-ról A'-re változik, vagyis a rendszer tömörödését főleg a hézagosság csökkenése idézi elő. Ezt követő szárításkor a porozitás is csökken-

Kaolin	→	Kerámia test
A	→ B → C	
Diszperz rsz → Pórus rsz → Tömör rsz		
Mechanikai hatások → Termikus hatások		
Adhéziós erők → Kemihézió - Szil. fázisú reakció		



1. ábra. Kerámia test kaolinórleményből való kialakulásának ábrázolása a TPH (tömörség-porozitás-hézagosság)-rendszerben

* Az SzTE és MFT agyagásvány ankétjának (1980) anyagából.

het a hézagosság mellett és így A' -ből B állapotba jutunk.

A B állapotú sajtolt kaolin test kohérens diszperz rendszer. Pórusrendszere részint a kaolinszemcsék eredeti pórusaiból, részint a sajtolás-kor végbemenő hézag \rightarrow pórus átmenetek következtében alakul ki.

Fokozatosan növekvő hőmérsékleten égetve próbatestünket, porozitásának fokozatos csökkenését tapasztaljuk, tehát pórusrendszere többékevésbé megszűnik, végül a C -vel jelzett (megközelítőleg tömör test) állapotba kerül.

A teljes $A \rightarrow C$ folyamat alatt a rendszer tömörsége (v_T) megnövekszik. Ha pedig csak a $B \rightarrow C$ átalakulást vizsgáljuk, akkor a tömörség növekedését a porozitás csökkenésével is leírhatjuk, mivel $v_T = 1 - v_p$.

A vázolt morfológiai változásokat külső-morfológiai változások kísérik, melyeket – a kerámiában kialakult gyakorlat szerint – legegyszerűbben a test lineáris méretváltozásával (ϵ) jellemezhetjük.

Bár az égetés alatt bekövetkező külső és belső morfológiai változások nem választhatók el egymástól, mert egymással szorosan összefüggnek, ezek az összefüggések mégsem egyszerűek, mivel a nyers kaolin tulajdonságai messzemenően befolyásolják azokat. A meglehetősen bonyolult jelenséget néhány módszeres kísérletsorozattal vizsgáltuk és elemeztük, keresve azokat az összefüggéseket, melyek a nyers kaolin tulajdonságai és a belőle készített kerámiái test belső morfológiája között fennállnak. E vizsgálatok gyakorlati célja a kaolinok előkészítési és nemesítési technológiája fejlesztési irányainak keresése volt.

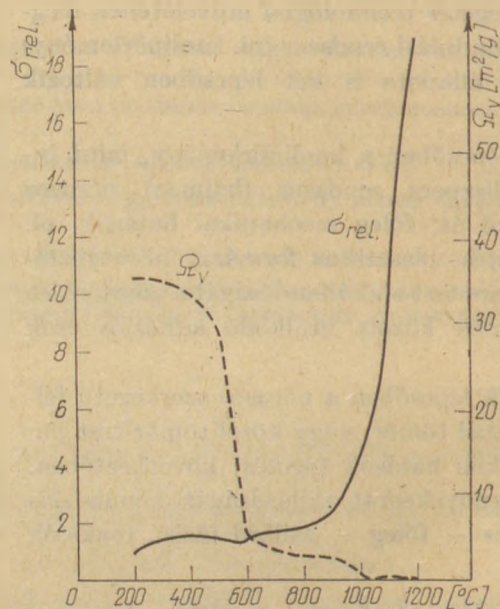
1. A kaolinit égetési zsugorodása

Nagy tisztaságú (90% kaolinit tartalom feletti) kaolinok esetében a fontosabb morfológiai változások a következők (2. ábra).

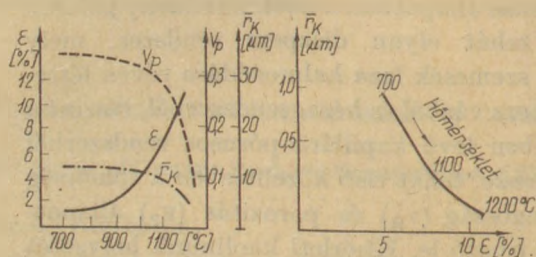
200–500 °C intervallumban a vízgőzadszorpció alapján meghatározott fajlagos felület (Ω_v) kis mértékben csökken, a szilárdság ugyancsak kis mértékben növekszik (a külső zsugorodás is igen kicsi). A próbatestek vízben feláztathatók. Ezt a hőmérsékleti szakaszt az adhéziós erők növekedése mellett alapvetően a diszperz vázszerkezetű pórusos rendszer jellegének megmaradása jellemzi.

500–600 °C intervallumban – mint ismeretes [2] – a kaolinit szerkezeti vizének távozása folytán amorf anyag, az ún. metakaolin keletkezik.

Az átalakulás a külső zsugorodás és szilárdsági növekedésével jár együtt, a próbatestek vízben nem áznak fel többé. A fajlagos felület jelentősen csökken. Belső-morfológiai szempontból a metakaolin képződése azzal jellemezhető, hogy a kristályrácsban végbemenő átrendeződés (amorf oxidok keletkezését) a diszperz vázszerkezetű pórusos test xerogéllé való átalakulása kíséri, tehát olyan kohérens diszperz rendszer keletkezése, melyben mind a pórusok, mind az összefüggő szilárd vázat felépítő primer részecskék zömmel szubmikroszkópos méretűek. A xerogélképződést kísérő szilárdságnövekedést a primer részek kemihéziós erőkkel való kapcsolódásának tulajdonítjuk és ezzel függ össze az is, hogy a xerogél szekunder vázának fajlagos felülete viszonylag kicsi. 600–900 °C között mind a porozitás (v_p) mind pedig a külső zsugorodás (ϵ) csak kis mértékben változik meg (3. ábra). Megközelítőleg állandósul az átlagos kapilláris sugárméret (\bar{r}_k), mint a pórusméretek jellemző számadata is (melyet a vízfelszívás sebessége alapján határoztunk meg, [3]).



2. ábra. Különböző hőmérsékleten hevített kaolin-testek „összes” fajlagos felülete (Ω_v) és a 200 °C-on izzított kaolinra vonatkoztatott relatív nyomószilárdsága



3. ábra. A porozitás (v_p), külső zsugorodás (ϵ) átlagos pórusméret (\bar{r}_k) alakulása az izzítási hőmérséklet függvényében

950 °C felett tapasztalható a külső és belső morfológia ismételt nagymértékű változása. Ebben a zónában az „aktív állapotú” [4] keverékből spinell szerkezetű gamma-alumínium-oxid kristályosodik ki, majd megjelenik a mullit és (magasabb hőmérsékleten) a krisztobalit is. Ezek a szilárd fázisú kémiai reakciók mélyrehatóan befolyásolják a kaolin külső és belső morfológiáját. E változásokra az erőteljes külső és belső zsugorodás jellemző, a szilárdság növekedése és a fajlagos felület újabb csökkenése mellett. A 3. ábra jobb oldali rajzán feltüntettük a „normális” kaolinok ún. morfológiai görbéjét, vagyis a külső és belső zsugorodás összefüggéseire utaló ε versus r_K görbét: normális kaolinoknál — a hőmérséklet növekedésének irányában a — belső-szerkezeti zsugorodást (r_K csökkenését) a külső méretváltozás (ε növekedése) egyértelműen követi.

Vannak azonban anomálishan viselkedő kaolinok is. Ilyen pl. a szegi kaolin, melynek az a tulajdonsága, hogy 950 °C körüli hőmérsékleten próbatestjei teljesen szétrepednek. E viselkedés okát abban láttuk [5], hogy mivel a kaolin oktaéderes rétegében az Al atomok mintegy 6%-át Fe atomok helyettesítik, a szokatlanul nagymértékű szubsztitúció nemcsak a kristályrács fire-clay szerű rendezetlenségét eredményezi, hanem hevítéskor a metakaolin rendkívül heves zsugorodással járó kristályosodását is előidézi. Ezt a kis hőmérséklet-közben végbemenő belső szerkezeti zsugorodást a próbatest külső méretváltozásaiban követni nem tudja, belső feszültségek lépnek fel a próbatestben, melyek a test teljes szétrepedésére vezetnek.

Találhatók azonban a szegi bányában olyan minták is, melyeknek próbatestjei látszólag repedés nélkül is kiögethetők. Az anomális viselkedést a morfológiai görbékkel ez esetben is ki lehet mutatni. A kritikus hőmérséklet-intervallumban megjelenő finom repedések ugyanis az átlagos pórusméret növekedéseként jelennek meg, (egyúttal a szilárdság csökkenése is tapasztalható a kritikus hőmérséklet tartományban, 4. ábra). A morfológiai görbe a magasabb hőmérsékleten végbemenő „normális” változásokat jelzi.

Megjegyezzük, hogy a repedezést okozó belső feszültségeket a belső-morfológia tervszerű megváltoztatásával (idegen vázképző anyagok bekeverésével) meg lehetett szüntetni [5].

A tiszta kaolinok esetében is csak akkor tapasztalható tehát a külső és belső zsugorodás közötti összhang, vagyis az, hogy a diszperz váz-szerkezet szinterezése a pórusok méretének egyenletes csökkenését idézi elő (ami viszont halmozot-

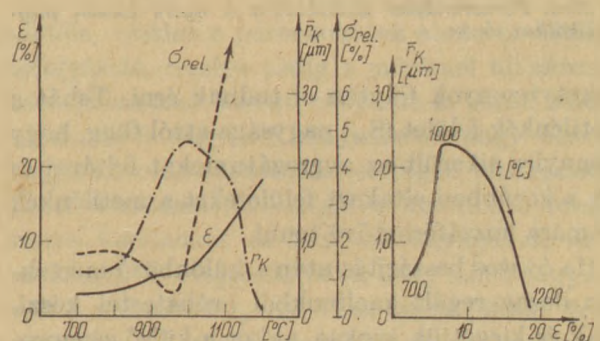
tan jelentkezik a külső méretek csökkenésében), ha a szilárd vázszerkezet egyenletes és feszültségmentes zsugorodását sem kristályszerkezeti, sem más tényezők nem zavarják. Ha ez bekövetkezik, akkor a kaolin égetési zsugorodását — belső-morfológiai szempontból — a *homogén vázszerkezet* zsugorodásával, vagyis „homogén vázképzéssel” jellemezhetjük.

2. A nyers kaolin aggregációs állapotának befolyása az égetett próbatestek belső morfológiájára

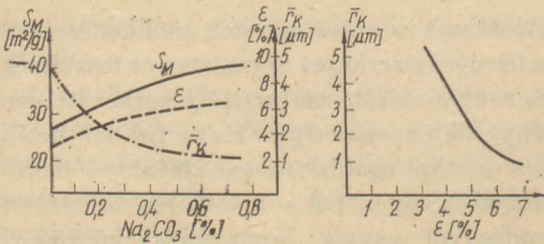
Tapasztalat szerint a tiszta kaolin égetési zsugorodását mesterségesen befolyásolhatjuk a nyers kaolin állapotának előzetes megváltoztatásával. Ismeretes pl. a gyakorlati életből, hogy a száraz előkészítéssel dúsított kaolinok a nedvesen előkészítettektől némileg eltérő kerámiai tulajdonságokkal rendelkeznek. Hofmann és munkatársai [6] felhívják a figyelmet a mechanikai megmunkálás során a képlékeny kaolin masszában végbemenő rendeződési folyamatokra, melyek a gyakorlati kerámiában egyébként már régen tapasztalt jelenségekre („struktúrás” cserép, „a kerámia emlékezik”, stb.) adnak magyarázatot.

A nyers kaolin primer szemcséi rendszerint szekunder szemcsékké, aggregátumokká állnak össze. Az aggregációs állapot és az égetett termék belső morfológiája közötti kapcsolatot az alábbi két kísérlet is demonstrálja:

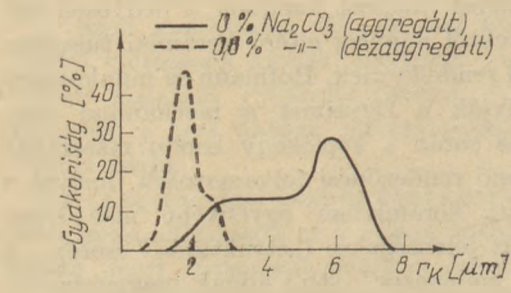
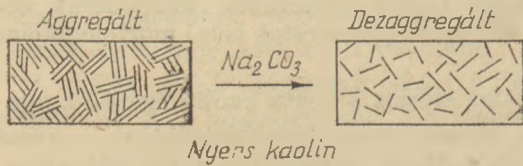
a) Mivel az aggregátumok megfelelő mennyiségű elektrolittal feltárhatók, ezért lehetőség van különböző dezaggregáció-fokú kaolinok előállítására, ha vizes szuszpenzióban fokozatosan növekvő mennyiségben adagolt elektrolittal, pl. szódával kezeljük a nyers kaolint, majd dialízissel gondoskodunk a fölöslegben maradt sóda eltávolításáról. A dezaggregáció mértékére metilénkék adszorpcióis fajlagos felület alapján [7] következtethetünk, mivel a metilénkék molekulák csak azokon a felületeken adszorbeálódnak, melyeket



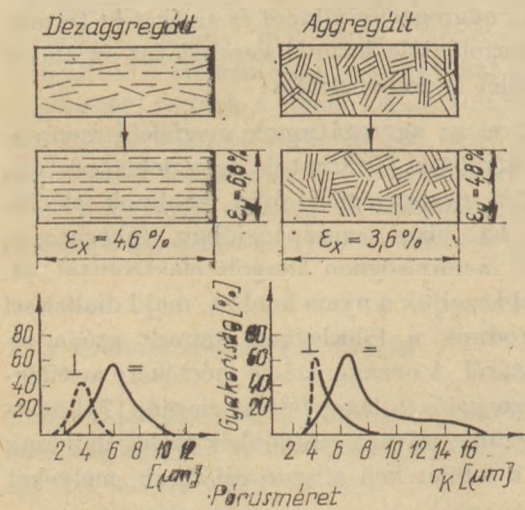
4. ábra. A szegi kaolin zsugorodása, pórusmérete és relatív szilárdsága



5. ábra. Különböző mennyiségű Na_2CO_3 -al dezaggregált kaolin metilénkék-felülete (S_M), égetési zsugorodása és pórusmérete



6. ábra. Aggregált és dezaggregált kaolin pórusmérete égetés után



7. ábra. Pórusrendszer kialakulása a nyers kaolin megmunkálása során

méretviszonyok folytán el tudnak érni. Tehát a metilénkék-felület (S_M) nagysága attól függ, hogy mennyire sikerült az aggregátumokat feltárni és így a korábban eltakart felületeket a metilénkék számára hozzáférhetővé tenni.

Ha óvatos beszárítás után a különböző mértékben dezaggregált kaolinokból próbatestet készítettünk és kiégetjük azokat, akkor a külső zsugorodás és átlagos pórusméret monoton változását

tapasztaljuk, mely párhuzamosan követi a dezaggregációt jelző metilénkék-felület görbéjét (5. ábra). A dezaggregált kaolin égetett próbatestjeinek pórusméret-eloszlása közel monodiszperz, míg az aggregált kaolinban polidiszperz pórusrendszer alakul ki (6. ábra). Kerámiai szempontból előbbi a kedvezőbb.

b) Igazodva a Hofmann-féle modellkísérlethez, aggregált és dezaggregált kaolinból készített pépet kézi csigasajtóra szerelt hosszú csövön préseltünk át, majd égetési zsugorodásukat és vízfelszívásuk sebességét az áramlási irányban és arra merőleges irányban meghatároztuk. Utóbbiból kiszámítottuk az ekvivalens kapilláris sugárméret eloszlást is.

A kísérlet során a kaolinpép áramlási irányára szerinti eltérő égetési zsugorodást találtunk, a Hofmann-féle kísérlethez hasonlóan (7. ábra). Ami a pórusrendszert illeti, a dezaggregált rendszerben a kaolin szemcsék áramlási irányban való rendeződése következtében az áramlással párhuzamos, rendezett csatorna hálózat létrejöttét tapasztaltuk (8). Ez a kapilláris rendszer jól vezeti a vizet. Az áramlásra merőlegesen viszont a kaolinszemek egymáshoz való illeszkedése a vízfelszívást fékezi. A szerkezeti anizotropia a mechanikai tulajdonságokban is érvényesül. Aggregált állapotban az áramlás irányában való hasonló rendeződések alárendeltebbek.

Mivel a rendeződési hajlam a jól peptizált kaolinban nagyobb, mint a koagulált, ún. kártyavár struktúrájú [6] rendszerekben, ezért előnyösnek tartjuk a nyers kaolin teljes dezaggregációja mellett a rendszer enyhe koaguláltatását, ami elektrolit felesleggel, vagy koagulátorokkal valósítható meg. Ez az állapot az iszapolt kaolinok szűrhetősége szempontjából is kedvezőbb.

3. Heterogén vázképzők hatása az égetett kaolin belső morfológiájára

A természetes kaolinos kőzetek majdnem mindig tartalmaznak a kaolinit mellett más elegyes alkotórészeket (kvarc, földpát, egyéb agyagásványok, stb.) és szennyeződések (limonit, csillám, stb.) Ugyanakkor a legtöbb kerámiai termék olyan masszából készül, melybe mesterségesen kevernek a kaolin égetési tulajdonságait és a kerámiai áru fizikai és mechanikai tulajdonságait biztosító adalékanyagokat (homok, földpát, egyéb agyagásványok, stb.). Vagyis a tiszta kaolin égetésekor bekövetkező belső-morfológiai változások a gyakorlati felhasználás során csak a legkritkább eset-

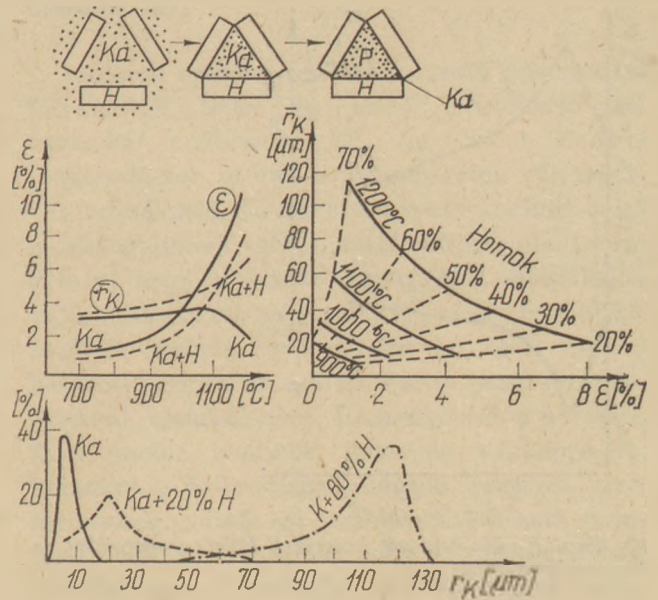
ben érvényesülnek, sokkal nagyobb jelentőségük van a keverékekben végbemenő folyamatoknak.

A nyers kaolin égetési tulajdonságainak alakulását kvarc (Q), földpát (A) és bentonit (B) esetében a 8–10. ábrákon bemutatott kísérleti eredmények demonstrálják, midőn kaolinhoz (KA) lépcsőzetesen növekvő mennyiségben kevertük ezeknek az anyagoknak az őrleményeit.

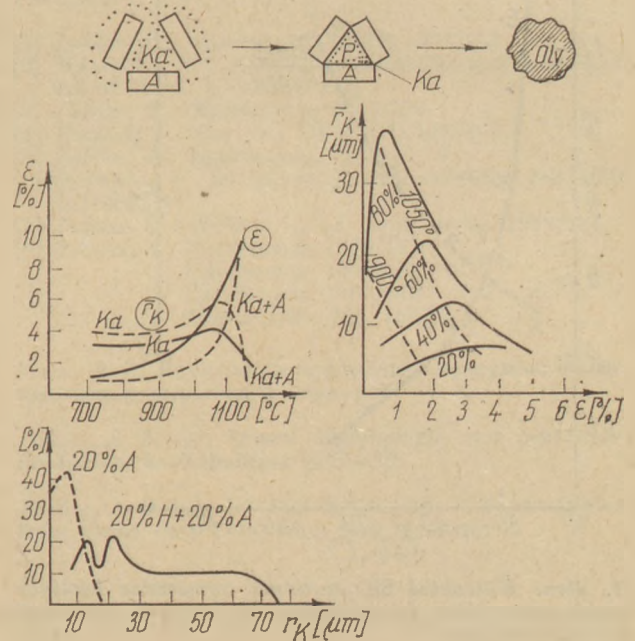
Homok és aplit esetében (8. és 9. ábra) szembe-tűnő az ε versus r_K görbék lefutásának gyökeres változása a normális viselkedésű tiszta kaolinoké-hoz képest: itt ugyanis a hőmérséklet növelésekor – bár a külső zsugorodás növekszik – a pórusméretek nem csökkennek, mint a kaolinok esetében láttuk, hanem megnövekednek. Minél több a kvarc és földpát a masszában, annál jobban érvényesül ez a jelenség. A kvarcnak és (olvadáspont alatt) az aplitnak ezt a hatását „heterogén vázképzés”-nek neveztük el [8]. A heterogén vázképzés lényegében abból áll, hogy a kaolin-ágyba ülő kvarciszemkek a 8. ábra szerint kitámasztják egymást, miközben a kaolin „normálisan” zsugorodik, ilymódon egy másodlagos váz alakul ki a próbatesten belül. E váz azonban (önmagában nem zsugorodó lévén) nem képes követni a kaolinit zsugorodását, emiatt a próbatest zsugorodása viszonylag csökken ugyan, de ugyanakkor a pórusok is megnőnek. A másodlagosan kialakult pórusrendszer a hőmérséklet növelése esetében tovább durvul, miközben a kaolinit saját pórusrendszere finomodik, illetve meg is szűnik.

Az aplit (9. ábra) heterogén vázképzése természetesen csak az olvadék megjelenése előtt érvényesülhet. Olvadéskor ugyanis a heterogén vázképzés megszűnik és az olvadék a pórusokat az ismert módon eltömi.

Igen bonyolult az idegen agyagásványok hatása a kaolinit égetési zsugorodására és az égetett próbatestek belső morfológiájára. Általában a 10. ábra szerinti minimum, ill. maximum görbékét kapjuk, az agyagásványok minőségétől függő lefutással. Az idegen agyagásványok részint beépülnek a kaolinit homogén vázába és elősegítik annak külső és belső zsugorodását (így viselkednek a nagyon finom és jól dezaggregált agyagásványok: illit, montmorillonit), de ugyanakkor gyakran tapasztalható azok heterogén vázképzése is, különösen akkor, ha nincsenek jól dezaggregálva. A heterogén vázképzés jelensége jól kimutatható, ha a vizsgált kaolinból azonos módszerrel készített próbatesteket kétféle hőmérsékleten (pl. 1100 és 600 °C-on) kiégetjük, majd e két hőmérsékletre tartozó átlagos pórusméretek hányadosát képezzük. Ezzel a módszerrel ugyanis

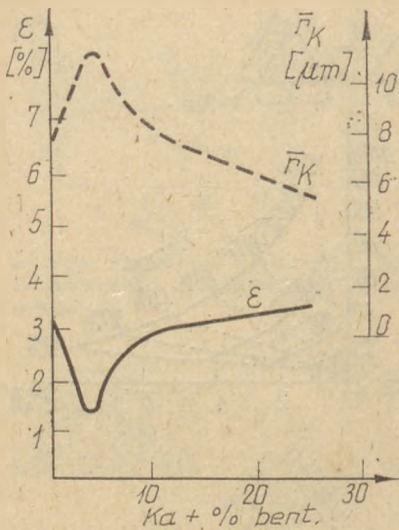


8. ábra. Őrölt kvarc befolyása a kaolin külső zsugorodására és pórusméretére

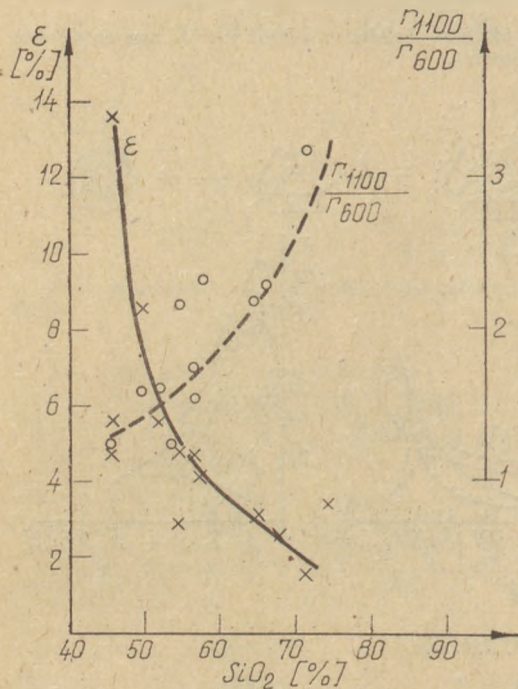


9. ábra. Őrölt aplit befolyása a kaolin külső zsugorodására és pórusméretére

sokféle, részint a pórusméretek abszolút értékét befolyásoló, részint pedig a mérésnél hibaforrásként jelentkező zavaró tényezőt ki lehet küszöbölni. 1-nél nagyobb hányadosból nagy biztonsággal következtethetünk heterogén vázképzésre. Ezzel a módszerrel vizsgálva különböző természetes kaolinokat és kaolinos agyagokat, az a tendencia volt tapasztalható, hogy minél nagyobb volt a minták SiO_2 tartalma, annál jobban érvényesült a heterogén vázképzés és egyúttal annál kisebb volt a külső zsugorodás is (11. ábra).



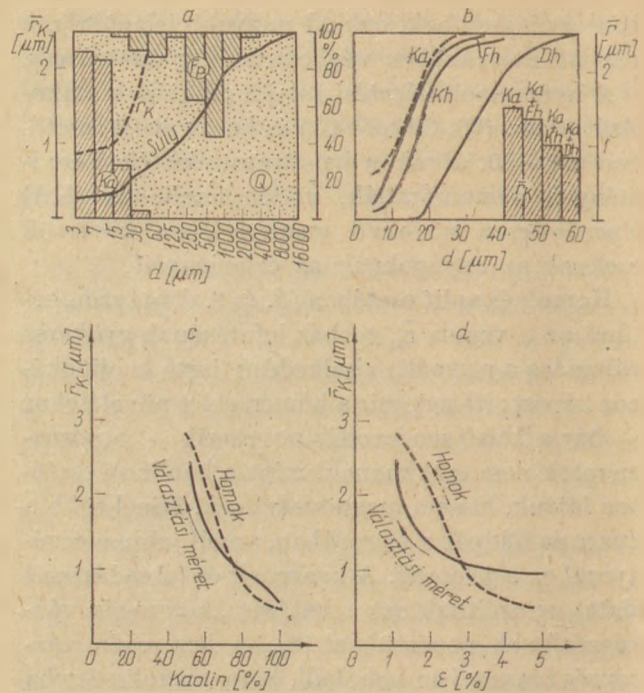
10. ábra. Kaolin-bentonit keverékek külső zsugorodása és átlagos pórusmérete



11. ábra. Különböző SiO₂-tartalmú természetes kaolinok égetési zsugorodása és a relatív pórusmérettel kimutatott heterogén vázképzés

A heterogén vázképzésre példaként mutatjuk be az alábbi kísérleteket:

Egy természetes kaolinos homok – mely kaolinitet, földpátot és kvarcot tartalmazott – dúsítási kísérletét végeztük úgy, hogy a nyersanyagot vizes közegben különböző elválasztási méret alkalmazásával iszapoltuk. A 12. a. ábrán feltüntettük a kaolin kumulatív szemcseméret eloszlását („súly” görbe), az egyes szemcseméret-frakciókban a kaolinit, földpát és kvarc viszonylagos mennyiségét, valamint a különböző szemcseméretnél elválasztott iszapolt kaolin égetett próbatestjeinek átlagos pórusméretét. Ez utóbbi



12. ábra. Iszapolási és keverési kísérlet mérésadatai

különösen akkor növekedett meg, ha a választási méret 30 μm-nél nagyobb volt, tehát az iszapolt kaolin viszonylag sok kvarcot és földpátot tartalmazott. Ez a megállapítás pl. a 8. ábrán bemutatott kísérletekkel is összhangban van.

A kísérlet második lépcsőjében a 30 μm-nél iszapolt kaolinhoz utólagosan homokörleményeket kevertünk. Három keveréket állítottunk elő, mindegyikben a homok mennyisége azonos volt (20%), de szemcseeloszlása különbözött (a 12. b. ábrán látható a „finom”, „közepes” és „durva” homok szemcseeloszlása, a tiszta kaoliné mellett). Ha ezekből a keverékekből égetett próbatesteket készítettünk, pórusméretük az ábrán feltüntetett módon alakult (külső zsugorodásuk rendre: kaolin: 4,6%, finom homokkal: 3,3%, közepes homokkal: 2,9%, durva homokkal: 2,5%, tehát csökkent, ha a homok átlagos szemcsemérete növekedett).

Különböző mennyiségű homok hozzákeverésével, ill. különböző méretnél való elválasztással változó kaolinit tartalmú keverékeket állítottunk elő. Ha az azonos kaolinit tartalmú keverékeket a 12.c. ábra szerint összehasonlítjuk, akkor érzékelhetővé válik, hogy a kétféle keverék a heterogén vázképzés szempontjából nem egyenértékű. Az összehasonlítást folytathatjuk a 12.d. ábra szerint, tehát a különböző összetételű keverékek külső zsugorodása és pórusmérete közötti összefüggés segítségével. Ebben az ábrázolásban különösen jól kimutatható, hogy a két sorozat viselkedése jelentősen eltér egymástól, tehát önmagá-

ban az ásványos összetételből az égetett termékek morfológiájára következtetni nem lehet. Döntő szerepe van ugyanis a heterogén vázképző mennyisége mellett a vázképző szemcseméretének, de főképpen a szemcseméret eloszlásának is.

Hasonló kísérletek értékelése során arra a megállapításra jutottunk, hogy a természetes kaolinokban levő heterogén vázképzők – melyek a kaolinos üledékes kőzetek kialakulásakor együttülepedéssel kerültek a nyers kaolinba – a kaolin égetés alatti viselkedése szempontjából kedvezőbbek, mint az utólagosan hozzákevert (kvarc, földpát) őrlmények. Ennek okát abban láttuk, hogy ezekkel a természetes heterogén vázképzőkkel rendszerint már a kaolin nyers formázásakor tömörebb testek alakíthatók ki, mint az utólagosan adagolt őrlménnyel, mivel a legtöbb esetben a természetes heterogén vázképzők és kaolinit együttesen már eleve a tömör halmozódáshoz szükséges optimális granulometriával rendelkeznek. Természetesen optimális szemcseeloszlású őrlményekkel (mint pl. „durva” homokunk volt) az égetési tulajdonságok, elsősorban a már alacsonyabb égetési hőmérsékleten kis külső zsugorodás mellett kialakuló tömör (kis pórusméretű) kaolinváz, tovább javíthatók.

A kísérletek alapján úgy véljük, hogy nem érdemes minden kaolinelőfordulás esetében a legnagyobb kaolinit tartalmú iszapolt kaolin előállítására törekednünk, mivel – a sokkal nagyobb előállítási költségek ellenére – nem mindig nyerjük ezúton a legjobb kerámiai tulajdonságú terméket.

E kérdés eldöntésére azonban minden egyes nyers kaolin esetében csak a szükséges laboratóriumi vizsgálatok elvégzése után vállalkozhatunk.

Összefoglalás

A kaolinok égetése alatt végbemenő zsugorodási folyamatok „külső” és „belső” morfológiai változásokat eredményeznek. Az első a lineáris zsugorodással, utóbbi a pórusméretek változásával indikálható. Kiindulva a tiszta kaolinit belső morfológiájának égetés alatti változásaiból, vizsgáltuk, hogy a kaolin aggregációs állapota, a vizes masszát ért mechanikai hatások, továbbá a kaolinit mellett levő idegen anyagok milyen hatással vannak az égetett kaolin belső morfológiájának kialakulására. Rámutatunk a normális és anomális kaolinok homogén vázképzésére, valamint a heterogén vázképzők hatására, azok mennyisége, minősége és szemcse szerkezete szempontjából. A vizsgálatok célja az optimális kaolinelőkészítési technológia lehetőségeinek kutatása volt.

IRODALOM

- [1] Juhász, Z.: Építőanyag XXIX/1977/259.
- [2] Mackenzie, R. C.: The Differential Thermal Investigation of Clays. London, 1957.
- [3] Juhász, Z.: Építőanyag 1957/194.
- [4] Freund, F.: Ber. der DKG. 37/1960/209.
- [5] Juhász, Z.: Építőanyag, 1959/17.
- [6] Hofmann, V., W. Czerch, E. Scharrer: Ber. der DKG. 35/1958/219.
- [7] Juhász, Z. – Kakasy Gy-né: Építőanyag, 1958/121.
- [8] Juhász, Z.: Építőanyag, 1960/121
Építőanyag, 1960/176
Építőanyag, 1960/442
Tonindustrie Ztg. 1962/3.

Юзас, А. З.: Внутренняя морфология продуктов обжига каолиновых сырьевых материалов

Juhász, A. Zoltán: Innere Morphologie von gebrannten Produkten kaolinhaltiger Rohstoffe

Juhász, A. Zoltán: Internal Morphology of Products Fired from China Clay Containing Raw Materials

KITÜNTETÉS

Az építésügyi és városfejlesztési miniszter

KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetésben részesítette:

MÁRKUS MIKLÓST, a Beton és Vasbetonipari Művek vezérigazgatóhelyettesét,

KUGLER FERENCET, a Cement és Mészművek főosztályvezetőjét,

KELEMEN ISTVÁNT, az Üvegipari Művek osztályvezetőjét,

OROSZ LÁSZLÓT, az Üvegipari Művek miskolci Üveggyár üzemvezetőjét

A kitüntetetteknek gratulálunk SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET VEZETŐSÉGE

A királyhegyi kaolinbázisú finomkerámiai termékek kristályos fázisai*

MOLNÁR BARNABÁSNÉ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A Tokaj-hegylajai fehérre égő kovasavas riolit-tufák kaolintartalmuk miatt, kaolinpótló nyersanyagként kerülnek felhasználásra a finomkerámiaiparban. Jelenleg a mádi királyhegyen működő bányából termelnek ilyen típusú kőzetet, amelyet királyhegyi kovasavas kaolin néven hoznak forgalomba.

Finomkerámiai célra alkalmas királyhegyi kaolin jellemző kémiai- és ásványi összetételét az 1. táblázat tartalmazza. Az adatokból látható, hogy a kőzet nagyobb részét képezi a kvarc és kisebb hányada a kaolinit. Ebből már az is nyilvánvaló, hogy a kőzet tulajdonságait a kvarc jelenléte döntően befolyásolja.

Ásványtanilag jellemző a kőzet mikroszerkezetére a kristályos komponensek morfológiája, amely hordozója a kőzet fizikai tulajdonságainak. A kőzet kristályos komponenseinek jellemző morfológiáját az 1. ábra mutatja. A kaolinit és dickit 1–2 mikrométeres, jókristályos formái mellett nagyméretű fejlett kvarc kristályokat figyelhetünk meg.

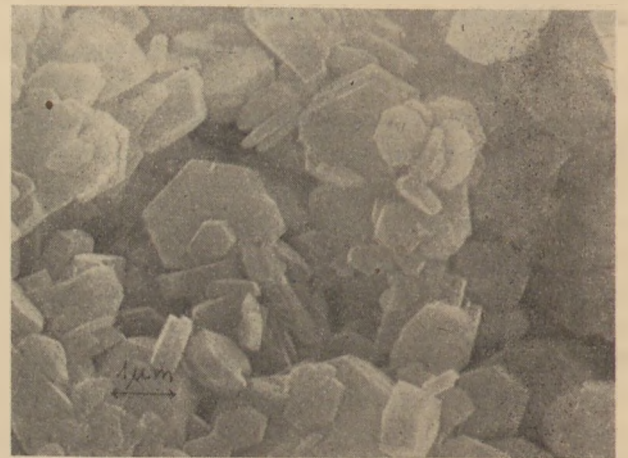
A bemutatott összetételű és mikroszerkezetű kőzetnek kerámia-technológiai felhasználásánál figyelembe veendő tulajdonsága, hogy könnyen örölhető, nem plasztikus, fehérre égő, égetéskor alig zsugorodik, a képződő cserép porozitását 20–25% vízfelvétel jellemzi. Égetés során az anyag kristályos komponenseinek átalakulása révén, a kaolinitből mullit, a kvarc nagyobb részéből krisztobalit képződik.

1. táblázat

A királyhegyi kaolin ásványi és kémiai összetétele (%)

Kaolinit	Kovasav/ kvarc	Alunit	Rtg. amorf
35–45	45–55	2,0	10

Izzv.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
5–6	72–77	14–18	0,5	0,05	0,50	0,40	0,40	0,10	1,0



1. ábra. A királyhegyi kaolin kristályos komponenseinek morfológiája SEM felvételen

Az ásványi összetétel jellemzésénél rámutattunk arra, hogy a királyhegyi kaolin ásványi összetételében a kvarc uralkodik, amely pirogén és hidrotermális eredetű kristályos szerkezetű, tehát az égetés során lejátszódó reakciókban is döntően a kvarc átalakulásának van szerepe. A fázisátalakulásokat a 2. és 3. ábra jellemzően szemlélteti.

* Az SZTE és MFT anyagásvány anketjának (1980) anyagából

Az anyag röntgendiffraktogramján, amelyet hevítőkamrás készüléken vettünk fel, jól követhetjük a hőmérséklet függvényében képződő krisztobalit növekedését. A felvételen azt láthatjuk, hogy az átalakulások 1100 °C-on kezdődnek, itt jelenik meg a kaolinitből képződött mullit és ezen a hőmérsékleten határozható meg a krisztobalit jellemző reflexiója is. A hőmérséklet fokozásával a mullit mennyisége kis mértékben még növekszik, a kvarc átalakulása krisztobalittá intenzívvé válik. A harmadik ábrán a hőmérséklet függvényében a kvarc csökkenésének, krisztobalit növekedésének arányát figyelhetjük meg. Az ábrából az is kitűnik, hogy az égetési csúcshőmérséklet utáni hűlési szakasz kezdetén, a krisztobalit mennyiségét mutató görbe tovább emelkedik, tehát krisztobalit még mindig képződik, akkor szűnik meg, amikor a hőmérséklet 1100 °C alá hűl.

A királyhegyi kaolin szerkezetének változását fizikai tulajdonságok változásában is megfigyelhetjük. A krisztobalit modifikációs átalakulásával például megváltozik az anyag hőtágulása. Ezt a változást dilatáció vizsgálattal követhetjük. A királyhegyi kaolin dilatogramját a 4. ábra szemlélteti. Az 1. számmal jelölt görbe a természetes állapotú, a 2. görbe az égetett anyag hőtágulását mutatja. Szembetűnő a 200 – 300 °C közötti tágulás, amelyet a krisztobalit modifikációs átalakulása okoz. A kiszámított hőtágulási együttható értékek mutatják a különbséget. A hőtágulás ilyen nagymértékű változásának döntő fontossága van a technológiai folyamatokban.

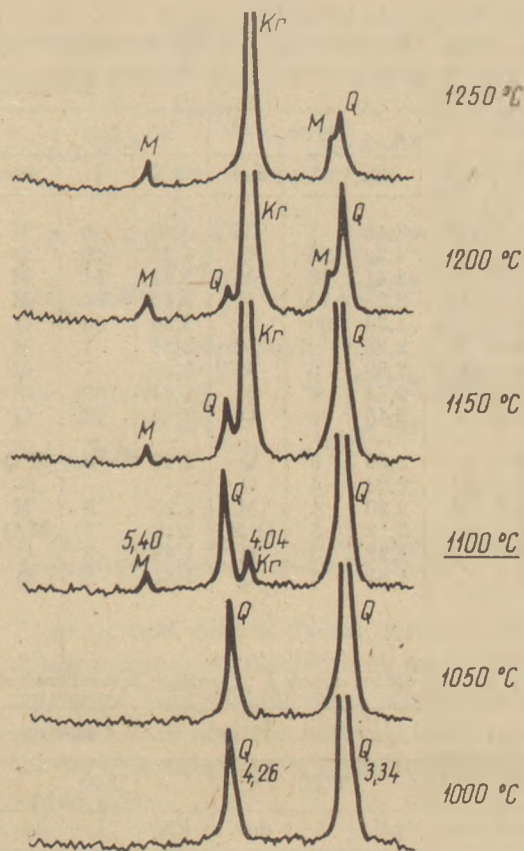
A bemutatott röntgenfelvételek és dilatogramok 37 – 38% krisztobalittartalmat regisztrálnak.

A finomkerámiai technológiák ismeretében nyilvánvaló, hogy a királyhegyi kaolin csak kis részben rendelkezik azokkal a tulajdonságokkal, melyeket ipari alkalmazásukhoz előnyösnek tekinthetünk.

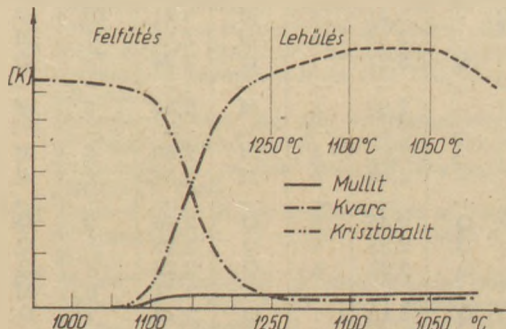
Ahhoz, hogy a királyhegyi kaolinból porcelán jellegű cserép képződjön, e mellett a nyers massa a kerámiaipar igénye szerint formázható is legyen, plasztikus agyagásványtartalmú és olvadékképző anyag hozzáadása szükséges. Plasztikus komponensként a füzérradványi illit és rátkai agyag használható fel a hazai anyagok közül.

A 2. és 3. táblázat a királyhegyi kaolin: füzérradványi illit, illetve királyhegyi kaolin: rátkai agyag keverékek égetés során képződő cserepek röntgenográfias módszerrel meghatározott kristályos fázisainak reflexióit tartalmazza a hőmérséklet függvényében.

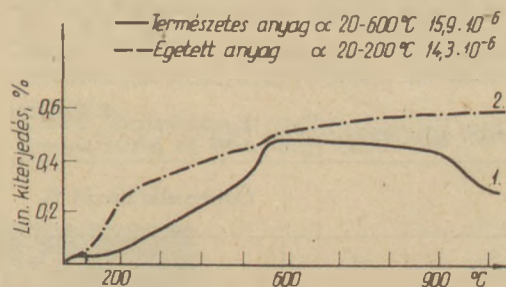
Az adatok azt mutatják, hogy az illites keve-



2. ábra. A királyhegyi kaolinnal készült hevítőkamrás röntgendiffraktogram a hőmérséklet függvényében



3. ábra. A kvarc csökkenésének, krisztobalit képződésének változása a hőmérséklet függvényében



4. ábra. A királyhegyi kaolin dilatogramja természetes és égetett állapotban

rékben képződő kristályos fázisok kvarc és mullit, a rátkai agyagos keverékből képződött cserép anyagából három kristályos fázis: kvarc, mullit és krisztobalit mutatható ki.

Királyhegyi kaolin: füzérradványi illit 1 : 1 arányú keverékének röntgen reflexiói a hőmérséklet függvényében

Hőmérséklet °C																	
1050			1100			1150			1200			1250			1300		
kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.
5,40	7	M	5,40	8	M	5,40	9	M	5,40	10	M	5,40	11	M	5,40	11	M
4,26	20	Q	4,26	21	Q	4,26	19	Q	4,26	17	Q	4,26	14	Q	4,26	14	Q
3,41	12	M	3,41	16	M	3,41	14	M	3,41	18	M	3,41	18	M	3,41	19	M
3,38	15	M	3,38	18	M	3,38	31	M	3,38	28	M	3,38	27	M	3,38	25	M
3,34	55	Q	3,34	60	Q	3,34	56	Q	3,34	54	Q	3,34	41	Q	3,34	35	Q
2,88	6	M	2,88	7	M	2,88	7	M	2,88	7	M	2,88	8	M	2,88	7	M
2,69	5	M	2,69	6	M	2,69	7	M	2,69	8	M	2,69	7	M	2,69	8	M
2,54	4	M	2,54	4	M	2,54	7	M	2,54	9	M	2,54	8	M	2,54	8	M
2,54	7	Q	2,45	8	Q	2,45	6	Q	2,45	6	Q	2,45	4	Q	2,45	4	Q
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,42	4	M	2,42	4	M
2,29	6	Q	2,29	6	Q	2,29	6	M Q	2,29	6	M Q	2,29	5	M Q	2,29	5	M Q
2,23	4	Q	2,23	4	Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,20	4	M	2,20	4	M	2,20	6	M	2,20	8	M	2,20	8	M	2,20	14	M
2,12	5	Q	2,12	5	Q M	2,12	5	M Q	2,12	5	M Q	2,12	4	M Q	2,12	4	M Q
1,98	4	Q	1,98	3	Q	1,98	2	Q	1,98	2	Q	1,98	1	Q	—	—	—
1,81	7	Q	1,81	8	Q	1,81	6	Q	1,81	6	Q	1,81	4	Q	1,81	3	Q

Királyhegyi kaolin- rátikai agyag 1 : 1 arányú keverékének röntgen reflexiói a hőmérséklet függvényében

Hőmérséklet °C																	
1050			1100			1150			1200			1250			1300		
kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.	kX	I	ásv.
—	—	—	5,40	6	M	5,40	8	M	5,40	8	M	5,40	9	M	5,40	8	M
4,26	25	Q	4,26	26	Q	4,26	25	Q	4,26	22	Q	4,26	10	Q	4,26	8	Q
—	—	—	—	—	—	4,04	14	Kr	4,04	33	Kr	4,04	78	Kr	4,04	85	Kr
—	—	—	3,41	13	M	3,41	10	M	3,41	13	M	3,41	14	M	3,41	14	M
—	—	—	3,38	18	M	3,38	21	M	3,38	22	M	3,38	19	M	3,38	18	M
3,34	75	Q	3,34	77	Q	3,34	79	Q	3,34	70	Q	3,34	26	Q	3,34	16	Q
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,13	9	Kr	3,13	10	Kr
—	—	—	2,88	5	M	2,88	5	M	2,88	5	M	2,88	7	M	2,88	7	M
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,84	6	Kr	2,84	9	Kr	2,84	10	Kr
—	—	—	2,69	4	M	2,69	5	M	2,69	5	M	2,69	6	M	2,69	6	M
—	—	—	2,54	4	M	2,54	6	M	2,54	8	M	2,54	7	M	2,54	8	M
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,49	7	Kr	2,49	15	Kr	2,49	17	Kr
2,45	9	Q	2,45	9	Q	2,45	9	Q	2,45	9	Q	—	—	—	—	—	—
2,28	8	Q	2,28	8	Q	2,28	8	Q	2,28	8	Q	2,28	4	Q	2,29	3	Q
2,23	5	Q	2,23	5	Q	2,23	5	Q	2,23	4	Q	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2,21	6	M	2,21	7	M	2,21	7	M	2,21	8	M
2,12	6	Q	2,12	7	Q	2,12	7	Q	2,12	6	Kr Q	2,12	5	Kr Q	2,12	5	Kr Q
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,02	3	Kr	2,02	3	Kr
1,98	4	Q	1,98	5	Q	1,98	8	Q	1,98	3	Q	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,93	3	Kr	1,93	3	Kr
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,87	3	Kr	1,87	4	Kr
1,81	10	Q	1,81	11	Q	1,81	10	Q	1,81	10	Q	—	—	—	—	—	—

4. táblázat

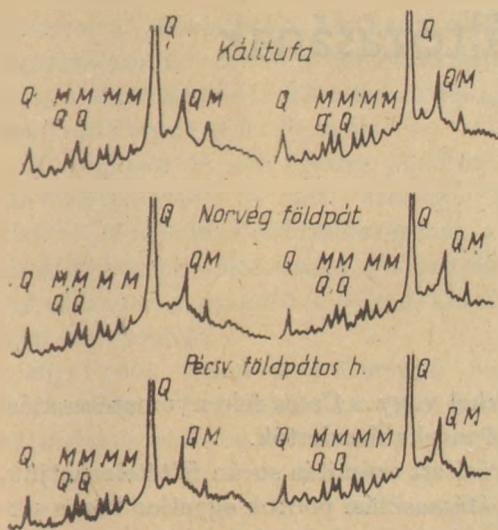
Olvasztóanyagok alkálioxidtartalma (%)

	Összes alkálioxid %
Norvég földpát	13,91
Kálitufa	7,70
Pécsváradai földpátos homok	6,12

A kétféle keverék oxidos összetétele az alkáli-oxidtartalomban különbözik, nyilvánvaló tehát, hogy az égetéskor képződő fázisokat az alkáli-oxidtartalom befolyásolja. A felvételek igazolják

korábbi nyersanyag vizsgálatok megállapításait, amelyeket szakirodalomból ismerünk (1, 2, 3, 4).

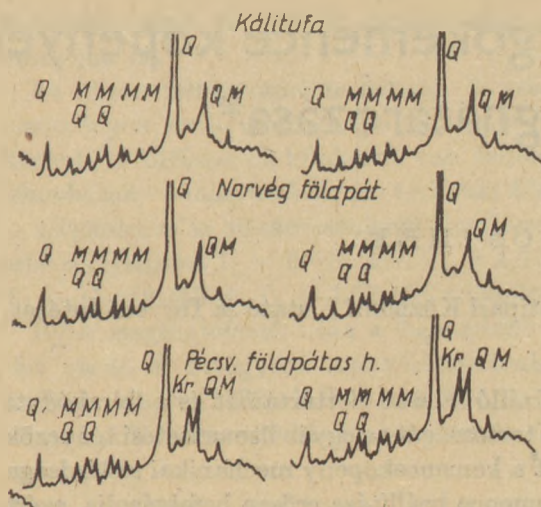
A bemutatott keverékeket a kristályos fázisok jellemzik; a porcelán cserép kialakulásához azonban olvasztó anyag is szükséges. A klasszikus porcelán massa olvasztó anyaga az ortoklász-tartalmú norvégföldpát, mi azonban vizsgáltuk a hazai anyagok közül számításba vehető, a királyhegyi kaolinnal lényegében azonos anyagokból képződött ondittípusú kálitufa és a néhány éve forgalomba került pécsváradai földpátos homok olvasztó hatását.



5. ábra. Illittel plasztifikált keverékekből égetett porcelán-jellegű cserepek kristályos fázisai

Az olvasztóanyagot tartalmazó porcelán jellegű keverékekből égetés során kialakult a porcelánra jellemző szerkezet, amit a külső jelleg mellett, a fizikai paraméterek meghatározásával is igazoltunk [5]. A cserép szerkezetét felépítő kristályos fázisokat röntgen felvétellel határoztuk meg. Az 5. ábra azt az olvasztóanyagokkal készült keverékek diffraktogramját mutatja, ahol a királyhegyi kaolin mellett, plasztikus komponensként a füzerradványi illit szerepel.

Az ábrából kitűnik, hogy a kristályos fázisokat jellemző csúcsok között kimutatható krisztobalit reflexió nincs. Ezeknek a keverékeknek az alkáli-oxidtartalmuk 3–4% között volt. Másik esetben, amikor plasztikus komponensként a rátkai agyagot vettük figyelembe (6. ábra), az ugyanolyan arányban hozzáadott olvasztó anyagokkal égetett keverékek közül a pécsváradi földpátos homokkal égetett porcelán cserép szerkezetében a röntgen-diffraktogram meghatározható krisztobalit reflexiót is tartalmaz. A keverékekben az alkálioxid mennyisége 2,3%. Ha az olvasztóanyagok hatását az alkálioxidtartalom függvényében vizsgáljuk akkor a 4. táblázatból azt láthatjuk, hogy a pécsváradi földpátos homoknak legkisebb az alkálioxid tartalma.



6. ábra. Rátkai agyaggal plasztifikált keverékekből égetett porcelánjellegű cserepek kristályos fázisai

Az égetett minták fizikai paramétereinek meghatározásával azt állapítottuk meg, hogy a rátkai agyaggal plasztifikált és a pécsváradi földpátos homokkal tömörített keverékekben legkevesebb az olvadék fázis, így a képződő krisztobalit nem oldódik fel.

IRODALOM

- [1] Takáts Tibor: Finomkerámiai nyersanyagok hevítés hatására keletkező kristályos fázisai. A SZIKKTI 1963–1966 évi tudományos működése. ÉTK 1967.
- [2] Kiss Lajos: Standard minőségű nyersanyagok és nyersanyag keverékek kutatása. 110/60. sz. SZIKKTI jelentés 1968.
- [3] Kacsalova Lídia: Az illit (hidromuszkovit) porcelán gyártástechnológiájának javítására irányuló elméleti kutatások. 14. sz. Tudományos Közlemény. SZIKKTI. 1965.
- [4] Terényi Olga: Krisztobalit hatása az elektroporcelán tulajdonságaira. 5–02/67. sz. SZIKKTI jelentés 1969.
- [5] Molnár Barnabásné: Finomkerámiai célra alkalmas fehérre égő, különböző típusú nyersanyagokból álló keverék kidolgozása. 5–72/79. sz. SZIKKTI jelentés 1979.

Мольнар, Б.-не.: Кристаллические фазы тонкокерамических продуктов на основе кирайхедьского каолина

Molnár, Barnabásné: Kristallphasen der feinkeramischen Produkte aus Királyhegy (Ungarn) auf Kaolinbasis

Molnár, Barnabásné Crystalline Phases of Ceramic Products Manufactured of Királyhegy China Clay

A világ szilikátiparából

KORSZERŰSÍTIK A NIGÉRIAI CEMENTGYÁRTÁST

200 millió DM ráfordítással, nyugatnémet és svéd vállalatok közre-

működésével korszerűsítik a Cement Company of Northern Nigeria Sokoto-i üzemét. A bővített üzem 1983-ban indul 600 000 t/év kapacitással. A főbb szállítók a svéd

Cementa, és a német Krupp cég. A fővállalkozó az ugyancsak német Michael Thomas cég.

(Financial Times 1980. nov. 12.)

Forgókemence köpenyek alakváltozásának meghatározása*

DOBOS IMRE

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A tűzálló falazat élettartamát és a felrakódott ansatz tartósságát az egyéb üzemeltetési tényezők mellett a kemenceköpeny mechanikai szilárdsága és a kemence beállítása erősen befolyásolja, ezért a forgókemencék alakváltozási viszonyainak meghatározása régóta a szakmai érdeklődés középpontjában áll.

Amint arról már beszámoltunk [1], a hazai cementipari forgókemencék alakváltozását 1977. óta a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben kifejlesztett mérőkészülékkel, az ún. Deforméterrel mérjük. A Deforméter kis helyigénye (magassága 250 mm, szélessége 130 mm) lehetővé teszi, hogy a köpenylemez deformációját általában közvetlenül a futógyűrűk mellett mérjük; azonban előfordul, hogy a kemence konstrukciós kialakítása miatt egy-egy futógyűrű mellett csak az ún. együttműködési hosszon kívül tudjuk a méréseket elvégezni. Általános megállapítás azonban az, hogy a héjszerkezetű lemezköpeny hajlítását okozó, alátámasztásoknál ébredő terhelés helyi jellegű, mert hatása — a köpenylemez alakváltozása — az együttműködő hosszon belül elhal [2, 3, 4, 5].

Méréseink szerint a laza futógyűrűs ágyazású kemenceköpenyek alakváltozása és a légrés között lineáris összefüggés mutatkozik. Ezért a futógyűrűk alakváltozásának meghatározására számítási módszert dolgoztunk ki, melynek felhasználásával a köpeny alátámasztási keresztmetszetében bekövetkező alakváltozását a futógyűrűk számított alakváltozása és a mérhető üzemi légrés nagysága alapján közelítjük.

1. Futógyűrűk sugárirányú rugalmas alakváltozásának meghatározása számítással

A kemenceköpeny többtámaszú tartónak tekinthető, így a közbenső alátámasztásoknál ébredő hajlítónyomatékok a statikailag határozatlan többtámaszú rudakra kidolgozott Clapeyron

egyenletekkel vagy a Cross féle nyomatékostási módszerrel meghatározhatók.

Egyszerűsített számítás során feltételezhetjük, hogy az alátámasztási pontok egyetlen közös síkban fekszenek és a terhelések hatására nem mozognak el.

Megfelelő pontosságú műszeres felmérés és nagyobb pontosságra törekvő számítás esetén a köpenylemez szakaszonként változó inercianyomatékán és hőmérséklettől függő rugalmassági modulusán kívül az alátámasztások közötti szintkülönbségek figyelembevételével kell a támaszponti nyomatékokat meghatározni. Ugyanis a kemenceköpeny — mint minden statikailag határozatlan szerkezet — igen érzékenyen reagál az alátámasztási pontok elmozdulására. Az alaptestek néhány mm-es egyenlőtlen süllyedése következtében a támasztóerőrendszer megváltozik: az egyes alátámasztások terhelése csökken, míg a többi görgőállásra túlterhelés adódik. Ezért indokolt — de különösen az új kemencék esetében fontos — az alapok süllyedésének rendszeres ellenőrzése és a szükséges görgőállítások elvégzése.

A számítás során a lemezköpeny, a tűzálló falazat és a felrakódott tapadék tömegét, valamint az anyagtöltetet mint egy-egy szakaszon belül hosszirányban egyenletesen megoszló terhelést vettük figyelembe. A fogaskoszorú és a bolygóhűtő hűtőcsöveinek tömegét, valamint a hűtőcsövekben tartózkodó klinker tömegét a felüggesztések helyén köpenyre ható koncentrált erőnek tekintettük.

A kemence hossz tengelye mentén kialakuló hőmérsékletkülönbségek miatt ébredő erőket, a kemence beömlő és kiömlő végére szerelt tömitéseknél fellépő erőhatásokat, valamint a kementecetest lejtős elrendezése következtében ható vízszintes támasztóerőket a számítás során elhanyagoltuk.

Az alátámasztásoknál ébredő hajlítónyomatékok meghatározása után a felírható nyomatéki egyenletekből és az egyensúlyi feltételből a tá-

* Részlet a Veszprémi Vegyipari Egyetemen megvédett műszak doktori értekezésből.

maszponti reakcióerők kiszámíthatók. Eddigi tapasztalataink szerint a kemenceköpeny sugárirányú alakváltozását főként ezek az alátámasztásoknál ébredő erők okozzák.

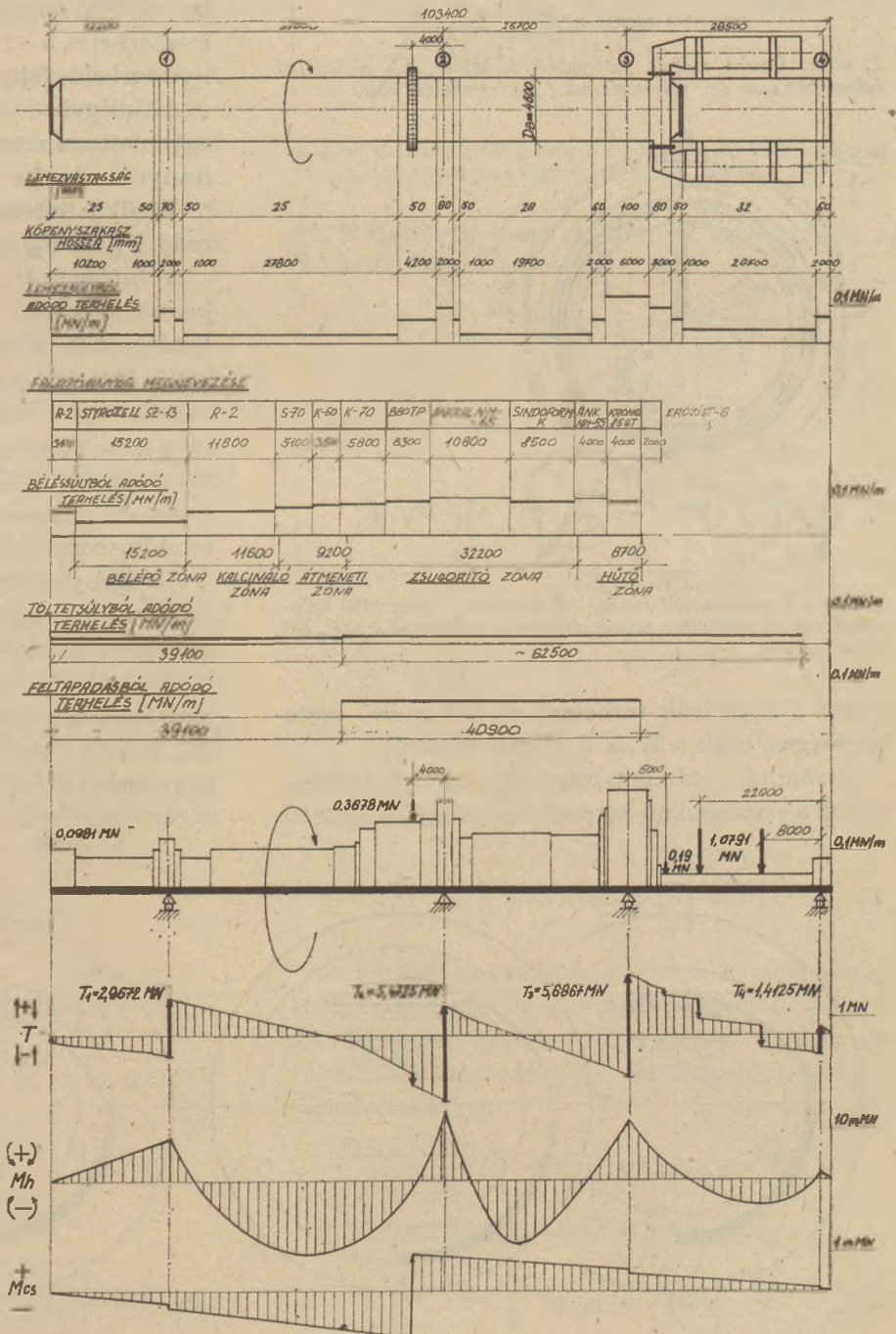
A forgatott kemencetestre jelentős nagyságú csavarónyomaték is hat, azonban méréseink alapján a kemence szögsebességének a szokásos határok közötti változtatása a köpenylemez alakváltozásának nagyságát és jellegét kimutathatóan nem befolyásolja.

Egy 2000 t/nap teljesítményű bolygóhűtő forgókemence terheléseit, valamint a nyírőerő, a hajlítónyomatéki és a csavarónyomatéki ábrákat

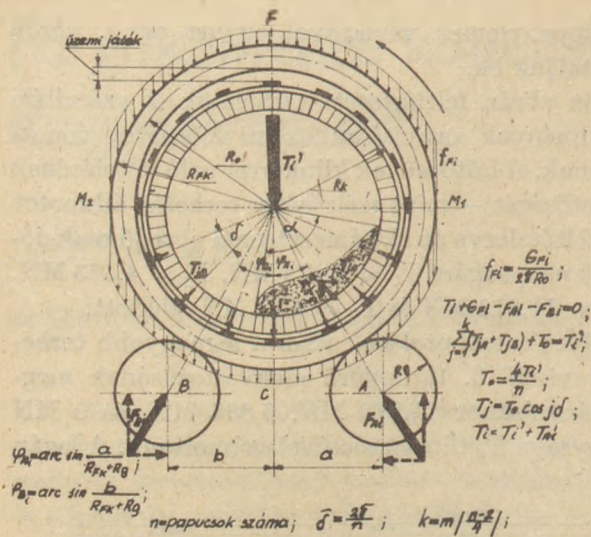
a köpenylemez vázlatával együtt az 1. ábrán mutatjuk be.

Az ábrán feltüntetett terhelések és számítási eredmények zavartalan üzemi állapotra vonatkoznak. A hűtőcsövek klinkerrel való feltelésének lehetőségét – mint szélsőséges terhelési állapotot – feltételezve az alátámasztásnál ébredő reakcióerők nagyságára $T_1 = 3,075$ MN, $T_2 = 4,573$ MN, $T_3 = 11,219$ MN és $T_4 = 4,52$ MN adódott.

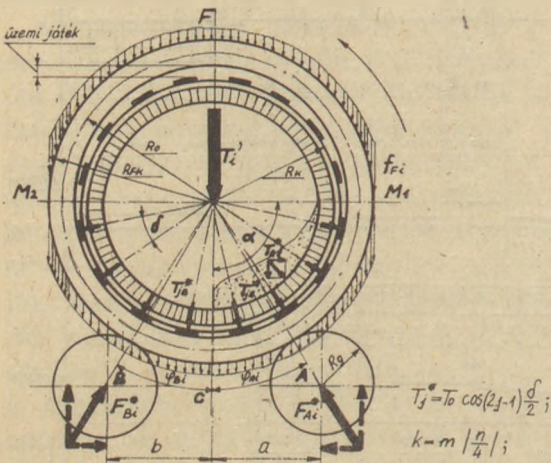
Ilyen megfontolások után a legnagyobb terhelést viselő 3. futógyűrű alakváltozásának meghatározásakor 11,772 MN, 5,886 MN, és 0 MN nagyságú T_3 támasztóerővel számoltunk. A lazán



1. ábra. Forgókemence lemezköpenyének vázlatja, terhelési és igénybevételi ábrái



2. ábra. Lazán szerelt futógyűrű terhelése, ha a legelső helyzetben van egy papucslemez („A” terhelési eset)



3. ábra. Lazán szerelt futógyűrű terhelése, ha az alsó helyzetben két papucslemez szimmetrikusan helyezkedik el („B” terhelési eset)

szerelt futógyűrűk terhelésének két szélső esete lehetséges, ezek a 2. és 3. ábrán láthatók.

A számítás során feltételeztük, hogy a kemencetről a papucsokon keresztül a futógyűrűre ható

erők sugárirányúak és valamely papucs terhelése pillanatnyi forgási helyzetének megfelelő cosinus függvény szerinti eloszlású. A laza futógyűrűs ágyazásra jellemző az a középponti szög, amelynél a köpenyről a terhelés a futógyűrűre átadódik. Ez a szögtartomány a papucslemez és a futógyűrű közötti légrés nagyságától, a köpeny és a futógyűrű merevségétől, a kemencetest tengelyének esetleges elgörbülésétől, a futógörgők beállításától, stb. függ. Méréseink szerint a „befekvési” szögtartomány (λ) – 5–10 mm nagyságú üzemi légrés esetén – π rad körül változik (4. ábra).

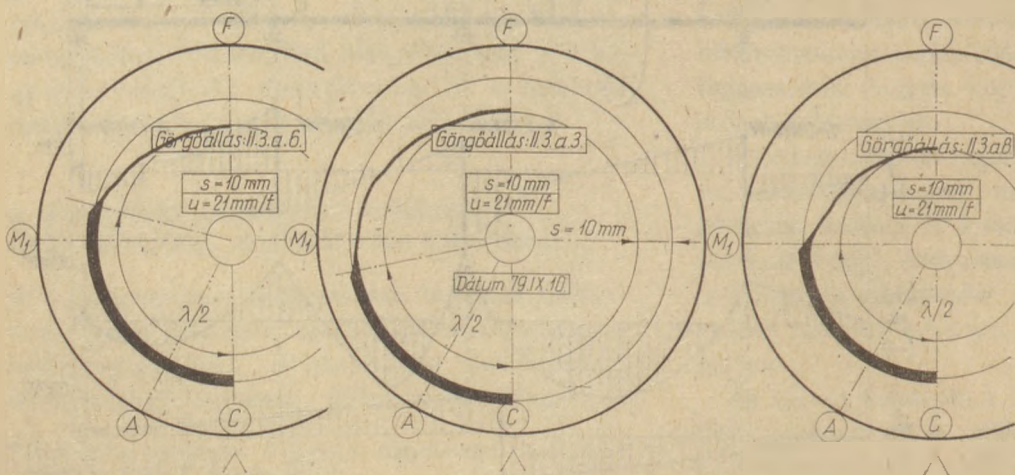
Feltételeztük, hogy az aszimmetrikusan elhelyezkedő anyagöltet – amelynek nagysága az összterhelés 5–10%-a – hatását mint sugárirányú terhelés fejt ki.

A futógyűrű tömegét mint körív mentén ható egyenletesen megoszló f_{Fi} intenzitású függőleges irányú terhelést vettük figyelembe.

Végül feltételeztük, hogy a futógörgőkön ébredő F_{Ai} és F_{Bi} támasztóerők sugárirányúak.

A futógyűrűt mint R_0 középvonalú, állandó keresztmetszetű, homogén anyagú, statikailag határozatlan síkgörbe rudat vizsgáljuk. A futógyűrű tömegét és a terheléseket az R_0 középvonalra redukáljuk. Mivel a futógyűrű középsugarának és a szélső szálnak a viszonya $(R_0/R_{FK} - R_0)$ 10-nél nagyobb értékű, a Grashof féle redukált másodrendű nyomaték helyett a közönséges másodrendű nyomatékkal számoltunk, azaz $I_r \approx I$.

Az igénybevételek meghatározása céljából a futógyűrűt a legfelső F keresztmetszetében képzeletben felhasítjuk. Az így megszüntetett anyagi kapcsolat helyettesítésére megfelelő erőket, erőpárokat kell működtetni. Feltételezhetjük, hogy a felmetszett keresztmetszetben a Ψ szögelfordulás és rúdírányú f elmozdulás, valamint az itt ható sugárirányú erő zérus nagyságú.



4. ábra. Köpenylemez futógyűrűben feljekvésének mérési diagramjai. A vastagon kihúzott szakaszban a köpeny a futógyűrűn feljekszik, a vékony vonallal kihúzott szakaszban a köpenylemez szabadon deformálódik. Jelölések az ábrán: s = üzemi légrés; μ = futógyűrű fordulatonkénti elmaradása; $\lambda/2$ = feljekvés középponti szögének fele

A hajlításra igénybevett futógyűrű belső energiája – a nyírás hatását elhanyagolva – polárkoordináta rendszerben vizsgálva:

$$U = \frac{1}{2IE} \int M^2(\gamma) R_0 d\gamma \quad (1.)$$

Így az alakváltozási feltételeknek megfelelően az keresztmetszetben a szögelfordulásra felírható Castigliano tétele alapján:

$$\Psi_{M_0} = \frac{\partial U}{\partial M_0} = \frac{1}{IE} \oint M(\gamma) \frac{\partial M(\gamma)}{\partial M_0} R_0 d\gamma = 0 \quad (2.)$$

és a sugárirányú elmozdulásra:

$$f_{N_0} = \frac{\partial U}{\partial N_0} = \frac{1}{IE} \oint M(\gamma) \frac{\partial M(\gamma)}{\partial N_0} R_0 d\gamma = 0 \quad (3.)$$

Az N_0 és M_0 meghatározása során a nyomatékok előjel szabálya a következő: akkor pozitív a nyomaték, ha a futógyűrű eredeti görbületét (R_0^{-1}) növeli.

Például a $0 \leq \gamma \leq 2\pi$ szögtartományban a 4 jelű pontra felírt nyomatéki egyenlet az 5. ábra alapján:

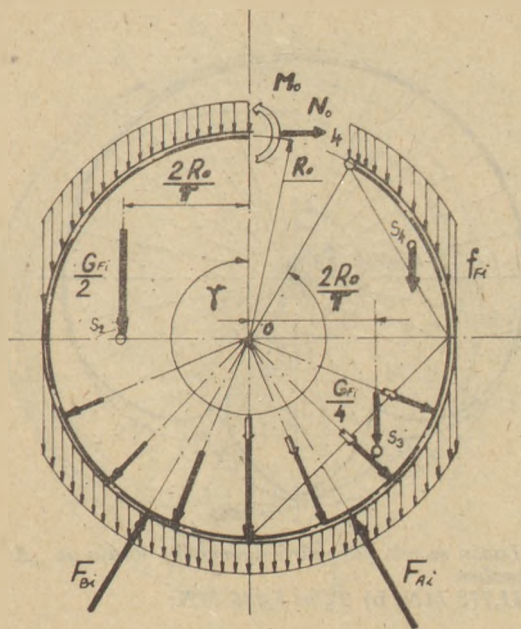
$$\begin{aligned} M(\gamma)_4 = & -M_0 + N_0 R_0 (1 - \cos \gamma) - \\ & - \frac{G_{Fi}}{2} R_0 \left(\frac{2}{\pi} - \sin \gamma \right) + \frac{G_{Fi}}{4} R_0 \left(\frac{2}{\pi} + \sin \gamma \right) + \\ & + f_{Fi} R_0^2 \gamma^{***} \left(\frac{\cos \gamma}{\gamma^{***}} + \sin \gamma \right) - \sum_{j=1}^k T_{jB} R_0 \sin(\gamma - \beta_{jA}) + \\ & + F_{Bi} R_0 \sin(\gamma - \varphi_{Bi}) + T_0 R_0 \sin \gamma - \\ & - \sum_{j=1}^k T_{jA} R_0 \sin(\gamma - \beta_{jA}) + F_{Ai} R_0 \sin(\gamma - \Phi_{Ai}) + \\ & + T_A R_0 \left[\sin \gamma - \sum_{j=1}^k \sin(\gamma - \beta_{jA}) \right] \quad (4.) \end{aligned}$$

amelyben

$$\gamma^{***} = \gamma - \frac{3}{2} \pi \quad (5.)$$

A $\gamma = 2\pi$ helyen az F gyűrűkeresztmetszet elfordulása a (2.) és (4.) egyenlet szerint:

$$\begin{aligned} \Psi_{M_0} = & \frac{R_0}{IE} \int_0^{2\pi} M(\gamma) \frac{\partial M(\gamma)}{\partial M_0} d\gamma = \\ = & \frac{R_0}{IE} \left[M_0 2\pi - N_0 R_0 2\pi + 2G_{Fi} R_0 + f_{Fi} R_0^2 \left(2 - \frac{\pi}{2} \right) + \right. \\ & + \sum_{j=1}^k T_{jB} R_0 (1 - \cos \beta_{jB}) - \frac{F'_{Bi}}{\cos \varphi_{Bi}} R_0 (1 - \cos \Phi_{Bi}) + \\ & + 2T_0 R_0 - \sum_{j=1}^k T_{jA} R_0 (\cos \beta_{jA} - 1) - \\ & - \frac{F'_{Ai}}{\cos \varphi_{Ai}} R_0 (1 - \cos \Phi_{Ai}) - \\ & \left. - T_A R_0 \left(-2 + \sum_{j=1}^k \cos \beta_{jA} - 1 \right) \right] = 0 \quad (6.) \end{aligned}$$



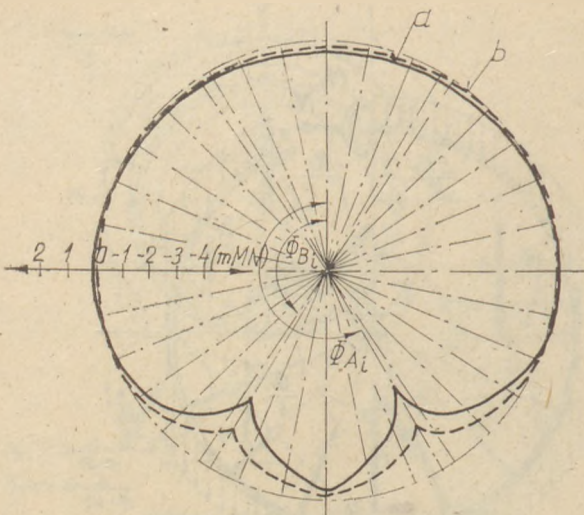
5. ábra. Lazán szerelt futógyűrű terhelési ábrája a $0 \leq \gamma \leq 2\pi$ forgási szögtartományban az „A” terhelési esetben

Az F keresztmetszet rúdírányú elmozdulása a (3.) és (4.) egyenlet szerint:

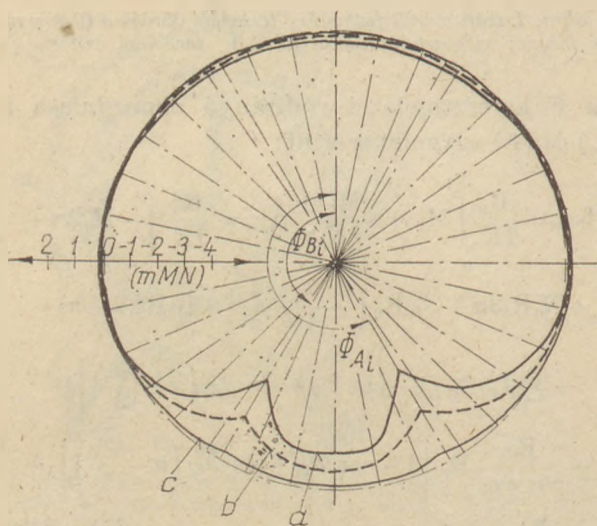
$$\begin{aligned} f_{N_0} = & \frac{R_0}{IE} \int_0^{2\pi} M(\gamma) \frac{\partial M(\gamma)}{\partial N_0} d\gamma = \frac{R_0^2}{IE} \left\{ -M_0 2\pi + \right. \\ & + N_0 R_0 3\pi + G_{Fi} R_0 \left(-\frac{7}{4} - \frac{1}{\pi} \right) + f_{Fi} R_0^2 (2 - \pi) - \\ & - \sum_{j=1}^k T_{jB} R_0 \left[1 - \cos \beta_{jB} + \sin \beta_{jB} \left(\pi - \frac{\beta_{jB}}{2} \right) \right] + \\ & + \frac{F'_{Bi}}{\cos \varphi_{Bi}} R_0 \left[1 - \cos \Phi_{Bi} + \sin \Phi_{Bi} \left(\pi - \frac{\Phi_{Bi}}{2} \right) \right] - \\ & - \sum_{j=1}^k T_{jA} R_0 \left[1 - \cos \beta_{jA} + \sin \beta_{jA} \left(\pi - \frac{\beta_{jA}}{2} \right) \right] - \\ & - 2T_0 R_0 + \frac{F'_{Ai}}{\cos \varphi_{Ai}} R_0 \left[1 - \cos \Phi_{Ai} + \right. \\ & \left. + \sin \Phi_{Ai} \left(\pi - \frac{\Phi_{Ai}}{2} \right) \right] - T_A R_0 \left[2 + \sum_{j=1}^k \sin \beta_{jA} \left(\pi - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{\beta_{jA}}{2} \right) + 1 - \cos \beta_{jA} \right] \left. \right\} = 0 \quad (7.) \end{aligned}$$

A feltételi egyenletekben kijelölt műveleteket elvégezve, a lehetséges összevonásokat és egyszerűsítéseket végrehajtva, a (6.) és (7.) egyenletekből álló egyenletrendszert megoldva az „A” terhelési esetben:

$$\begin{aligned} N_0 = & \frac{1}{\pi} \left[\frac{G_{Fi}}{4} + T_A \sum_{j=1}^k \sin \beta_{jA} \left(\pi - \frac{\beta_{jA}}{2} \right) + \right. \\ & + \frac{T_0}{4} \sum_{j=1}^k \sin 2\beta_{jA} (\beta_{jA} - \beta_{jB}) - \frac{F'_{Bi}}{2} \operatorname{tg} \varphi_{Bi} (\pi + \varphi_{Bi}) + \\ & \left. + \frac{F'_{Ai}}{2} \operatorname{tg} \varphi_{Ai} (\pi - \varphi_{Ai}) \right] \quad (8.) \end{aligned}$$



6. ábra. Lazán szerelt futógyűrű nyomatéki ábrája az „A” terhelési esetben
a) $T_3 = 11,772 \text{ MN}$; b) $T_3 = 5,886 \text{ MN}$;



7. ábra. Lazán szerelt futógyűrű nyomatéki ábrája a „B” terhelési esetben
a) $T_3 = 11,772 \text{ MN}$; b) $T_3 = 5,886 \text{ MN}$; c) $T_3 = 0 \text{ MN}$

és

$$M_0 = \frac{R_0}{\pi} \left\{ -\frac{3}{4} G_{Fi} + T_A \left[-1 + \sum_{j=1}^k \left[\sin \beta_{jA} \left(\pi - \frac{\beta_{jA}}{2} \right) + \frac{\cos \beta_{jA}}{2} - \frac{1}{2} \right] \right] - T_0 \left[1 + \sum_{j=1}^k \left[\cos^2 \beta_{jA} - \cos \beta_{jA} - \frac{\sin 2\beta_{jA}}{4} (\beta_{jA} - \beta_{jB}) \right] \right] - \frac{F'_{Bi}}{2} \left[\operatorname{tg} \varphi_{Bi} (\pi + \varphi_{Bi}) - \frac{1}{\cos \varphi_{Bi}} - 1 \right] + \frac{F'_{Ai}}{2} \left[\operatorname{tg} \varphi_{Ai} (\pi - \varphi_{Ai}) + \frac{1}{\cos \varphi_{Ai}} + 1 \right] \right\} \quad (9.)$$

A „B” terhelési esetben a 3. ábra alapján az előbbieket analógiájára határozható meg az N_0^* segéderő és M_0^* segédnyomaték nagysága.

A segéderők és segédnyomatékok kiszámítása után a futógyűrűt terhelő hajlítónyomatékok számszerűen is meghatározhatók és a nyomatéki ábrák a γ forgásszög függvényében felrajzolhatók.

A 6. és 7. nyomatéki ábrákat vizsgálva megállapítható, hogy az $M(\gamma)$ nyomatéknak minden terhelési esetben a futógörgők feletti helyzetében ($\gamma = \varphi_{Bi}$ és $\gamma = \varphi_{Ai}$) jelentkezik helyi maximum szélső értéke. Ebből következik, hogy a futógyűrű – és köpenylemez – sugárirányú rugalmas alakváltozásának is ezeken a helyeken várható helyi szélsőértéke.

A futógyűrű alakváltozásának meghatározásához a „rugalmas gyűrűk” elméletét használtuk fel [3, 4]. Az R_0 középvonal elmozdulását a „nyúlásmentes alakváltozás” elméletének alkalmazásával határoztuk meg, azaz feltételezések szerint a 8. ábrán felrajzolt futógyűrű középvonalának mindhárom irányú nyúláskomponense zérus nagyságú [2].

A futógyűrű sugárirányú elmozdulását a középvonal görbületváltozásának meghatározásával közelítettük.

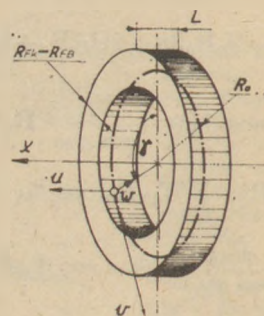
A 9. ábrán közölt összefüggések alapján – a levezetést nem részletezve – a görbületváltozásra felírható:

$$w + \frac{\partial^2 w}{\partial \gamma^2} = \frac{M(\gamma)}{IE} R_0^2 \quad (10.)$$

A (10.) egyenlet a futógyűrű rugalmas szálának másodrendű, állandó együtthatójú, inhomogén, lineáris differenciálegyenlete – amelyben a w jelöli a rugalmas szál sugárirányú elmozdulását. A $w = W + w_0$ értéke akkor pozitív, ha értelme a középpont felé mutat.

Az inhomogén differenciálegyenlet hozzárendelt homogén egyenletének általános megoldását a karakterisztikus egyenlet megoldásával a következő alakban kaptuk:

$$W = K_{1i} \cos \gamma + K_{2i} \sin \gamma \quad (11.)$$



8. ábra. Futógyűrű középvonalára illesztett koordináta-rendszer

A K_{1i} és K_{2i} együtthatók értékeit a felírható kerületi feltételek alapján határoztuk meg.

Az inhomogén egyenlet partikuláris megoldását a „kísérletező feltevés” módszerével kerestük. A partikuláris megoldás általános alakja:

$$w_0 = \frac{R_0^3}{IE} \left\{ A_i + \gamma [B_i \gamma + C_i] \sin \gamma + (D_i \gamma + E_i) \cos \gamma \right\} \quad (12.)$$

ahol:

γ = forgásszög, a mozgó koordinátarendszer független változója

A_i, B_i, C_i, D_i, E_i = az inhomogén egyenlet zavarótagjából számított együtthatók

A rugalmas szál differenciálegyenletének megoldása után az egyes középponti szögeknél létrejött w sugárirányú elmozdulások kiszámíthatók. Az elmozdulásokat fordított előjellel a közepes átmérőhöz (D_0) hozzáadva:

$$D(\gamma) = D_0 + w(\gamma) + w(\gamma + \pi) \quad (13.)$$

kiadódik a futógyűrű adott forgásszögnél kialakult alakváltozás után $D(\gamma)$ átmérője. A futógyűrű ovalitását az

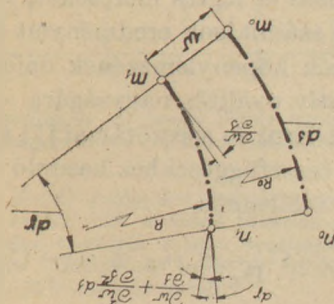
$$w_F = D(\gamma)_{\max} - D(\gamma)_{\min} \quad (14.)$$

összefüggéssel, a relatív ovalitást pedig az

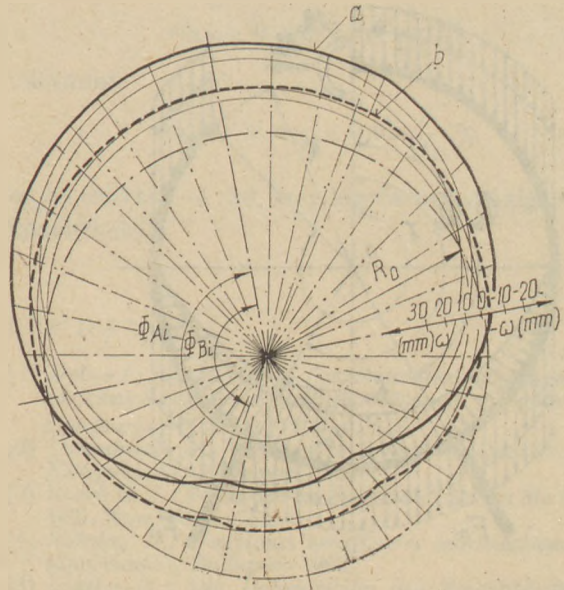
$$w_{rF} = \frac{w_F}{D_0} \% \quad (15.)$$

összefüggés alapján határozzuk meg.

A különböző terhelési esetekben és különböző terhelések hatására bekövetkező – számítással meghatározott – alakváltozási diagramok a 10., 11. ábrákon láthatók. A számítási eredményeket és az ábrákat vizsgálva megállapítható, hogy azok jellegüket és az alakváltozás nagyságát tekintve egyaránt jól egyeznek a mérésekkel kapott alakváltozási diagramokkal.

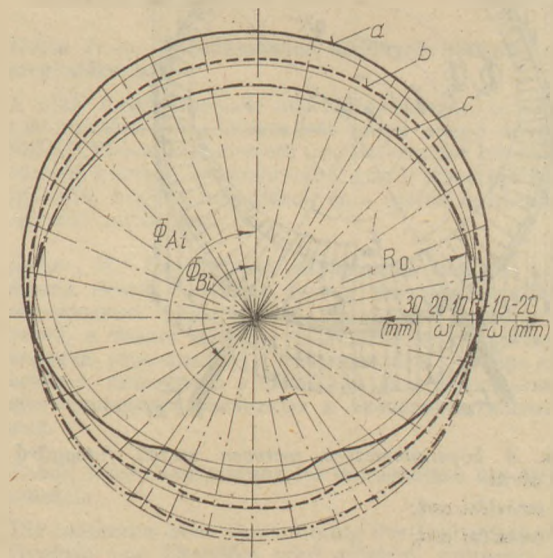


9. ábra. Középvonal ívelemének görbületváltozása alakváltozás közben



10. ábra. Lazán szerelt futógyűrű sugárirányú rugalmas alakváltozása az „A” terhelési esetben

- a) $T_3 = 11,772 \text{ MN}$ esetén $w_{rF} = 0,167\%$;
- b) $T_3 = 5,886 \text{ MN}$ esetén $w_{rF} = 0,098\%$;

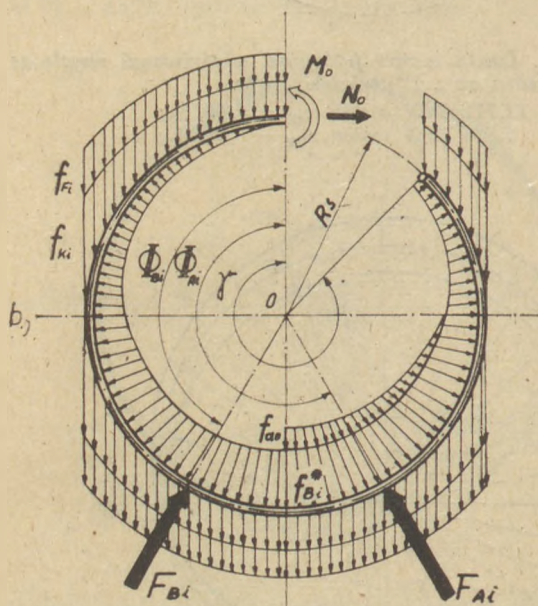
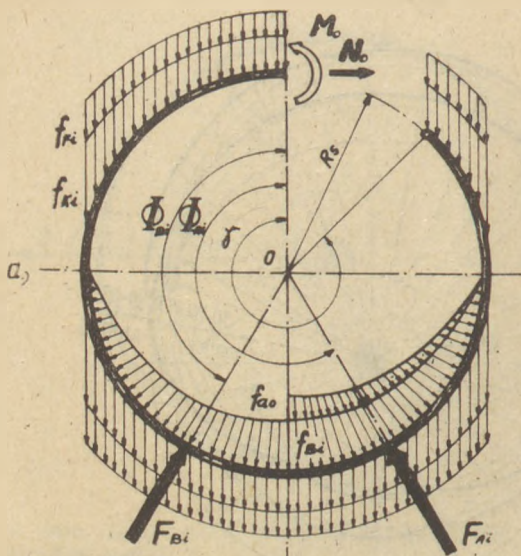


11. ábra. Lazán szerelt futógyűrű sugárirányú rugalmas alakváltozása a „B” terhelés esetén

- a) $T_3 = 11,772 \text{ MN}$ esetén $w_{rF} = 0,16\%$;
- b) $T_3 = 5,886 \text{ MN}$ esetén $w_{rF} = 0,09\%$;
- c) $T_3 = 0 \text{ MN}$ esetén $w_{rF} = 0,018\%$;

A lemezköpenyre mereven felszerelt futógyűrűk terhelését és alakváltozását a laza futógyűrűknél bemutatott módszer szerint határoztuk meg. A vizsgálatot kétféle falazati terheléssel végeztük:

- a) Hideg kemencénél és régebbi falazatnál a lemezköpeny és a tűzálló bélés között légrés alakul ki – így a falboltozat terhelését az alsó fél gyűrűre fejt ki (12. ábra „A” terhelési változat).



12. ábra. A köpenylemezhez mereven szerelt futógyűrű terhelési ábrái

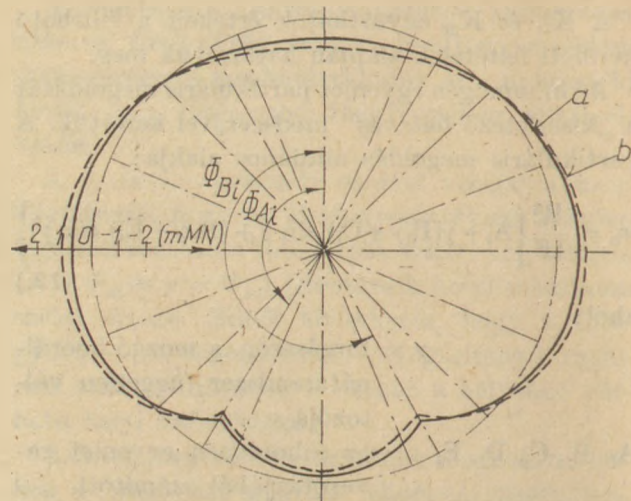
- a) „A” terhelési eset;
b) „B” terhelési eset;

b) Felfűtött kemence és megfelelően beépített, jó állapotú falazat esetén a légrés eltűnik – a falazat teljes kerülete mentén nekifeszül a lemezköpenynek és arra ún. boltozati hatást fejt ki (12. ábra „B” terhelési változat).

A köpenylemezhez mereven felszerelt futógyűrűt terhelő hajlítónyomatékok és a sugárirányú rugalmas alakváltozás polárdiagramjai a 13. és 14. ábrákon láthatók.

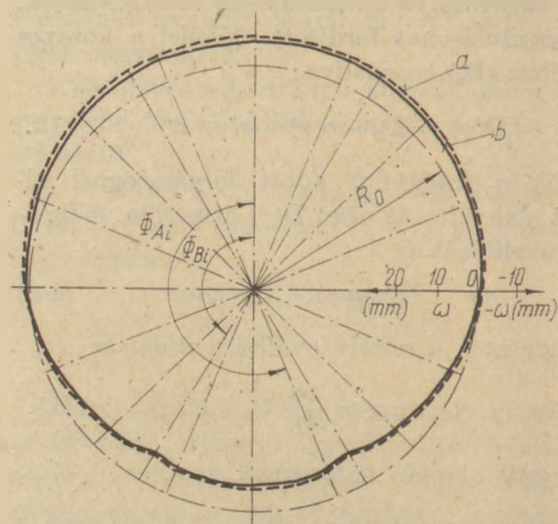
2. Kemenceköpeny alakváltozásának meghatározása

Tapasztalatok szerint a lazán szerelt futógyűrű és a köpenylemez közötti légrés nagyságával



13. ábra. Mereven szerelt futógyűrűben $T_3 = 5,886 \text{ MN}$ terhelés hatására ébredő hajlítónyomatékok ábrái

- a) „A” terhelési eset; b) „B” terhelési eset;



14. ábra. Mereven szerelt futógyűrű sugárirányú rugalmas alakváltozása $T_3 = 5,886 \text{ MN}$ terhelés hatására

- a) „A” jelű falazati terhelés esetén $\omega_{rFK} = 0,0436\%$;
b) „B” jelű falazati terhelés esetén $\omega_{rFK} = 0,0438\%$;

arányos a köpeny sugárirányú rugalmas alakváltozása.

Megfigyeléseink szerint az arányos összefüggés mintegy 15–20 mm légrés nagyságig érvényes. Az alakváltozás és légrés méréseket, valamint az alakváltozás számítások eredményeit elemezve a forgókemencék köpenylemezének deformációjára jellemző relatív ovalitás nagyságára – Steinbiss [6], valamint Erni és szerzőtársai [7] által közölt tapasztalati összefüggésekhez hasonló – közelítő összefüggést találtunk:

$$\omega_{rFK} + C \frac{s}{D_K} \leq \omega_{rK} \leq \omega_{rF} + C \frac{s}{D_K} \quad (16.)$$

amelyben: ω_{rK} = köpenylemez méréssel meghatározott relatív ovalitása %;

$\omega_{rFK}, \omega_{rF}$ = mereven, ill. lazán szerelt futógyűrű számított relatív ovalitása %;

s = laza futógyűrű és a köpenyre szerelt papucselemek között mért üzemi légrés mm;

D_K = köpenylemez külső átmérője m;

C = számítási tényező.

Gyakori tapasztalat, hogy a kemencetengely elgörbüléséből adódó ostorozó forgás miatt a futógyűrűkre jutó terhelés széles tartományban változik – ennek megfelelően a köpenylemez azonos keresztmetszetében levő pontjainak mérésel meghatározott alakváltozása is széles terjedelmű eloszlást mutat egyetlen kemencefordulat alatt.

A 15. ábrán a vizsgált 3. alátámasztásnál a köpeny kerületén azonos távolságban kijelölt kilenc mérési ponton mért alakváltozások láthatók. Megfigyelhető, hogy az azonos mérési keresztmetszetben a relatív ovalitás változása a 0,3%-os nagyságot is meghaladta.

Az 1978–1980. között itt végzett több mint száz alakváltozás mérést elemezve az üzemi légrés függvényében változó kemenceköpeny deformáció felső és alsó értékei az adott alátámasztás környezetében az

$$\omega_{r \max} \cong \omega_{rF} + 0,1 \frac{s}{D_K} \% \quad (17.)$$

valamint

$$\omega_{r \min} \cong \omega_{rF0} + 0,05 \frac{s}{D_K} \% \quad (18.)$$

egyenesekkel – 20 mm légrés nagyságig – jól közelíthetők.

IRODALOM

- [1] Dobos I.: Klinkerégető forgókemence köpenyek sugárirányú rugalmas alakváltozásának vizsgálata. Építőanyag XXXI. (1979) 6. 215.
- [2] Timoshenko S.: Lemezek és héjak elmélete Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
- [3] Roark R. I.: Formulas for Stress and Strain Mc Graw-Hill, New York 1954.
- [4] Szántay B.: Vegyipari készülékek szerkesztése Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- [5] Mettler H.: Die Deformation des Zementdrehofens Dissertation, T. H. Aachen. 1968.
- [6] Steinbiss E.: Einfluss des Laufspiels und der Laufringovalität auf die Verformung der Drehofenmantel Z. K. G. 32. (1979.) 12., 604.
- [7] Ervi H. – Sacer B. – Schneider F.: Deformationen von Drehöfen und ihr Einfluss auf die Futterhaltbarkeit Z. K. G. 32. (1979.) 5., 236.

Dobos Imre: Forgókemence köpenyek alakváltozásának meghatározása

A cikk forgókemencék alakváltozásainak, ovalitásának matematikai meghatározását adja meg, továbbá a SZIKKTI-ben kifejlesztett ún. Deforméter készülékekkel történő mérések eredményeiből von le következtetéseket. Igazolja, hogy a számítások és a mérési eredmények jó egyezést mutatnak.

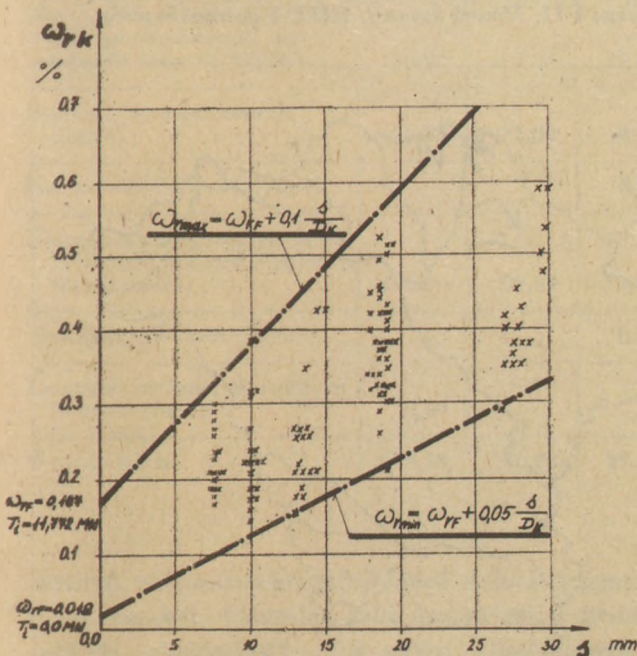
Добос, И.: Определение деформаций корпуса вращающихся печей В статье дается математический метод определения деформаций, овальности вращающихся печей, а также выводы, сделанные из результатов измерений, проведенных с помощью т. н. прибора «Деформетр»-а, созданного в СИККТИ. Подтверждается хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных.

Dobos, Imre: Bestimmung der Deformation des Drehofenmantels

Die mathematische Bestimmung der Deformationen, der Ovalität von Drehöfen wird erörtert, weiterhin werden aus den Ergebnissen, die sich bei den Messungen mit dem, im Zentralen Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatindustrie, SZIKKTI entwickelten sog. Deformeter Gerät durchgeführt wurden, ergaben, Folgerungen gezogen. Es wird erwiesen, daß die Berechnungen und die Messergebnisse gut übereinstimmen.

Dobos, Imre: Deformation of Rotary Kiln Shells

A calculation method is presented by which the elastic deformation of riding rings, adjusted rigidly or loosely to the shell of rotary kilns can be approximately determined. Calculation results show a fair correlation with experimentally determined deformations both from a qualitative and a quantitative aspect. Roller adjustment and asymmetric kiln feed loading can be taken in consideration. The deformation of riding rings and the radial elastic deformation of the kiln shell – which change in a considerable manner even during one full revolution (due to kiln axis curvature) – can be estimated by the new method, even in the vicinity of riding rings.



15. ábra. Összefüggés az üzemi légrés nagysága és a kemenceköpeny sugárirányú rugalmas alakváltozásának nagysága között

ω_{rF} = lazán szerelt futógyűrű számított relatív ovalitása $T_3 = 11,772$ MN terhelést feltételezve;

ω_{rF0} = futógyűrű számított relatív ovalitása $T_3 = 0$ MN terhelést feltételezve, tehát a futógyűrűt csak a 0,7385 MN önsúlya terheli

A dolomit mezőgazdasági hasznosítása

HARGITAI LÁSZLÓ* – VITÁLIS GYÖRGY**

* Kertészeti Egyetem Talajtani Tanszék, Budapest,

** Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

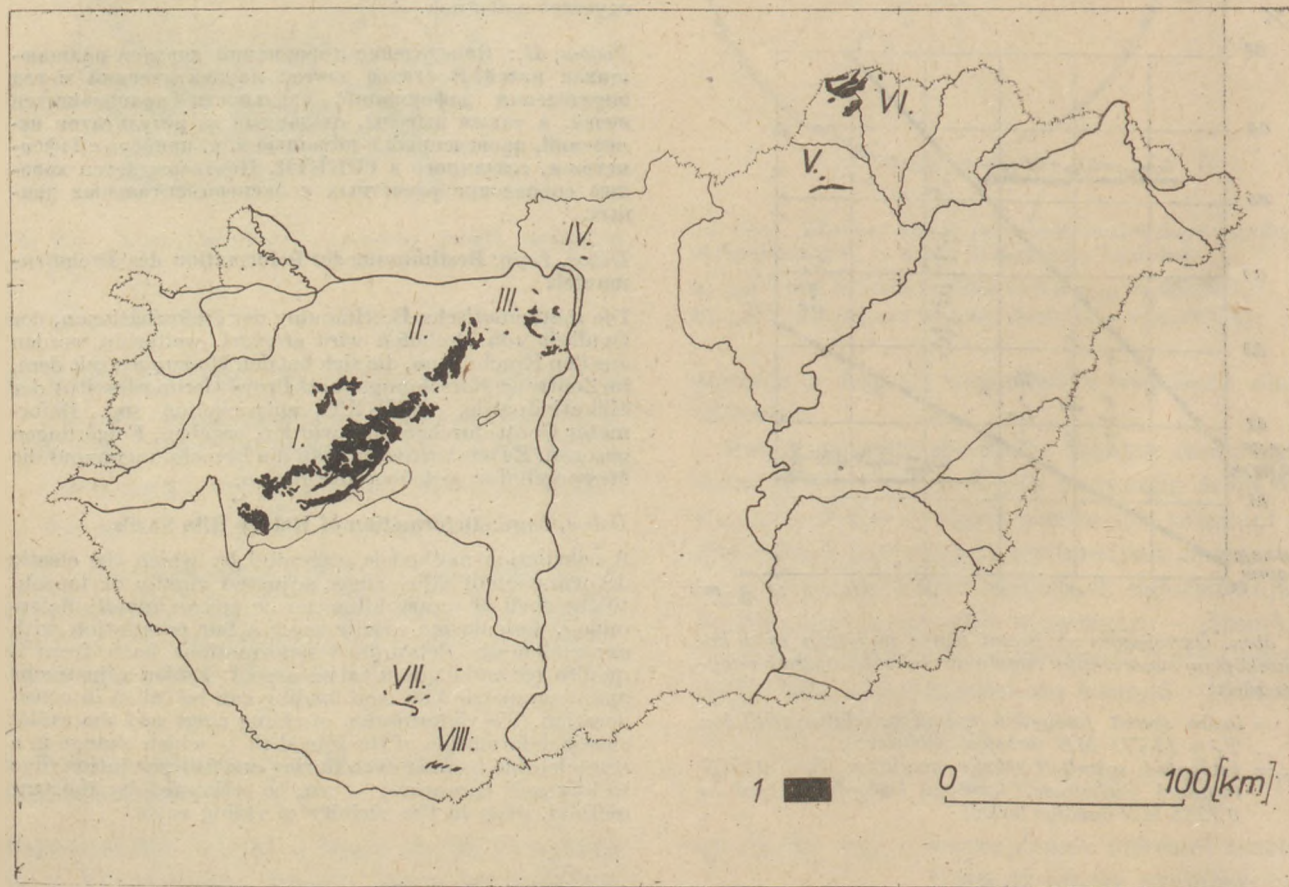
Magyarország területének kerekén 1%-t kitevő, felszínre bukkanó dolomit, illetve dolomitos ki-fejlesztésű kőzetek hasznosításának kérdéseire la-punk 1979. évi 2. számában közölt tanulmány (Hegyiné Pakó J. – Vitális Gy. 1979) hívta fel a figyelmet. A dolomit kohászati, vegyipari, építő-és építőanyagipari hasznosíthatósága mellett, a mezőgazdaság számára történő hasznosítása sem elhanyagolható, és ezért feltétlen figyelmet érde-mel.

Földtani viszonyok

A hazai dolomitterületek felszíni elterjedését az 1. ábrán közölt térkép-vázlat, a főbb dolomit-típusokat és azok felszíni elterjedésének össze-foglaló adatait az 1. táblázat szemlélteti. A térkép-vázlat a kőzettípusok tagolása nélkül, csak a nagyobb, összefüggő dolomitterületeket jelzi, első-sorban annak szemléltetésére, hogy a hasznosítás esetén a dolomit szállítása milyen távolságról történhet. A táblázat – kisebb összevonásokkal – megadja a triász időszak különböző emeleteibe

1. ábra. A magyarországi dolomitterületek felszíni elterjedése (Magyarország 1:1 000 000-ös földtani térképe után, összevonással)

I. Dolomit a felszínen. I. Keszthelyi hg, Bakony, Balatonfelvidék; II. Vértes és Gerecse hegység; III. Pilis-Budai hg.; IV. Vác környéki sziget-rögök; V. Bükk hegység; VI. Északborsodi Karszt; VII. Mecsek hegység; VIII. Villányi hegység



Dolomitterületeink felszíni elterjedése (km²-ben)

A kőzet neve és (földtani kora)	Dunántúli- középhegység			Északi-közép- hegység			Baranyai- szigethegység		Összesen
	Keszthe- lyi hg. Bakony, Balaton- felvidék	Vértes és Gerecse	Pilis- Budai hg.	Vác környéki sziget- rögök	Bükk	Észak- borsodi Karszt	Mecsek	Villányi hg.	
Likacsos, vékonypados, lemezes dolomit (kampili)	13,03								13,03
Megyehegyi dolomit (anizusi)	35,46								35,46
Hámori dolomit (anizusi)					4,84				4,84
Cukorszövetű dolomit (anizusi)							3,50		3,50
Rókahegyi meszes dolomit (anizusi)								0,53	0,53
Templomhegyi és csukmai dolomit, meszes dolomit (anizusi – ladini)								1,20	1,20
Gutensteini meszes dolomit (anizusi)						20,76			20,76
Wettersteini dolomit, meszes dolomit (anizusi – ladini)						26,95			26,95
Dolomit (ladini)					3,30				3,30
Nagyon kis magnezittartalmú diploporás dolomit, dip- loporás dolomit (ladini)	6,94	7,74	12,38						27,06
Dolomit, meszes dolomit (karni)	19,38	31,04	9,00	0,90					60,32
Szaruköves dolomit (karni)			3,08						3,08
Nagyon kis magnezittartalmú földolomit, meszes földolomit (karni – nóri)	463,19	97,84	13,24						574,27
Halorellás dolomit (nóri)			0,95						0,95
Lemezes, márgás, szaruköves dolomit (raeti)	0,90								0,90
Összesen:	538,90	136,62	38,65	0,90	8,14	47,71	3,50	1,73	776,15

tartozó, változatos kőzetfejlődésű dolomittípusok megnevezését, valamint azok hegységek szerinti területi elterjedését. Az egyes kőzetfelelések különböző genetikai típusokat (*Vitális Gy. – Hegyiné Pakó J.* 1980) képviselnek, amelyek a dolomit különböző célú hasznosítását is befolyásolják.

Az egyes dolomittípusok a hegységszerkezeti mozgások során összetöredeztek, a kőzetet ért hévforrás-tevékenység során fellazultak, illetve porlódtak, az eróziós hatások következtében pe-

dig áthalmazódtak. Ezek a – különösen a hegységek szegélyén fellelhető – természeti jelenségek a dolomit egyszerűbb eszközökkel való bányászatát, illetve a hasznosítás előtti előkészítését jelentősen elősegítik.

A dolomitfelszínek a rendzina talajtípus kialakulására alkalmasak. Tömör, vagy lazább (porlódt) felépítésük, szennyezettségük (első-sorban szilikáttartalmuk) a rendzinák altípusainak keletkezését irányítják (*Stefanovits P.* 1975). Gyakori a dolomitokon a fekete rendzina, de a

lazább és a meszesebb dolomitokon barna, sőt nagyobb vasas és agyagos szennyezés esetén vörös rendzina altípusok alakulnak ki.

Ha az egyes hegységek területén felszínre bukkanó dolomitok vastagságát csak 100 m-re becsüljük, és 2,6-os testsűrűséget veszünk alapul, akkor Magyarország területén kerekén 200 milliárd tonna földtani készlet áll rendelkezésre, melynek 10%-a tekinthető a különböző célú hasznosítás reménybeli készletének. Ezek a készletek a mezőgazdasági hasznosítás – ezideig még ismeretlen – dolomitigényét, a többi felhasználási ág igényével együtt, messzemenően kielégítik.

Mezőgazdasági hasznosítás

A hazai dolomitos alapkőzeteken kialakult rendzina talajok hasznosítási lehetősége nagy mértékben függ a rendzinák *A* (humuszos) szintjének vastagságától, összefüggő voltától, és az alapkőzet fizikai sajátosságaitól is. A lazább, meszes dolomitos kőzetek lehetővé teszik, hogy a hasznosítás folyamán pl. gyümölcsösök telepítése során, a felső lazább termőréteget kiterjesszük, fokozatosan mélyítsük stb. Dolomit alapkőzetű rendzinákon csonthéjas gyümölcsösök (mandula, őszibarack stb) telepítése lehetséges, és ezek jelentik a rendzinák legjobb hasznosítását.

A magnézium, mint fontos növényi tápelem, rendszerint elegendő mennyiségben áll a növények rendelkezésére a legtöbb talajban. Hiánya mégis előfordulhat, elsősorban savanyú, laza, homokos talajokon. A hazai talajok közül a magnéziumhiány kizárólag ezeken lép fel.

A magnézium tartalmú műtrágyák, illetve a magnézium utánpótlás kérdését tradicionálisan a kálium műtrágyázással együtt tárgyalták, elsősorban azért, mert a kálisó telepeken mindig nagyobb mennyiségű magnézium só is található a különböző rétegekben.

Régóta felmerült azonban a $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ összetételű dolomit műtrágyázásra való felhasználása, amelyet *Jacob* is ajánlott (*Jacob A.* 1955). A magnéziumnak dolomit formájában történő utánpótlása elsősorban a dolomitban levő magnéziumnak a növények számára felvehetővé válásától függ. A dolomit magnézium műtrágyázási célokra való felhasználását nagymértékben szabályozza a dolomitban levő magnézium oldhatósága, ami elsőrendűen a dolomitképződés folyamataival és az egyes dolomit típusok nagy geokémiai változatosságával függ össze (*Degens T.* 1968).

A magnézium sókkal szennyezett kálium műtrágyák különösen a nagy tápanyagigényű kertészeti növények műtrágyázása során voltak kedveltek. Hollandiában pl. az üveg alatti termesztésben előszeretettel használtak ilyen műtrágyákat.

A közvetlen hatás a dolomit oldhatatlansága miatt általában csekély. A különböző talajkémiai hatásokra, savas oldhatóságokra és főként az ioncsere következményeként, bizonyos mennyiség lassan felvehetővé válik. A magnéziumhiány különösen savanyú talajoknál lép fel, és itt a dolomit oldhatósága is kedvezőbb. Minél savanyúbb a talaj, annál jobban használható a dolomit magnézium utánpótlásra. Ugyanakkor a dolomit mésztartalma, és maga a dolomit is tompítja a savanyúságot. Tehát célszerű ilyen talajoknál, ahol a magnézium hiány is fennáll, nemcsak meszezéssel végezni a talajjavítást, hanem a javítóanyagba is dolomitot keverni, vagy dolomittal végezni a talajjavítást. *Selke* savanyú homoktalajokon is jó hatásokról számolt be dolomit műtrágyázással. Természetesen a mennyiségeknél, a mennyiségi alkalmazásnál magnézium hiány esetén feltétlenül számolni kell azzal, hogy jóval több a dolomit formájában adagolandó magnézium mennyisége az oldható magnézium műtrágyákhoz viszonyítva, hiszen a dolomit igen nehezen oldható és a növény számára csak kis mennyiségek szabadulnak fel belőle.

Semleges, vagy meszes talajokon a dolomitot természetesen nem lehet használni a magnézium tápanyag utánpótlásra. Gyengén savanyú talajokon, különösen hazai laza, savanyú homoktalajokon az utóbbi években a gyümölcsstermesztésben irányult nagy figyelem a dolomitos magnézium utánpótlásra, mivel a jó minőségű gyümölcs kialakulásához megfelelő magnézium ellátottság kell.

Megjegyezzük, hogy a magnézium utánpótlás kedvező mértéke elősegíti a jobb gyümölcsminőséget. Ez többféle hatáson alapszik. Elsősorban a magnéziumnak a klorofil felépítésben játszott szerepe miatt a nagyobb szénhidrát-tartalom, tehát a gyümölcs cukortartalmának kialakításában játszik szerepet (*Hargitai L.* 1979). Másrészt sok tekintetben a káliumhoz hasonlóan növeli a faggyal és az aszályal szembeni ellenállóképességet. Egyes megállapítások arra is kitérnek, hogy a magnézium kellő mennyisége, a kedvező magnézium ellátás a növények kórokozókkal szembeni ellenállóképességét is növeli.

Különösen érdekes lett a magnézium utánpótlás kérdése a kertészeti ültetvényekben (gyümölcs,

szőlő) az utóbbi években, tekintettel arra, hogy sok helyütt nagyadagú kálium műtrágyázást alkalmaztak és a magnéziumban eredetileg viszonylag jól ellátott talajokban is magnézium hiány lépett fel a kálium túlsúly miatt, ami az ültetvények klorózisos megbetegedésében nyilvánult meg. Ez fokozottan a magnézium műtrágyázásra irányította a figyelmet, elsősorban azért, mert nemcsak magnézium hiányos savanyú talajokon merülhetett fel a magnézium utánpótlás megoldása, hanem az intenzív trágyázási módszerekkel összefüggésben is.

Az intenzív termesztésben, üveg alatti kertészeti termesztésben, sokszor pl. a dísznövénytermesztésben igen savanyú közegek semlegesítéséhez elsősorban azzal a megfontolással használnak dolomitport, hogy a talajjavítás mellett a dísznövényeknél a levélzöld képzése miatt különösen fontos szerepet játszó magnézium utánpótlását is megfelelően megoldják.

A dolomit mezőgazdasági, kertészeti hasznosítása annál kedvezőbb, minél meszesebb összetételű, lazább, porózusabb szerkezetű, mivel az oldhatóság és a felületi tulajdonságok így kedvezőbbek, több magnézium válhat szabaddá a növények számára. Szabvány az alkalmazásra nincsen, illetve a meszes talajjavító anyagokra vonatkozó szabványok a szemcsenagyság és az őrlés fokát tekintve tágabb értelemben irányadónak tekinthetők.

A hazai mesterséges földkeverékek előállításakor a földkeverék gyártás kezdeti szakaszában a keverékek kifejlesztése során is alkalmazást nyer. A Győr-Sopron Megyei Talajérőgazdálkodási Vállalat által előállított földkeverékek, földkeverék típusok kifejlesztésekor számításba vették a dolomit alkalmazását is, a későbbiekben azonban oldhatóbb magnézium források felhasználása történt ezekben a keverékekben (Hargitai L. 1968; Hargitai L. – Nagy B. 1968).

IRODALOM

- Degens T. (1968): Geochemie der Sedimente. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
 Hargitai L. (1968): Alapelvek és vizsgálatok a Florasca típusú egységes földkeverékek előállítására. *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei*, 32. 61 – 72.

- Hargitai L. (1979): Kertészeti termesztés I. (alkalmazott tartósítóiipari talajtan és agrokémia). Kertészeti Egyetem, Budapest
 Hargitai L. – Nagy B. (1968): Florasca típusú földkeverékek felhasználásának első tapasztalatai a dísznövénytermesztésben. *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei*, 32. 75 – 81.
 Hegyiné Pakó J. – Vitális Gy. (1979): Dolomitterületeink hasznosításának kérdései. *Építőanyag*, XXI. 2. 54 – 59.
 Jacob A. (1955): Magnesia der fünfte Pflanzenhauptnährstoff. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
 Stejanovits P. (1975): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
 Vitális Gy. – Hegyiné Pakó J. (1980): A Magyar-középhegység triász dolomitjainak genetikai típusai. *Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat*, 113. 12. 813 – 818.

Hargitai László – Vitális György: A dolomit mezőgazdasági hasznosítása

A tanulmány felhívja a figyelmet a Magyarország területének kerekén 1%-át kitevő felszínre bukkanó dolomitok mezőgazdasági, illetve kertészeti hasznosítási lehetőségeire. Ezek közül főleg a savanyú homoktalajokon való műtrágyázás, valamint a gyümölcs- és szőlőtermesztés és a dísznövénytermesztés során, a magnézium utánpótlására figyelemre méltó. Legkedvezőbb a minél lazább és porózusabb szerkezetű dolomitok hasznosítása.

Харгитаи, Л. — Виталии, Дь.: Использование доломита в сельском хозяйстве

Авторы обращают внимание на возможности использования в сельском хозяйстве, а также садовом хозяйстве доломитов верхних слоев грунта, составляющих в Венгрии около 1%. Среди возможностей использования доломита в сельском хозяйстве в первую очередь необходимо упомянуть искусственное удобрение кислых песчаных грунтов, а также пополнение содержания магния при выращивании фруктов, винограда и декоративных растений. Наиболее благоприятные результаты дает использование рыхлых и пористых доломитов.

Hargitai, László – Vitális, György: Landwirtschaftliche Nutzung des Dolomits

Es soll die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeiten der Nutzung des, an etwa einem Prozent des Gesamtgebietes Ungarns an der Tagesoberfläche vorkommenden Dolomits für landwirtschaftliche Zwecke, bzw. im Gartenbau gelenkt werden. Dabei ist seine Anwendung hauptsächlich bei der Düngung saurer Sandböden mit Kunstdünger, sowie zur Magnesiumversorgung im Obst-, Wein- und Zierpflanzenbau von Bedeutung. Am günstigstem ist die Nutzung von Dolomitsorten möglichst loser und poröser Struktur.

Hargitai, László – Vitális, György: Agricultural Utilisation of Dolomite

Dolomite is an abundant rock in Hungary: approx. 1% of the country's surface is covered by dolomite. Dolomite can be well used for agricultural purposes, esp. in the case of fertilizing acid soils or as an inexpensive source of magnesium for fruits, grape and decorative plants. The utilisation of loose, porous dolomite is recommended.

Megjegyzések a beton nyomószilárdságának matematikai-statisztikai minősítéséről

ÚJHELYI JÁNOS

Építéstudományi Intézet, Budapest

1. Bevezetés

A matematikai statisztika alapfeladata statisztikai adatok feldolgozása és azokból való következtetés. A beton matematikai-statisztikai minősítésekor a statisztikai adatok a nyomószilárdság vizsgálatának eredményei.

Ha a nyomószilárdság esetről-esetre csak véletlenszerűen változik, akkor maga is valószínűségi változó; egy-egy nyomószilárdsági eredmény tehát a valószínűségi változó egy-egy megfigyelt, vizsgált értékének fogható fel. A nyomószilárdság változó értékeire vonatkozó, egymástól független vizsgálati eredmények összességét mintának nevezzük.

A minta, azaz a nyomószilárdság vizsgált értékeinek összessége, egy adott mennyiségű betonra – minősítési egységre, alapsokaságra, tételre – vonatkozik. A tétel matematikai-statisztikai értékelésre csak akkor megfelelő, ha a minta elemeit (az egyedi szilárdságvizsgálati eredményeket) semmi olyan körülmény nem befolyásolja, amely azokat eltorzítaná [1]. Az ilyen tételből vett mintát nevezzük reprezentatívnak.

Egy n elemű, független és reprezentatív mintavétel matematikai-statisztikai szempontból azt jelenti, hogy n számú független és egyforma eloszlású valószínűségi változót vizsgálunk.

Az alapsokaságból (-tételből) a mintát véletlenszerűen vesszük. Ebből következik, hogy az adott minta csak egyetlen megvalósulási módja az összes lehetséges mintának, a mintát alkotó mintavételi változóknak. Éppen ezért a mintából nem lehet biztos, hanem csak valószínű következtetést levonni, azaz csak becsülni lehet a paramétereiket.

A becslés akkor lesz megfelelő, ha

- hatásos (az a becslés hatásosabb, amely mint valószínűségi változó, kisebb mértékben ingadozik)
- torzítatlan (a becsléssel kapott értékek és a tényleges érték között nincs semmiféle szisztematikus, egyirányú eltérés)

- konzisztens (a becsült érték ingadozása a minta elemszámának növekedésével egyre csökken)
- elégséges (minden információt tartalmaz a vizsgált paraméterre vonatkozóan).

E feltételek nem mindig elégíthetők ki a vizsgálati lehetőségek korlátai következtében. A gyakorlat számára azok a becslések használhatók, amelyek gyorsan és egyszerű számításokkal időben adnak információt, még ha kevésbé hatásosak is, mint más, bonyolultabb és hosszadalmasabb vizsgálati és becslési módszerek.

2. Az MSZ 4720 szabvány előírásai

A szabvány előírásai szerint [2] a szilárdság R_k jellemző értéke és az MSZ 4720/2 szerinti $R_{k, nom}$ minősítő értéke között fenn kell álljon az

$$R_k \cong R_{k, nom}$$

összefüggés. Az R_k jellemző értéket kétféleképpen lehet meghatározni:

- ismert szórás, ill.
- ismeretlen szórás alapján.

A beton szilárdságát tételenként, kell ellenőrizni: egy tételnek kizárólag azt a betonmennyiséget lehet tekinteni, amelyen belül a szilárdság csak véletlen ingadozást mutat, tehát abba legfeljebb egy hét alatt folyamatosan készített

- azonos szilárdsági jelű
- azonos összetételű
- azonos módon előállított, végül
- azonos módon tömörített és utókezelt beton kerülhet, mégpedig
- legfeljebb B 140 jelű betonból max. 500 m³
- legfeljebb B 280 jelű betonból max. 300 m³
- B 280 jelűnél magasabb szilárdsági jelű betonból legfeljebb 200 m³ és
- telepített betonüzem esetén legfeljebb 1000 m³ beton tekinthető egy tételnek.

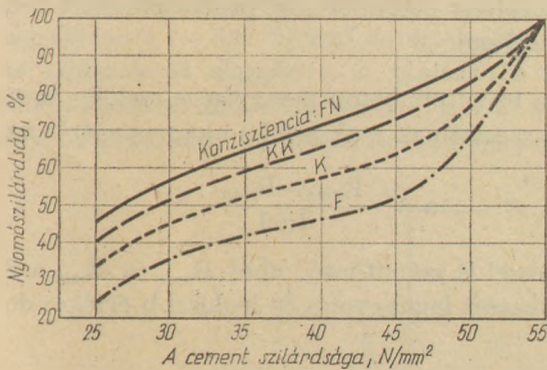
2.1 A tétel megválasztásának szempontjai

A matematikai-statisztikai minősítéssel torzítatlan és konzisztens becslés csak akkor jöhet létre, ha a tételt megfelelően választottuk meg.

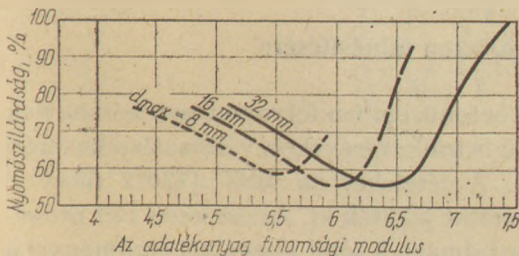
Könnyen belátható, hogy pl. a B 140 és a B 400 szilárdsági jel alapján készített betonkeverékek próbatestjeinek nyomószilárdságai nem tekinthetők egy tételbe tartozónak és ezekből az adatokból átlagos nyomószilárdság vagy szórás nem számítható. A tétel azonos szilárdsági jelű betonkeverékekre vonatkozó feltételét nem kell tehát külön indokolni. A többi feltételt azonban szükséges magyarázni.

Azonos összetétel alatt általában azt kell érteni, hogy a beton alapanyagainak tulajdonságai (cement-minőség, adalékszer-minőség, adalékanyag szemmegoszlása, szennyezettsége, legnagyobb szemnagysága) változatlanok, a keverési arány ugyanaz és a betömörített friss beton cement-, adalékanyag-, víz-, adalékszer- és levegőtartalma állandó. Ezek a paraméterek azonban maguk is valószínűségi változók, ezért bizonyos mérvű ingadozásuk nem küszöbölhető ki.

Azt a tartományt, amelyeken belül a fenti paraméterek ingadozása még megengedhető, a paramétereknek a beton nyomószilárdságára gyakorolt hatása alapján lehet meghatározni. A következőkben a paramétereknek és a nyomószilárdság százalékos értékének az összefüggéseit adjuk meg az 1. – 5. ábrákon [3].



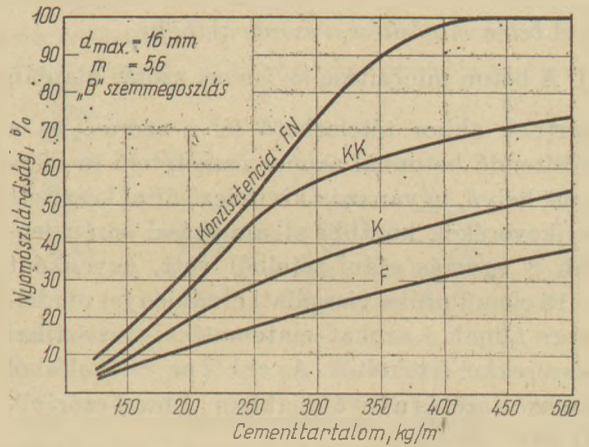
1. ábra. A cement szilárdságának hatása a beton szilárdságára (telített betonok)



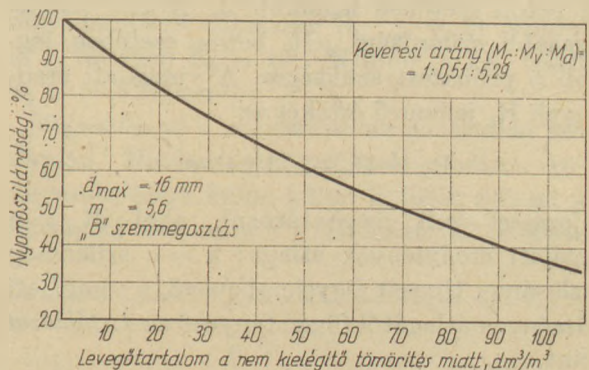
2. ábra. A betonadalékanyag szemmegoszlásának hatása a beton szilárdságára (cementtartalom: $M_c = 400 \text{ kg/m}^3$; C 350)

Ha az átlagos nyomószilárdságban még elfogadunk 20% eltérést (azaz $\pm 10\%$ -on belüli átlagos nyomószilárdság-ingadozást még nem tekintünk szignifikánsnak), akkor az egy tételbe sorolható betonok különböző paramétereiben az alábbi eltéréseket lehet megengedni:

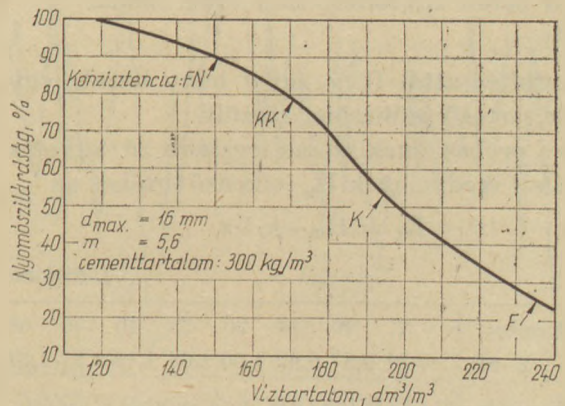
- a cement szilárdságában (az 1. ábra alapján) $\pm 3 \text{ N/mm}^2$ ingadozást
- az adalékanyag finomsági modulusában (a 2. ábra alapján) A – B szemmegoszlásra $\pm 0,15$ és a B – C szemmegoszlásra $\pm 0,4$ ingadozást
- a cementtartalomban (a 3. ábra alapján) telítetlen betonokra $\pm 25 \text{ kg/m}^3$, túltelített betonokra $\pm 45 \text{ kg/m}^3$ ingadozást



3. ábra. A cementtartalom hatása (350 cement)



4. ábra. A tömörítés hatása (C 350 cement)



5. ábra. A víztartalom hatása (C 350 cement)

- a friss betonnak a tömörítés nem kellő hatékonysága miatti levegőtartalmában (a 4. ábra alapján) $\pm 10 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ingadozást
- a vízadagolásban (az 5. ábra alapján) a szokványosan alkalmazott KK és K konzisztenciákra $\pm 10 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ingadozást

Ha a betonkeverékeket próbatetek nyomószilárdságának a vizsgálatával ellenőrzik, akkor pl. testsűrűség szempontjából azok a próbatetek kerülhetnek csak egy tételbe (az egyéb feltételek fennállása mellett), amelyek levegőtartalma a fenti $10 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ingadozású, azaz a testsűrűség ingadozása $\pm 25 \text{ kg}/\text{m}^3$.

2.2 A beton minősítése a szórás alapján

2.21 A beton minősítése az ismert szórás alapján

Ismertnek akkor tétélezhető fel a szórás, ha a minősítendő betonnal azonos összetételű és származási helyű, ugyanazon kivitelező által készített betonkeverékek korábbi alkalmazásai során legalább 8 egymás utáni tételből vett, egyenként 10–15 elemű próba vizsgálati eredményei rendelkezésre állnak s azokat matematikai-statisztikai módszerekkel értékelték. Az ebből az értékelésből származó s szórás a továbbiakban „ismert szórás”-ként felhasználható.

Ismert szórással minősítve legfeljebb B 140 jelű beton esetében legalább 3, B 140 jelűnél magasabb szilárdsági jelű beton esetében legalább 5 próbatest szükséges. A vizsgálati eredmények R_k jellemző értékét az

$$R_k = R_m - k \cdot 1,645 \cdot s$$

kifejezéssel kell meghatározni, ahol R_m = a vizsgálati eredmények átlaga; k = a szilárdság eloszlásának típusát figyelembevevő, a vizsgálati eredmények átlagától függő tényező az 1. táblázat szerint.

2.22 A beton minősítése ismeretlen szórás alapján

A minősítés attól függ, hogy hány darab, egy tételbe tartozó próbaelem készült.

Ha a próbaelemek száma legalább 10, akkor a vizsgálati eredmények R_k jellemző értékét az

$$R_k = R_m - k \cdot t \cdot s$$

1. táblázat

$R_m, \text{N}/\text{mm}^2 =$	5	7	10	14	20	28	40	50	56
$k =$	0,77	0,81	0,87	0,92	1,00	1,08	1,19	1,27	1,31

A k tényező $k = 0,54 + 0,1027 \sqrt{R_m}$ kifejezésből is számítható.

$n =$	10	12	14	16	18	20	25	30	40	40
$t =$	1,79	1,77	1,75	1,73	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,645

kifejezésből lehet meghatározni, ahol R_m és k , mint előbb és t = a Student-tényező (az 5% valószínűségi szinthez tartozó küszöbérték kiszámításához szükséges, a próbaelemek darabszámától függő tényező) a 2. táblázat szerint, s = a szórás az alábbi kifejezésből számítva:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (R_i - R_m)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum R_i^2 - n \cdot R_m^2}{n-1}}$$

ahol R_i = egy-egy próbaelem nyomószilárdsága, N/mm^2 ;

n = a vizsgált elemek száma

Ha a szórás $s > 0,4 \cdot R_m$ vagy $s > 6,0 \text{ N}/\text{mm}^2$, akkor az adottságoknak megfelelően az alábbi módszerek valamelyikét kell alkalmazni:

- a próbatetek számát növelve újra kell értékelni
- a próbatetek számát 14-re vagy 32-re kell kiegészíteni; a vizsgálati eredmények R_k jellemző értékének rendre a legkisebb, ill. a második legkisebb vizsgálati eredmény tekinthető
- új minősítési egységeket kell kijelölni úgy, hogy a tételekbe azonos, vagy véletlen jellegű eltéréseket mutató betonkeverékek kerüljenek
- a beépített betonból vett próbaelemekkel kell minősíteni.

Ha a beépített beton mennyisége csekély (a 2. fejezet szerintinek csak a fele) akkor a szórás az

$$s = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{1,69}$$

kifejezéssel is számítható, ahol R_{\max} és R_{\min} a 3 db próbatest legnagyobb és legkisebb értéke, de ekkor

$$R_k = R_m - k \cdot 2,28 \cdot s$$

3. Példa a beton minősítésére

Az egyik betonüzemben folyamatosan készítettek B 280 jelű betonkeverékeket, változatlan keverési aránnyal. A tételeket az MSZ 4720/2 (lásd 2. fejezet) szerint jelölték ki. Az összesen 120 próbaelemet tartalmazó 9 tétel vizsgálati eredményei a 3. táblázatban láthatók, ill. ezeket a 6. ábrán is feldolgoztuk.

Sorszám	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	tétel elemeinek szilárdsága, N/mm ²								
1	28,2	36,4	34,5	34,9	29,6	32,6	31,4	27,1	30,4
2	27,1	34,0	38,6	36,9	25,5	39,3	34,8	30,6	24,6
3	30,0	35,2	37,6	32,3	30,7	35,3	29,5	29,4	36,6
4	27,4	31,1	44,5	29,8	33,0	41,8	26,8	34,0	32,3
5	25,5	38,4	40,4	28,5	40,7	42,5	31,6	30,0	27,4
6	28,7	34,8	41,7	34,3	37,1	39,2	36,0	27,3	21,9
7	27,4	37,8	38,6	38,8	33,8	36,6	27,5	31,6	23,6
8	31,6	39,0	34,8	31,0	25,1	34,3	36,2	32,7	28,4
9	29,1	34,8	39,5	35,7	18,9	31,2	32,7	30,4	31,3
10	27,0	31,4	35,9	33,2	20,3	37,6	27,6	37,5	37,4
11	33,0	34,0	40,5	29,4	26,7	29,6	25,9	29,8	35,2
12	28,5	29,2			34,1	34,1	24,3	27,9	33,5
13	30,2				27,4	36,4	28,8	31,3	29,4
14	30,6				33,3		27,1	33,2	21,2
15	26,8				39,4			36,5	

A vizsgálati eredmények értékelése

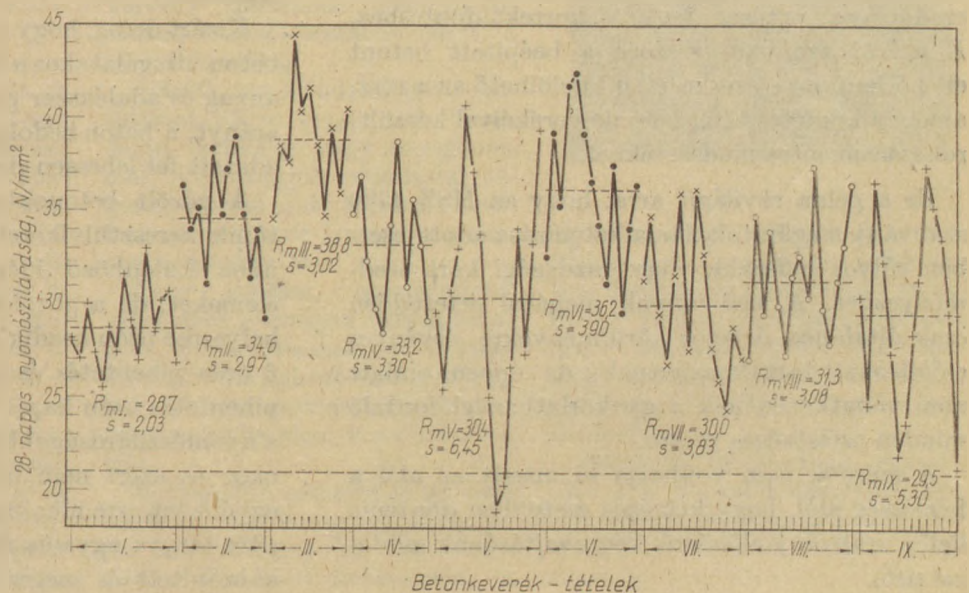
R_m						32,2				
s'						5,00				
R_k						22,9				
n	15	12	11	11	15	13	14	15	14	14
k	1,09	1,14	1,18	1,13	1,11	1,16	1,10	1,11	1,10	1,10
t	1,74	1,77	1,78	1,78	1,74	1,76	1,75	1,74	1,75	1,75
s	2,03	2,97	3,02	3,30	6,45	3,90	3,83	3,08	5,30	5,30
R_k	24,8	28,6	32,5	26,6	17,9	28,2	22,6	25,4	19,3	19,3
R_{min}	25,5	29,2	35,4	28,5	18,9	29,6	24,3	27,1	21,2	21,2

Ha a tétel összes elemét egy minősítési egységként kezeljük, akkor a 120 elemű egység átlagos nyomószilárdsága $R_m = 32,2$ N/mm², szórása $s = 5,0$ N/mm² értékre adódnék.

Tegyük fel, hogy az adott üzemben az előzetesen készített tételekből számított ismert szórás ugyancsak $s' = 5,0$ N/mm² és értékeljük ennek az adatnak az alapján a 3. táblázat 9 tételét külön-külön az MSZ 4720/2 szerint (a 2.21 fejezetnek megfelelően). Az értékelés eredményeit a 3.

táblázat R_k sora tartalmazza. Ezekből az adatokból kiindulva vissza kellene utasítani az I. és IX. tétel átvételét, minthogy a B 280 jelű betonra előírt minősítő szilárdság $R_{k, nom} = 21$ N/mm² és az I. tételben $R_k = 19,7$ N/mm², a IX. tételben $R_k = 20,5$ N/mm².

Végezzük el a minősítést az ismeretlen szórás alapján. Minden tétel próbaelem száma 10-nél nagyobb, ezért külön-külön is lehet szórást számolni. Az elemszám a 3. táblázat „n” sorában, a



6. ábra. A 3. táblázat adatainak feldolgozása

tételenként számított szórás az „s” sorában található. Az értékeléshez szükséges k és t értékeit a 3. táblázat ugyancsak tartalmazza. Ezekből az adatokból tételenként számítható az R_k ellenőrzött szilárdság. Ha így végezzük el a minősítést, akkor vissza kell utasítani az V. és IX. tétel átvételét.

A 2.22 fejezet ismerteti az MSZ 4720/2 egyéb előírásait is. Ha a legalább 14 elemű tételeknél megvizsgáljuk a legkisebb értékeket (R_{\min}), akkor csak az V. tételt kell nem megfelelőnek minősíteni.

Kérdés, hogy a háromféle értékelés közül melyik szabatos.

A 3. táblázat adatai, ill. a 6. ábra erre a kérdésre választ adhatnak. Az I. tétel igen kis szórású, egyenletes minőségű betonkeverékeket jellemez, ezt a tételt tehát a 15 elemű minta saját szórása alapján végzett értékelés eredményeképpen el kell fogadni.

A II., III. és IV. tétel betonjai a szilárdság ellenőrzött értékei alapján akár B 400 szilárdsági jelűnek is minősíthetők.

Az V. tétel a 6. ábrából láthatóan olyan időszakban készített betonkeverékekre vonatkozik, amikor a gyártást – az adatok tanúsága szerint – kedvezőtlen tényezők befolyásolhatták (valószínűsíthető, hogy esős volt az időjárás és nem vették figyelembe az adalékanyag változó nedvességtartalmát). Ezért mind a tétel saját szórása, mind a minimális szilárdság alapján végzett minősítés eredményét kell elfogadni, azaz a tétel átvételét vissza kell utasítani.

A VI., VII. és VIII. tétel átvehető. A IX. tétel ismét egyenlőtlen minőségű keverékeket mutat, így átvételé kétségesnek tűnik. Ha lenne lehetőség néhány további próbatést vizsgálatára, annak eredménye hozzásegíthetne a korrekt döntéshez. E nélkül azonban célszerű a beépített betont ellenőrizni (ha a szerkezeten kijelölhető az a rész, amely a kérdéses tétel betonkeverékével készült) roncsolásmentes módszerekkel.

Ez a példa rávilágít arra, hogy az MSZ 4720 szabvány megfontolatlan alkalmazása adott esetben súlyos műszaki, vagy gazdasági kárt eredményezhet. A szabványok magától értetődően csak általános, átlagos körülményekre érvényes előírásokat tartalmazhatnak, de éppen emiatt nem vonatkozhatnak a gyakorlatban előforduló minden szélsőséges esetre.

A mérnök nem vonhatja ki magát az alól a felelősség alól, hogy kétséges esetekben döntenie kell a szabvány-előírások végrehajtásának módzatairól.

4. A tétel meghatározásának nehézségei

A 2.1 fejezet bemutatta az MSZ 4720 szabvány utasításait és felhívta a figyelmet, milyen kiegészítő szempontok szükségesek azok érvényesítéséhez. A matematikai-statisztikai módszerek csak akkor alkalmazhatók, csak akkor adhatnak megbízható értékelésre lehetőséget, ha a szemrevételezés, a próbavétel, a vizsgálat, az értékelés és a minősítés minden fázisában betartjuk a módszer elveit. Ezért a tétel szabatos kijelölését sem lehet megkerülni.

A betonelemgyárakban készített termékek, a helyszíni betonból készített monolit szerkezetek és a betongyárak keverékeinek minősítésekor a tétel megfelelő kijelölése elvileg lehetséges: az ugyanabból a szállítmányból származó cementtel, adalékanyaggal és adalékszerrel, változatlan keverési aránnyal készített azonos szilárdsági jelű betonok egy tételbe sorolhatók annak ellenőrzése nélkül is, hogy a 2.1 fejezetben rögzített feltételek fennállnak-e.

Elvileg sem lehetséges azonban a betongyári betonból készített monolit szerkezetek, ill. a beépített és megszilárdult beton tételeinek a szabvány szerinti, ill. a matematikai-statisztika elveinek megfelelő kijelölése. Ugyancsak szinte megoldhatatlannak tűnik az előregyártás jelenlegi adottságai mellett a gőzölt betonokból a tételek szabatos meghatározása.

A transzport betont csak a betongyárban lehet korrekt módon tételbe sorolni és minősíteni. A munkahelyre folyamatosan, több napon vagy héten át érkező szállítmányokból kikerülő keverékeknél azonban szinte lehetetlen visszakérdezni a betongyártótól a tételbe soroláshoz szükséges adatokat.

Kizárt dolog, hogy a beépített és megszilárdult beton vizsgálatokor a felhasznált cement, adalékanyag és adalékszer pontos minőségét, a keverési arányt, a beton bedolgozásának és utókezelésének adatait fel lehessen deríteni.

A gőzölt betonokból a tétel kijelölése azért tűnik keresztülvihetetlennek, mert a gőzölő-aknába különböző időpontokba helyezik be az elemeket, de a gőzölést csak az utolsó elem behelyezése után kezdik el. Így van elem, amely 5–6 órás pihentetés és van olyan, amely 0,5 órás pihentetés után kapja a gőzt. Ez az eltérés pedig a nyomószilárdságokban szignifikáns különbséget okoz és ezért nem lehet egy tételbe sorolni az egyébként erre alkalmas betonokat sem. A minősítés tárgya ugyanis nem a betonkeverék, hanem a beépített és megszilárdult beton (ezt lehet a

betonkeverékből készített próbatestek alapján is minősíteni). A nem azonos módon gőzölt elemek betonjának minőségére azonban nem lehet következtetni egyetlen gőzölési módszerrel érlelt próbatestek vizsgálatának eredményeiből.

A fentiek miatt úgy tűnik, hogy az MSZ 4720/2 korrekt és a matematikai-statisztika elveire épülő értékelési és minősítési eljárásai csak a betonok egy részére alkalmazható, egy jelentős részét azonban (transzportbetonból készített szerkezetek, beépített és megszilárdult betonok, előregyártott gőzölt betonok) a matematikai-statisztikai módszerekből ki kell zárni s ezeket csak szakértői tevékenység keretében lehet minősíteni.

Legalábbis mindaddig szakértői tevékenység marad, amíg a roncsolásmentes vizsgálati módszereket nem ismerjük el szabványos vizsgálati eljárásoknak.

5. Összefoglalás

A beton minőségének ellenőrzéséhez az új magyar szabványok korrekt módon, a matematikai-statisztika elveinek megfelelően szabályozzák a próbavételt, a tétel kijelölését, a vizsgálatot, értékelést és minősítést. Az utasítások (a matematikai-statisztikai elvek) azonban a készített beto-

nok kis hányadánál tarthatók be, mert a tételt nem lehet szabatosan kijelölni

- transzportbetonból készített építményeknél
- beépített és megszilárdult betonszerkezeteknél
- előregyártó üzemek gőzölt betonjainál.

Ezeknek a betonoknak az esetében ezért a matematikai-statisztikai minősítésnek az MSZ 4720 szerinti feltételei nem biztosíthatók, hanem csak szakértői tevékenység keretében lehet a betonok minőségét megállapítani. Ehhez viszont szükséges lenne a roncsolásmentes módszerek alkalmazásának szabványosítása.

IRODALOM

- [1] Éltes, Ö. – L. Ziermann, M.: Matematikai statisztika. Tankönyvkiadó. Bp. 1967
- [2] MSZ 4720/1 A betonok minőségének ellenőrzése. Általános előírások. Hatálybalépett: 1980. július 1. MSZ 4720/2 A betonok minőségének ellenőrzése. Általános tulajdonságok ellenőrzése. Hatálybalépett: 1980. okt. 1.
- [3] Dr. Újhelyi, J.: A beton levegőtartalmának hatása. Magyar Építőipar. 1980. 8.

Vũzeu, A.: Замечания к математическому-статистическому методу оценки прочности бетона при сжатии

Újhelyi, János: Bemerkungen zur mathematisch-statistischen Wertung der Durchfestigkeit des Betons

Újhelyi, János: Some Remarks to the Mathematical-Statistical Qualification of Concrete Strength

ERDÉLY IMRE (1893 – 1981)

1981. március 15-én életének 88. évében elhunyt Erdély Imre vasdiplomás mérnök, egyesületünk alapítótagja.

Hosszú, munkás élete a magyar kőbányaipar szolgálatában telt el. Fiatal mérnökként 1926–27-ben a zalahalápi kőbánya gépesítésénél működött közre, 1931-től a kőbányászathoz kapcsolódó útépités területén dolgozott. A felszabadulást követően a Mérnökök és Technikusok Szakszervezete kecskeméti részlegének vezetője volt, itt – geodéziai ismereteit kamatoztatva – részt vett a földosztásban. 1948–1950 között a Hídépítő Vállalat igazgatója, 1950-től a Kőbányaipari Nemzeti Vállalat beruházási osztályvezetője, később a Kő- és Kavicsipari Beruházó Vállalat műszaki igazgatója, majd az Építő-kőfejtő Vállalat főmérnöke volt.

1957. évi nyugdíjazását követően a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Iptézetben tudományos tanácsadóként tevékenykedett a legutóbbi időkig.

A Szilikátipari Tudományos egyesületnek aktív tagja volt, társadalmi munkáját nagy szorgalommal, pontossággal, odaadással végezte. Hosszú időn keresztül tevékenyen részt vett lapunk szerkesztési munkálataiban.

Nagy tudását, tapasztalatait mindenkor készséggel adta át fiatalabb munkatársainak, az egyesületben tevékenykedő szakembereknek, akik a szakmai ismereteken túl igaz emberségét is tanulhattak tőle.

Magasszintű műszaki és ismeretterjesztő munkásságáért több magas kitüntetésben részesült: a Szocialista Munkáért Érdemérem, az



Építőipar Kiváló Dolgozója, a Szilikátiparért Emlékérem, a Szocialista Kultúráért kitüntetések tulajdonosa volt, egyesületünk múlt évi, XII. Tisztújító Küldöttközgyűlése pedig a Szilikátipari Tudományos Egyesület tiszteletbeli tagjává választotta.

Halálával folyóiratunk, egyesületünk, a magyar kőbányaipar lett szegényebb. Búcsúzunk Erdély Imrétől, Imre bácsitól. Emlékét megőrizzük.

A Dunai Vasmű kohósalakkövéből aprított és osztályozott termék az útépitésben

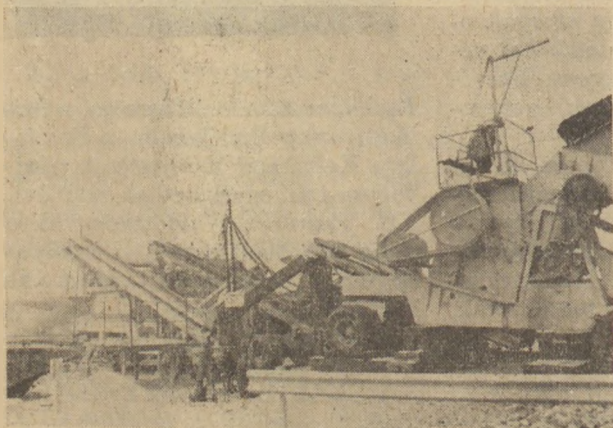
GÁLÓS MIKLÓS* – TÓTH MIKLÓSNÉ**

*Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék **Betonútépítő Vállalat, Budapest

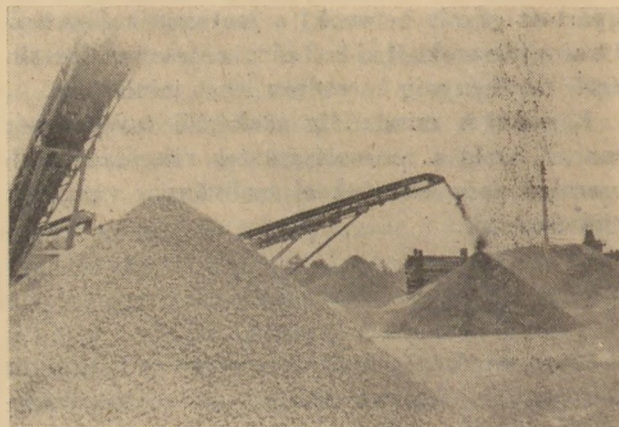
1. Bevezetés

A Dunai Vasműben, mint minden nagyolvasztóban 1 Mg nyersvas előállítására 700–800 kg kohósalakkövet eredményez. Ennek hasznosítását az üzem technológiája igényli, mert csak így biztosítható a csapolás folytonossága viszonylag kis helyszükséglet mellett. Két salagödröt felváltva használnak. Egy-egy gödör kitakarítása közel 20 000 Mg kohósalakkő kitermelését jelenti. A kitermelés során az anyag aprózódik és az így keletkező osztályozatlan kohósalakkövet az útépités szórt útalap készítésére használhatja. Ez a felhasználási terület azonban nem meríti ki azokat a lehetőségeket, melyek a kohósalak útépitési alkalmazásában rejlenek. Ennek azonban előfeltétele, hogy a kohósalakkőből aprított és osztályozott terméket állítsunk elő. A Betonútépítő Vállalat Dunaújvárosban, a kohósalak komplex útépitési felhasználására létesített kísérleti telepén felállított egy SzM 739–740 típusú 45–50 Mg/óra kapacitású törő és osztályozó berendezést azzal a céllal, hogy a kohósalakkőből megfelelő adalékanyagokat készítsen az útépitésben használható aszfaltkeverékek előállításához (1. ábra).

A törés után a nyers kohósalakkő az aszfaltgyártás igényeinek megfelelően 0/5, 5/12, és 12/20 szemmagyságú frakciókban kerül osztályozásra (2. ábra).



1. ábra. Törő és osztályozó berendezés



2. ábra. Tört és osztályozott kohósalak termékek

Az aprított és osztályozott kohósalakkőnek, mint adalékanyagok alkalmasságát nagyszabású vizsgálatssorozat eredményei hivatottak igazolni. A vizsgálatssorozat egyrészt próbaszakaszok megépítését jelentette, melyek műszaki állapotát folyamatosan ellenőrizzük és összehasonlítjuk a laboratóriumi mérések eredményeivel. A vizsgálatssorozat másik része az a laboratóriumi vizsgálat, melynek célja, hogy meghatározza a kohósalakkőnek, mint adalékanyagok felhasználási lehetőségeit az útépitésben.

2. A kohósalakkő néhány anyagszerkezeti tulajdonsága

A kohósalakkő minőségét a kohóban lejátszódó fizikai és kémiai folyamatok, valamint azok a körülmények határozzák meg, melyek között az anyag csapolás után kihül. Mivel a Dunai Vasműben az adott technológiai folyamatban a vasérc, a kohókoks és a mészkő minősége nem változik, csapolásonként azonos anyagtulajdonságú kohósalakkő képződik.

Vegyösszetételét az 1. táblázat szemlélteti. A vegyelemzés eredményeiből meghatározható:

– bázikus modulus = 1,02

1. táblázat

A Dunai Vasmű kohósalakkövének vegyi összetétele

	átlag	szórás
	tömeg %	
SiO ₂	39,85	1,25
CaO	43,17	1,40
MgO	7,25	0,73
FeO	0,19	0,08
S	1,85	0,18
Al ₂ O ₃	9,57	0,93

– kalciumoxid-szilíciumdioxid hányados =
= 1,08

– Endel-Brinkmann féle szám = 1,06

A kohósalakkő a fenti értékek figyelembevétele alapján „enyhén bázikus”. Mivel a CaO/SiO₂ hányados kisebb, mint 1,30 és a CaO tartalma 45% alatt marad, az anyag meszes mállásra nem hajlamos. Kémiai összetétele kielégíti mindazokat a kívánalmakat, melyeket az útépitési felhasználás kíván meg [1].

A dunaújvárosi kohósalakkőből készült aprított és osztályozott termékek szabad szemmel öt különböző színű és tömötséggű szemcsefajtából állnak. Ezt a megállapítást támasztja alá a mikroszkópos vizsgálat. A vékonycsiszolatokról készült felvételek jól mutatják az anyag szövet-szerkezetét és azt a hasonlóságot, melyet a kohósalakkő nemezes szövege a bazalt szövetével mutat.

A 3–7. ábra a különböző fajtájú kohósalakkő (Dunaújváros) szöveti képét, a 8. ábra a bazalt (Úzsa) szöveti képét mutatja.

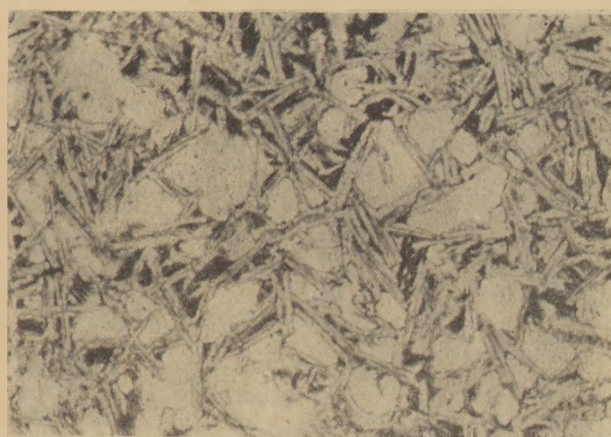
Az „A” típusjellel megnevezett kohósalakkő kissé porózus, nemezes szövetű. Póruseloszlása egyenletes. A pórus körmetszetek, nem követik a szomszédos kristály-körvonalakat. A kristályok karcsúsága 1 : 3–1 : 4 között változik. A kristályok között kb. 20% alkattan anyag helyezkedik el.

A „B” típusjellel megnevezett kohósalakkő közepesen porózus, nemezes szövetű. Porozitása „A”-nál nagyobb. A pórusok a nemezes szövetben általában a kristályok közét töltik ki, így a metszetben gyakran egyenesekkel határoltak. A kristályok kétszeres vagy többszörös nyálábokban, helyenként sugarasan helyezkednek el. A kristályok 1 : 5–1 : 20 karcsúságúak. A szövetben táblás, vagy nem homogén kristályos anyag, ill. alkattan anyag található.

A „C” típusjellel megnevezett kohósalakkő igen porózus, üveges-nemezes szövetű. A pórusméretek igen változatosak (0,03–3,0 mm közöt-



3. ábra. „A” típusú kohósalakkő szöveti képe



4. ábra. „B” típusú kohósalakkő szöveti képe



5. ábra. „C” típusú kohósalakkő szöveti képe

tiék). A pórusok izometrikusak. A kristályok zömökek, helyenként táblásak. A nagyobb kristályegyek hasadozottak, repedezettek.

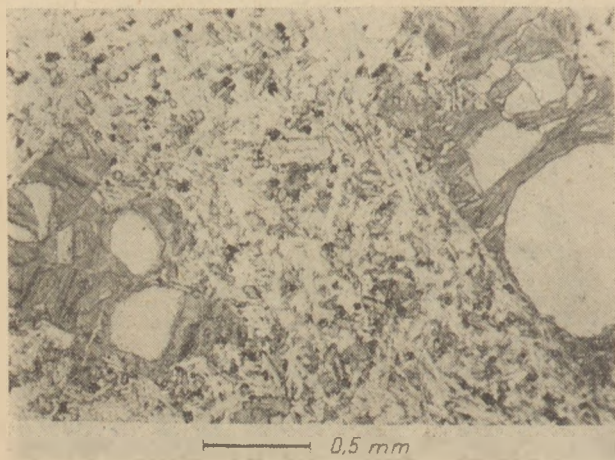
A „D” típusjellel megnevezett kohósalakkő kissé porózus, üveges-porfiro szövetű. A pórusok izometrikus jellegűek. A kristályok nem alkotnak szövedéket, alapanyagba ágyazottak. Alakjuk



6. ábra. „D” típusú kohósalakkő szöveti képe



7. ábra. „E” típusú kohósalakkő szöveti képe



8. ábra. Bazalt t (Uzsa) szöveti képe

részben megnyúlt, részben zömök, illetve táblás. Az alapanyag üveges-mikrokristályos.

Az „E” típus jellel megnevezett kohósalakkő igen porózus, üveges szövettű. A pórusok izometrikusak. Az üveges alapanyagban táblás kristályok vannak, de a szövet szempontjából az alkattalan üveges alapanyag a meghatározó jellegű elem.

A termékeket az öt fajta anyag különböző tömegszázalékban alkotja. A kisebb határszemnagyságú frakciókban a porózusabb, a nagyobb határszemnagyságúakban a tömöttebb szemcsék dúsultak fel:

- „A” típusú 25–35 M%
- „B” típusú 11–13 M%
- „C” típusú 12–10 M%
- „D” típusú 14–12 M%
- „E” típusú 37–29 M%

3. Laboratóriumi vizsgálatok eredményei

A laboratóriumi vizsgálatokat úgy állítottuk össze, hogy az anyag műszaki tulajdonságait a lehető legteljesebben ismerjük meg, továbbá, hogy a nyert eredmények alapján a kohósalakkövet az útépitésben gyakran használt kőzetekkel össze tudjuk hasonlítani. A laboratóriumi vizsgálatoknál ezért az építési kőanyagok új szabványsorozatának vonatkozó szabványelőírásait – MSZ 18282/1–2, MSZ 18287/1–3 és 5, MSZ 18289/1–3, MSZ 18291 – vettük figyelembe. Ezekon túlmenően olyan vizsgálatok is készültek, melyekre nincs szabványelőírás.

A dunaújvárosi kohósalakkőből készült aprított termék anyagsűrűsége (ρ_s), testsűrűsége (ρ_0) és halmazsűrűsége (δ_H) alacsonyabb, vízfelvétele magasabb, mint az irodalomban kohósalakokra közölt értékek [2].

A terméket alkotó különböző típusú („A”–„E”) szemcsék szerepét a 9. ábra mutatja, ahol a fenti értékek összefüggését ábrázoltuk kiegészítve a szemcsehasító vizsgálat eredményeivel.

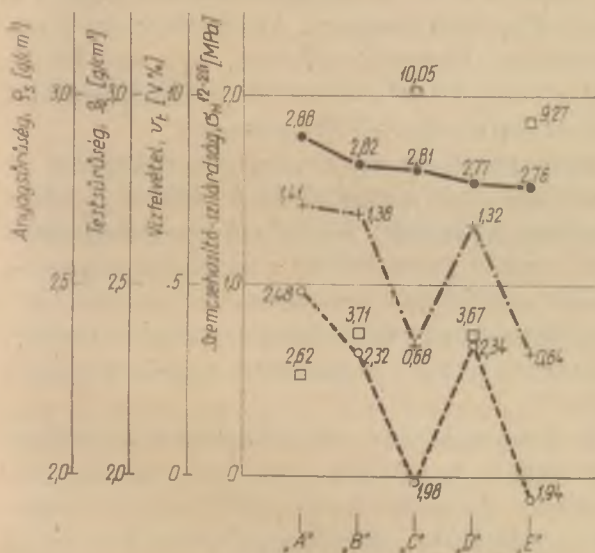
A halmazszilárdsági vizsgálatok közül a Los-Angeles vizsgálatot légszáraz, 25 és 50 fagyasztási ciklus után, a Deval vizsgálatot – száraz és nedves Deval aprózódás meghatározására –, valamint a Hummel vizsgálatot végeztük el. Az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Mivel a termék alapvetően tömör és porózus részre szétválogatható volt, érdekesek azok a Los Angeles és Hummel aprózódások, melyek az „A”–„B”–„D” típusú tömött, illetve a „C”–„E” típusú porózus anyagra adódtak. Az előbbit I. csoportú, az utóbbit II. csoportú anyagnak neveztük és a 2. táblázatban így szerepeltetjük őket.

Az eredményekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a kohósalakkőből készített adalékanyag minősítésénél nem szabad mechanikusan a zúzottkőre vonatkozó előírásokat (MSZ 18291)

Halmazszilárdsági vizsgálatok eredményei

	5/12	12/20	I.	II.
	anyag		csoportú	
			tömött	porózus
			12/20 anyag	
	aprózódás M%			
Los Angeles aprózódás (a_{LA}) légszáraz 25 fagyasztás után 50 fagyasztás után	33,30 – 36,00 33,60	34,70 – 36,10 34,70	26,20	41,60
Deval aprózódás (a_D) száraz nedves	1,13 – 1,60 1,90 – 4,50	2,45 – 2,90 6,65 – 7,20		
Hummel aprózódás (a_H)	54,25 – 58,50	38,88 – 77,75	33,00 – 71,00	46,00 – 81,25



	5/12	12/20
Testsűrűség ρ_o [kg/m ³]	2190	2200
Halmazsűrűség ρ_H [kg/m ³]	1180	1180
Hasítószilárdság σ_H [MPa]		1,05

- — Anyagsűrűség
- — Testsűrűség
- — Vízfelvétel
- + — Szemcsehasító szilárdság

9. ábra. „A” – „E” típusú kohósalak tömegeloszlási jellemzői és a szemcsehasító szilárdság (σ_H 12 – 20)

figyelembe venni. A kristályosodás folyamata itt egy mesterségesen gyors lehűléshez kötött, tehát a kötőerők nem a természetben lejátszódó kőzetképződésnek megfelelőek.

Kristályosítási veszteségek

	5/12	12/20	I.	II.
	anyag		csoportú	
			tömött	porózus
			12/20 anyag	
	aprózódás M%			
Na ₂ SO ₄ oldattal	0,27 – 0,75	0,91 – 1,00	0,41 – 2,00	0,88 – 3,33
MgSO ₄ oldattal	1,38 – 2,04	0,61 – 4,66	1,35 – 2,50	1,55 – 4,16

3. táblázat

A zúzottkőre előírt kőzetfizikai minősítő értékek, melyek elsősorban a Los Angeles aprózódás értékeihez kötöttek, ennél a terméknél túlzottan szigorúak.

A vizsgálatsorozat azt bizonyítja, hogy kohósalakköre ezeket a határértékeket kb. 5 M% aprózódási veszteség értékkel növelni kellene. Tehát a „B” – „C” kőzetfizikai határ 25 M% aprózódási veszteség helyett 30 M% és a „C” – „D” határ 35 M% helyett 40 M% lehetne.

Az időállósági tulajdonságok megítélésére a választott időállósági modellhatások az alábbiak voltak:

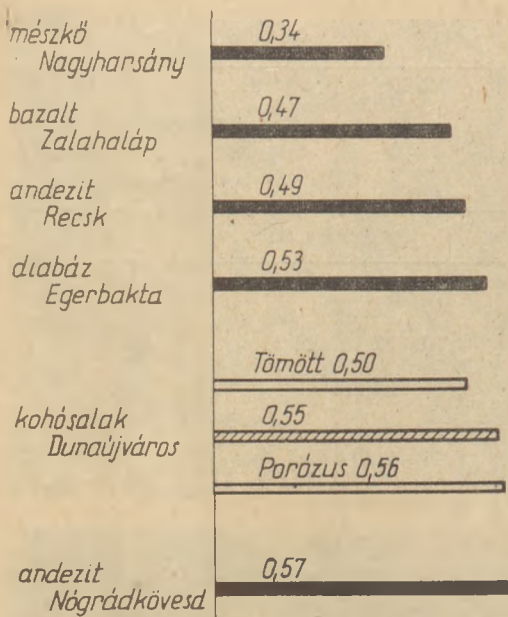
- fagyhatás 25 és 50 fagyasztási ciklussal
- nátriumszulfátos és
- magnéziumszulfátos kristályosítás

A fagyasztás hatását a Los Angeles vizsgálattal határoztuk meg képezve a λ_{25f}^{LA} és λ_{50f}^{LA} változásitényezőket

$$\lambda_{25f}^{LA} = \frac{a_{LA}^o}{a_{LA}^{25f}} \text{ és } \lambda_{50f}^{LA} = \frac{a_{LA}^o}{a_{LA}^{50f}}$$

formában.

A vizsgált kohósalak a fagy hatására érzéketlen, mivel tulajdonságromlás nem következett be λ_{25f}^{LA} és λ_{50f}^{LA} közel 1,00-ra adódott (lásd 2. táblázat értéksora).



10. ábra. Útépítésnél használt kőzetek és a kohósalak PKS értékei

A kristályosítási aprózódás értékeit a 3. táblázatból olvashatjuk ki, jól látva, hogy az értékek a nagyobb pórustérfogatú II. jelű anyagnál kis növekedést mutatnak, de még ezek az eredmények is kielégítik a legszigorúbb követelményeket, (lásd MSZ 18291 1. táblázat) Hasonlóan kedvező eredményeket nyertünk a polirozódási vizsgálattal, mely során az I. és II. típusú anyagból készített próbalapok sűrűlódási ellenállását mértük SRT sűrűlódásmérő ingával az MSZ 18287/5 előírásai szerint. A vizsgálat eredménye PKS skálán leolvasott érték volt. A 10. ábrán néhány hazai, az útépítésben használt kiömlési kőzettel hasonlítottuk össze a kohósalakkövön mért eredményeket, melyek azt mutatják, hogy a kohósalak ilyen tulajdonságai jobbak, mint a bazalt és a diabáz tulajdonságai és az andezitek vonatkozásában is közepes helyet foglalnak el.

4. Zúzott kohósalakkó felhasználása aszfaltkeverékekben

A zúzott és osztályozott kohósalakkó aszfaltkeverékekben való felhasználásánál a keveréktervezés során a kőanyag két, az eruptív kőzetektől eltérő tulajdonságát kell figyelembe venni. Az ásványi keveréknek a durva felületű szemcsék miatti nagy belső sűrűlódása a tömöríthetőséget, a pórusos szövetszerkezet a kötőanyagszükségletet befolyásolja. A kőzetanyag ezen két tulajdonsága a hagyományos adalékanyagból készült aszfaltokéhoz képest eltérő összetételt kíván, de az

aszfaltburkolat jellemzőit rendkívül előnyösen befolyásolja. Az érdes szemcsfelület miatt a kőanyag-bitumen közötti tapadás igen jó, a hasítási vizsgálatok során a próbatest törése soha nem a szemcse felülete mentén következett be, kipergést egyetlen esetben sem tapasztaltunk. A pórusos szerkezet következtében a bitumen nemcsak a szemcse felületén tapad, hanem gyökérszerűen benyúlik a kohósalakkó belsejébe és az aszfalt hajlítószilárdságát növeli.

A keveréktervezésre irányuló laboratóriumi előkísérletek során bebizonyosodott, hogy az aszfaltgyártásban Magyarországon elterjedt betonrendszerű keveréket tisztán kohósalak-adalékanyaggal az ásványi anyag nagy belső sűrűlódása miatt nem lehet készíteni. Amennyiben ezt a keveréktípust kívánjuk gyártani, úgy az adalékanyag 2 mm feletti szemcsehányadának mintegy felét eruptív anyagból kell adagolni.

Számos laboratóriumi keverék készítése és vizsgálata során alakultak ki a kísérleti építésre alkalmas keverékek. A kötő- és kopóréteg építésére használt keverékeknél a szemkihagyásos ásványi vázfelépítés mutatkozott megfelelőnek. A jó tömöríthetőség érdekében az adalékanyag mintegy 20–25% természetes homokot tartalmaz.

A bitumenes útalap céljára készített keverékek összeállítása és beépítése nem okoz nehézséget. Ezekbe a keverékekbe 30–50% zúzott kohósalakkó adagolható a homokos kavics mellett.

A laboratóriumban kialakított keverékekkel az első kísérleti szakaszok 1979. július-augusztusában készültek. A kezdeti kisebb területű bitumenes útalap szakaszok építése után, melyek összterülete mintegy 1000 m² volt, készült a Dunaújvárosi Vasmű területén az első teljes szerkezetű kohósalak aszfaltos szakasz 670 fm hosszban, 11 m szélességben.

A kísérleti szakaszon egy bitumenes útalap keverék, két kötőréteg keverék és három kopóréteg keverék került beépítésre. A szakasz a meddőhányóra vezető út, igen nehéz forgalmi terheléssel, ahol üzemszerűen bonyolódik a meddőanyag kihordása és esetenként a kiszolgáló munkagépek forgalma. Megépülése óta a szakasz mintegy 160 ezer 10 t-os egységtengelyben kifejezett forgalmi terhelést viselt anélkül, hogy felületén nyomképződés, kipergés, vagy egyéb károsodás jelentkezne (11. ábra).

A keveréktervezés során az előírásoknak megfelelő alkalmassági vizsgálat sorozat értékelése csak a tervezett szabadhézagtartalom beállítására korlátozódhat. A kohósalak adalékot tartal-

mazó aszfaltkeverékek közös tulajdonsága a nagy – 15 kN körüli – Marshall stabilitás. Sorozatvizsgálataink bizonyították, hogy a Marshall stabilitás mértéke a keverék kötőanyagtartalmára gyakorlatilag érzéketlen, így ez a tulajdonság az összetétel megfelelőségének jellemzésére alkalmatlan.

Az 1979. évi laboratóriumi és építési tapasztalatokból alakultak ki az 1980. évben alkalmazott keverékösszetételek, melyekből 1980. augusztusáig összesen mintegy 30 000 to került beépítésre, részben kiegyenlítőréteggként és bitumenes alapréteggként, részben a teljes pályaszerkezetben. A kohósalak aszfaltkeverékekből mintegy 18 000 m² területen készült kopóréteg.

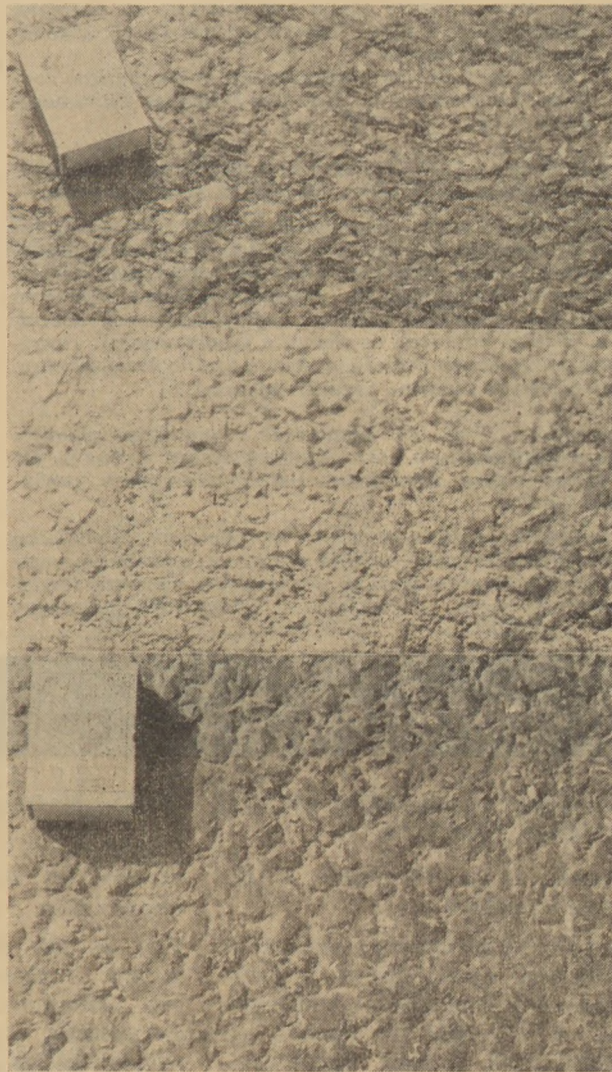
5. Összefoglalás

A kohósalakkőnek mint ipari mellékterméknek adalékanyagként való felhasználását aszfaltkeverékekben a Betonútépítő Vállalat gyakorlatilag megoldotta.

A további fejlesztési kísérletek a keverékek gazdaságosságának fokozására történnek. Energiamegtakarítást és költségcsökkenést jelentene, ha a jelenleg alkalmazott SzB-90 típusú bitumen helyett az aszfalttechnológiai szempontból a célnak megfelelő lágyabb, 120–130 penetrációjú bitumennel készülne a keverékek. Ilyen típusú bitumen azonban Magyarországon jelenleg nincs forgalomban, és gyártásának kezdeményezése a szükséglet csekély volta miatt nem látszik reálisnak. A kohósalak adalékanyagú aszfaltkeverék szélesebb körű alkalmazása során azonban ilyen termék alkalmazása az építési költségek csökkenését jelentené.

A burkolatok forgalom alatti viselkedése a kohósalakkő megfelelőségét bizonyítja. A laboratóriumi vizsgálatok is egyértelműen a kohósalak kedvező anyagszerkezeti tulajdonságait mutatják és felhívják a figyelmet a minősítő értékek helyes megválasztására. A kohósalak adalékú aszfaltok alkalmazásának kiterjesztését gátolja, hogy a terméket a zúzott kövekkel azonos határértékek szerint minősítik. Az anyag „C” kőzetfizikai minősítése az érvényes előírások mellett a kohósalak felhasználását erősen és a jelenlegi gazdasági körülmények között vitathatóan korlátozza. Az aszfaltkeverékek és megépült burkolatok vizsgálati eredményei ugyanis kifogástalan aszfalttulajdonságokat mutatnak.

Használati értéküket, élettartamukat hazai tapasztalatokból, az építésük óta eltelt rövid idő



11. ábra. Kohósalak adalékkal készült kísérleti útszakasz kopórétegei

- a) AB-20 kopóréteg
- b) k₁-AB-20 kopóréteg
- c) Szk-k₁-12 kopóréteg

miatt még nem ismerjük. A hosszabb ideig tartó és lehetőleg ismert terhelési forgalom alatti viselkedés értékelésre további megfigyeléseket és időszakonként ellenőrző vizsgálatokat kell végezni.

A kohósalak adalékkal készült aszfaltburkolatok építési költsége a hagyományos anyagúakénál kisebb. Használata a hazai ásványvagyont kíméli. Gazdasági előnyén kívül azonban környezetvédelmi szempontból sem elhanyagolható az az előny, hogy a kohósalakkő hasznosításán keresztül feleslegessé válik további meddőhányók létesítése, illetve a meglévő meddőhányók anyaga előkészítés után folyamatosan feldolgozható.

IRODALOM

- [1] Reznák László (1965): Kő és kohósalakkő. Útügyi Kutató Intézet 35. sz. kiadványa UKI Budapest

- [2] *Ács Péter (1960): Hazai kohósalakkövek útépitési alkalmazásai. Útügyi Kutató Intézet 11. sz. kiadványa UKI Budapest*
- [3] *Les laitiers de haut fourneau en construction rovière (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) Paris 1970.)*

Gálos Miklós – Tóth Miklósné: A Dunai Vasmű kohósalakkövéből aprított és osztályozott termék az útépitésben

A kohósalak adalék felhasználása a hazai ásványvagyont kíméli, beépítési költsége a hagyományos kőzetanyagoknál alacsonyabb. Alkalmazhatóságát szerteágazó vizsgálatsorozat bizonyítja. A vizsgálatsorozatba építetten kohósalak adalékkal kísérleti útpályaszakaszok készültek. A cikk ismerteti és elemzi a laboratóriumi vizsgálatok eredményeit összefüggésben a kísérleti szakaszokon tett építési és forgalmi tapasztalatokkal.

Галов, М. – Том, М.: Применение в дорожном строительстве дробленого и классифицированного щебня из доменного шлака Дунайского металлургического комбината

Применение доменного шлака способствует сбережению отечественных минеральных ресурсов, причем расходы по использованию шлаков меньше, чем в случае традиционных пород. Возможности применения доказаны

большой серией экспериментов. Построены экспериментальные участки дорог на шлаковом щебне. Освещены и проанализованы результаты лабораторных испытаний, с учетом опыта строительства экспериментальных участков и движения транспорта на них.

Gálos, Miklós – Tóth, Miklósné: Zerkleinerter und klassierter Hochofenschlackenstein aus dem Hüttenbetrieb Dunai Vasmű, im Straßenbau

Die Anwendung der Hochofenschlacke als Zuschlagstoff, ermöglicht eine Einsparung an einheimischen Bodenschätzen, ihre Anwendungskosten sind niedriger als die des herkömmlichen Natursteinmaterials. Ihre Anwendungsmöglichkeit wurde durch vielseitige Untersuchungsreihen erwiesen. Im Rahmen der Untersuchungen wurden versuchsweise mehrere Straßenfahrbahnstrecken gebaut. Die Laboruntersuchungsergebnisse, im Zusammenhang mit den Bau- und Verkehrserfahrungen, werden beschrieben und analysiert.

Gálos, Miklós – Tóth, Miklósné: Application of Comminuted and Classified Blastfurnace Slag in Roadbuilding

Title material of the Danube Steelworks can be used economically for roadbuilding. To prove this, experimental road sections were constructed and tested by laboratory methods and under actual traffic conditions. Construction experiences are outlined too.

Lapszemle

American Ceramic Society Bulletin, Columbus, 1980. 8. sz.

Hackler, C. L. – Carpenter, R. E.: *Sárga színezékek*

Sárga színű mázak vagy edényárak különböző típusú égetett kerámiai pigmentek segítségével állíthatók elő. A választás az égetési hőmérséklettől, a máz vagy a kerámiai test összetételétől, a költségtől és a színárnyalat és színstabilitási követelményektől függ. Bár a legtöbb alkalmazható pigmenteket tárgyalják, a hangsúlyt a vanádium-cirkon-oxid és a praezodimium-cirkon alapú színezékekre helyezik. (800–802. old.)

Kupperman, D. S. – Pahis, L. – Yuhas, D. – McGraw, T. E.: *Akusztikus mikroszkópia technika alkalmazása a szerkezeti kerámiáknál*

100 megahertz frekvenciájú ultrahang hullámokkal működő transzmissziós akusztikus mikroszkópia alkalmazása a szilícium-karbid és szilíciumnitrid szerkezeti anyagokból készült alkotórészek felületi és felület alatti hibahelyeinek vizsgálatára. A kapott eredmények ellenőrzése a roncóló radiografikus eljárással. Az akusztikus technika érzékenységének ellenőrzése kisméretű természetes és mesterséges hibahelyekkel. Mikroszerkezetvizsgálat. (814–816, 839–841. old.)

Szteкло, Moszkva 1980. 1. sz.

Gurikova, L. M.: *Alkáli-alumíniumszilikát üvegek tulajdonságai ioncsere után*

Egy és két alkáliát tartalmazó szilikát és alumíniumszilikát üvegek káliumnitrát-olvadékos ioncserekezelés utáni törésmutatójának, aktivációs energiájának, elektromos vezetőképességének és felületi mikrokeménységének változásával kapcsolatos összehasonlító adatok. Az egy alkáliatartalmú üvegből kétalkálissá való átalakulásnál csökken a törésmutató és az aktivációs energia értéke, továbbá a tömörített réteg mélysége, a nyomófeszültség és a felületi mikrokeménység értéke nő. (86–90. old.)

Csernjakova, T. G. – Botvinkin, O. K.: *Olvadék anionjainak hatása az ioncsere üveg szilárdságnövekedésére*

Néhány oxigéntartalmú anion hatása az alacsony hőmérsékletű ioncsere üveg szilárdságnövekedésére kémiaileg tiszta káliumnitrát olvadékban. A szulfát és borát ionok intenzifikálják a szilárdítás folyamatát, növekszik az üvegbe átdiffundáló káliumionok mennyisége, a tömörített réteg mélysége és az üveg szilárdsága. Kimutatták a foszfát és karbonát anionok korrodáló hatását az üveg felületére. (74–79. old.)

Csernjakova, T. G. – Botvinkin, O. K.: *Az olvadék kétvegyértékű ionjainak hatása az ioncsere táblaüveg szilárdságnövelésére*

Kémiaileg tiszta káliumnitrát olvadékba bevitt kalcium, ólom, bárium-ionok hatása 2 mm vastag táblaüveg tulajdonságaira – szilárdság, nyomófeszültség, nyomóréteg vastagsága, K 20 mennyisége. A szilárdság növelés hatékonysága lényegesen csökken, ha az olvadékban a fenti ionok jelen vannak. Meghatározták ezen ionok megengedett mennyiségét a káliumnitrát olvadékban ipari üveg szilárdságnövelésénél. Táblaüveg ioncserejénél végbemegy a kalciumionok migrációja üvegből olvadékba. (79–85. old.)

Perova, A. A. – Abramjan, E. A. – stb.: *Táblaüveg mechanikai tulajdonságainak kutatása ioncsere szilárdítása után*

Próbatestek és szokásos üveg nagyméretű lapjainak, illetve alacsony hőmérsékletű ioncsere módszerű szilárdítás utáni üveg roncsolási szilárdságvizsgálatának összehasonlító eredményei. A felület irányított hibáinak hatása a szokásos és szilárdságnövelt üveg szilárdságára. Az ioncserevel szilárdságnövelt üveg négyzeres szilárdsággal rendelkezik, emellett a szilárdságnövelt üveg mikrosérüléssel szembeni ellenállóképessége és csiszolási ellenállása nagyobb a szokásos üvegenél. (67–74. p.)

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet nyersanyag adattlap		
Sorszám 2	PETÉNYI MESSZESÁGYAG	Kiadás éve 1980

1. Lelelőhely: Felsőpetény. Nógrád megye.

2. Földtani és teleptani jellemzés: A Romhányi-rögöt borító hárshegyi homokkő alsó részébe helyenként világosszürke és barnásszürke színű, több-kevesebb meszet tartalmazó agyag mosódott be. A tekintélyes mértékű lepusztulás miatt ez a középső-oligocén kori képződmény sokszor teljesen hiányzik. Felszíni előfordulása Világospusztá térségében található. Korban és közettani kifejlődésben a kiscelli agyaggal azonosítható.

3. Mintavétel: 1979. február 15. Romhányi Építési Kerámiaégető
Vizsgálati szám: ÉN 1745

4. Kémiai analízis (%)

MSZ 5920/2-6 és MSZ 4683/9-77

	izz.v.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
1	15,34	47,27	14,76	0,69	5,65	10,2	3,00	2,91	0,11	ny
2	12,52	60,70	15,12	1,80	4,96	8,67	4,05	2,07	0,70	
3	13,34	49,27	14,50	0,88	8,89	9,30	2,60	3,08	0,34	0,93

ÉN 1745

2. 249-es furás átlagmintájának adatai /1974/
3. M 16 - M 26 számú furások átlagmintájának adatai /1975/

7 Ásványi összetétel /%/	kaolinit	9.	földpát	3
/ Rigaku-Denki rtg.	illit	10	kalcit	10
felvétel alapján/	montmorillonit	2	dolomit	5
	klorit	2	rtg. amorf	43
	kvarec	16		

8. Fizikai tulajdonságok:

8.1. metilénkék felület 50,40 m ² /g	metilénkék adszorpció kalorimetriáson mérve
8.2. vízgőzadszorpció 3,9 %	telített NaCl oldat fölött 48 óra alatt
8.3. sűrűség 2,70 g/cm ³	MSz 12785/2-72
8.4. iszapolási maradék > 200 μm 3,1 %	MSz 12787/2-72

9. Reológiai vizsgálatok

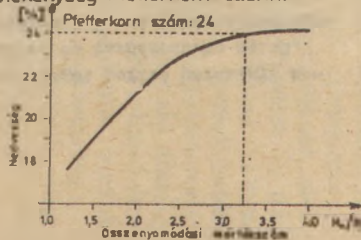
Szár- anyag %	elektrolit %	I S Z A P	
		viszkózitás mPas	
		16 sec ⁻¹	1310 sec ⁻¹
55	d. víz	2412	89
48	NTP 0,1	1688	51
48	NH 0,3	1681	66
55	NT 2,0	812	32

NTP=Nátriumtrifoszfát, NH=Nátriumhumát

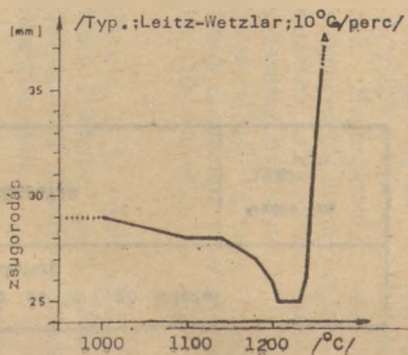
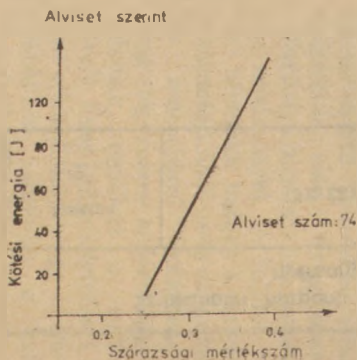
11. Száradási érzékenység

NT=Nátriumtanin

10. Keplékenység Pfefferkorn szerint



12. Hévítőmikroszkópi zsugorodás



13. Kerámiai tulajdonságok: Próbatest -készítés: MSZ 12788 /3-72

nyers állapotban:

		Formázási mód			
		plasztikus		sajtott	
13.1 megmunkálási víztartalom	%	22	5,0	6,3	7,5
13.2 száradási zsugorodás	%	6,6	0,0	0,2	0,3
13.3 száraz hajlítószilárdság	MPa	13,9	3,6	5,0	6,6
13.4 nyers testsűrűség	g/cm ³	2,07	2,18	2,23	2,25

égetett állapotban: Felfűtési sebesség: 150°C/óra Hőntartás: 2óra

+ a 7,5 % vizzel sajtott próbatestek eredményei	Egység	Égetési hőmérséklet °C									
		1000		1050		1100		1150		1200	
		p	s ⁺	p	s ⁺	p	s ⁺	p	s ⁺	p	s ⁺
13.5 Égetési zsugorodás	%	1,0	0,6	1,0	0,6	2,2	0,7	3,6	1,2	6,0	2,8
13.6 Sűrűség	g/cm ³										
13.7 Vízfelvétel	%	16	16	15	16	14	15	8	13	4	8
13.8 Testsűrűség	g/cm ³	1,76	1,86	1,80	1,86	1,83	1,90	1,93	1,95	2,20	2,24
13.9 Porozitás (nyílt)	%	28	30	27	30	26	29	15	25	9	18
13.10 Hajlítószilárdság	MPa	22	18	23	19	24	21	32	24	38	31
13.11 Szinkordináták MOMCOLOR N° 112787 készülék	x	0,402		0,407		0,396		0,391		0,391	
	y	0,367		0,363		0,364		0,363		0,363	
	Y	72,41		70,37		72,07		56,63		56,50	

14. Tűzállóság PK_{nem} tűzálló MSZ 394-66

Az adatlap a SZIKKTI Finomkerámia Osztályán készült.

Üsszeállította:

Szilágyi László

Konferencia hírek

XIII. Szilikátipari és szilikáttudományi konferencia

Budapest, 1981. június 1—5.

F. év június 1—5 közt kerül sor Egyesületünk, és az egész magyar szilikátipar és szilikáttudomány leg-rangosabb nemzetközi eseményére: az immár tizenharmadszor megrendezésre kerülő SILICONF-ra. A résztvevők előreláthatóan nagy száma, a beküldött előadások magas színvonala remélhetően folytatni fogja az eddigi konferenciák sikeres sorozatát: alkalmat nyújt hazánk szilikátos szakembereinek arra, hogy közleményük széles nemzetközi nyilvánosság előtt kerüljön ismertetésre és egyúttal lehetőséget ad a haladó külföldi eredmények megismerésére is.

Mint az a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai előtt ismert, a Konferencia tárgyköre két műszaki gondolat köré csoportosul: 1. Összefüggések szilikátipari anyagok ill. termékek szerkezete és tulajdonságai közt; 2. Környezetkímélő és energiatakarékos technológiai eljárások. E két témakört a szokásos szakosztályi bontásban (üveg; beton; cement; durvakéramia és hőszigetelőanyagok; kő-kavics; finomkerámia; tűzállóanyagok) fogja megtárgyalni a Konferencia.

A Konferenciabizottság 1980 elején hirdette meg a konferencia megtartását. A felhívás nagy vissz-

hangra talált: minden eddiginél nagyobb számú, több mint 360 előadaskivonat érkezett, többségükben igen magas színvonalú, új tudományos eredményeket publikáló munka. Sajnos nem volt mód, hogy ilyen nagy számú előadást a Konferencia napirendjére tűzzünk; így egyszerűen nem maradt volna idő a vitára, az intenzív véleménycserére, mely a Konferencia legfontosabb célja.

A gondos rostálás után — melynek irányelve elsősorban a közlemény színvonala és a kijelölt vezérgondolatok valamelyikéhez való tartozás volt — még mindig igen sok, az eddigi kb. százat lényegesen meghaladó számú előadás maradt meg. A bőség okozta gondok megoldása új ötleteket kívánt, mert az nyilvánvaló, hogy az eddigi keretek közt ilyen nagy számú publikáció nem tárgyalható meg.

A Konferenciabizottság ezért az ún. „rapporteur”-rendszerben történő lebonyolítás mellett döntött. Ennek lényege, hogy az előadás teljes szövegét, ábrákkal, táblázatokkal, stb. együtt, eredeti nyelven, négy nyelvére összefoglalóval ellátva a Konferencia előtt a résztvevők rendelkezésére bocsátjuk; így nincs szükség arra, hogy a szerző felolvassa közleményét. Helyette előre

felkért referensek (rapporteur-ök) részletesen és kritikailag ismertetnek 5—6, tematikailag összetartozó előadást. Ezután kerül sor a megtárgyalt előadások vitájára: a szerzők a referenssel együtt kinn ülnek az előadói asztal mellett és válaszolnak a felmerült kérdésekre. Ekkor lehet felolvasni, az elnök engedélyével, előre be nem jelentett rövid közleményeket is. Remélhetőleg ezzel a módszerrel az eddiginél több előadás magas színvonalú megvitatását lehet majd elérni.

A Konferencia részvételi díja a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagdíjhátralékban nem levő tagjai számára 1900,— Ft másoknak (ebből a kiadvány ára 900.— Ft). Hívjuk és várjuk a Konferenciára mindazokat a kartársakat, akik fontosnak érzik tudásuk gyarapítását e nagy nemzetközi rendezvényen való részvétel, viták, beszélgetések, hazai és külföldi szakemberekkel való kötetlen eszmecsere révén.

A Konferenciára elfogadott előadások jegyzékét az Egyesület minden tagja már korábban megkapta. További információval (pl. a program részletei, tanulmányi kirándulások, fogadás, stb.) mindenkinek szívesen rendelkezésére áll a Konferenciabizottság az Egyesület helyiségében, illetve május 31-én 10-18 óra között, június 1-én, 2-án, 4-én és 5-én a Konferencia helyén, a METESZ-székház (Budapest, VI., Kossuth Lajos tér 6—8.) I. emeleti nagytermének előcsarnokában.

dr. T. F.

Egyesületi élet

KÖZÖS PROGRAM A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLETBEN

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Salgótarjáni Síkúvegyvári és Öblösüvegyvári csoportja január 9-én együttes ülést rendezett az Öblösüvegyvár Kossuth Művelődési Házban. A közös programra abból az alkalomból került sor, hogy ez évtől az öblösüvegyárban is mű-

ködik szilikátipari tudományos csoport. Az ülésen közösen vitatták meg az 1981. évi munkatervet. Kiemelt feladatként határozta meg a műszaki-technikai színvonal, a termelés fejlesztését, az anyag- és energiatakarékosság elősegítését, valamint a különböző munkás ok-

tatási- és továbbképzési tanfolyamokon előadóként való közreműködést.

A megbeszélést követően *Takács Géza*, öblösüvegyvári osztályvezető svájci és *Együd János*, síkúvegyvári gyáregységvezető helyettes pedig japáni útból tartott beszámolót.

ARA: 19,— Ft