

1302935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

7

ÉPÍTŐANYAG, XXXVI. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1984., JÚLIUS
1984 36 (7) 193—224



A mész- és cement-,
az üveg-, a finomkerámia-,
a tégl-, a csirép-,
a kő-kavics- és betonipar,
a szigetelőanyagok iparának
tudományos szakirodalmi
folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

TARTALOM

<i>Badinszky Péter – Bernáth Zoltán: Komplex szilikátipari ásványi nyersanyagkutató-</i> <i>sok a bükkaljai körzetben</i>	193
<i>Christoph Heinrich – Szőke Béla – Nagy András: A Beremendi Cementgyár kihasznált-</i> <i>sága a felfutás időszakában</i>	203
<i>Wagner Zsófia: Szilikátipari anyagok alacsony hőmérsékletű dilatációjának mérése</i>	209
<i>Kotsis Levente – Szolcsányi Pál – Kutics Károly – Argyelán János – Hanák László</i> <i>A hazai természetes zeolitok felhasználhatósága oldószerigőzők megkötésére</i>	214
<i>Fodor né Szörényi Márta: Üvegek antimon(III)-oxid tartalmának meghatározása</i> ...	219
<i>Pritz Tamás – Zakar Pál: Bitumen-mészkőliszt keverékek dinamikai viszkoelasztikus</i> <i>jellemzői</i>	221
<i>A világ szilikátiparából</i>	202, 218, BIII

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бадинский, П.—Бернат, З.: Комплексные исследования сырьевых минеральных</i> <i>материалов силикатной промышленности в бюккайском районе</i>	193
<i>Хейнрих, К.—Сёке, Б.—Надь, А.: Исползуемость Беремндского Цементного</i> <i>Завода в период наращивания мощности</i>	203
<i>Вагнер, Ж.: Низкотемпературные дилатационные измерения материалов силикат-</i> <i>ной промышленности</i>	209
<i>Кочиш, Л.—Солчани, П.—Кутич, К.—Арделан, Я.—Ханак, Л.: Возможности</i> <i>использования отечественных естественных цеолитов для связывания паров</i> <i>растворителей</i>	214
<i>Фодорне, С. М.: Определение содержания окиси сурьмы (III) в стеклах</i>	219
<i>Притц, Т.—Закар, П.: Динамическая вязкоэластичная характеристика смесей</i> <i>битум-известковая мука</i>	221

INHALT

<i>Badinszky, Péter – Bernáth, Zoltán: Komplex mineralischen Rohstoff-Forschungen</i> <i>für die Silikatindustrie im Bezirk Bükkalja</i>	193
<i>Christoph Heinrich, – Szőke, Béla – Nagy, András: Die Ausnutzung des Zementbe-</i> <i>triebes Beremend während des Produktionsanlaufes</i>	203
<i>Wagner, Zsófia: Die Messung der Dilatation silikatischer Materialien auf niedriger</i> <i>Temperatur</i>	209
<i>Kotsis, Levente – Szolcsányi, Pál – Kutics, Károly – Argyelán, János – Hanák, László:</i> <i>Anwendbarkeit heimischer natürlichen Zeolite für die Abbindung von Lösungs-</i> <i>mitteldämpfe</i>	214
<i>Frau Fodor, Szörényi, Márta: Bestimmung des Gehaltes an Antimon (III)-Oxid in</i> <i>Gläser</i>	219
<i>Pritz, Tamás – Zakar, Pál: Dynamische viskoelastische Charakterisierung der Gemische</i> <i>von Bitumen-Kalksteinmehl</i>	221

CONTENTS

<i>Badinszky, Péter – Bernáth, Zoltán: Complex Prospecting for Raw Materials of the</i> <i>Ceramics Industries</i>	193
<i>Christoph, Heinrich – Szőke, Béla – Nagy, András: The Capacity Utilisation of the</i> <i>Beremend Cement Works During the Running-Up Period</i>	203
<i>Wagner, Zsófia: Measurement of Low-Temperature Dilatation of Building Materials</i>	209
<i>Kotsis, Levente – Szolcsányi, Pál – Kutics, Károly – Argyelán, János – Hanák, László:</i> <i>Application of Hungarian Zeolites for the Adsorption of Solvent Vapours</i>	214
<i>Szörényi, Márta (Mrs. Fodor): Determination of Antimony (III) Oxide Contents of</i> <i>Glasses</i>	219
<i>Pritz, Tamás – Zakar, Pál: Dynamic Viscoelastic Characterisation of Asphalt – Limes-</i> <i>tone Flour Mixtures</i>	221

Komplex szilikátipari ásványi nyersanyagkutatások a bükkaljai körzetben

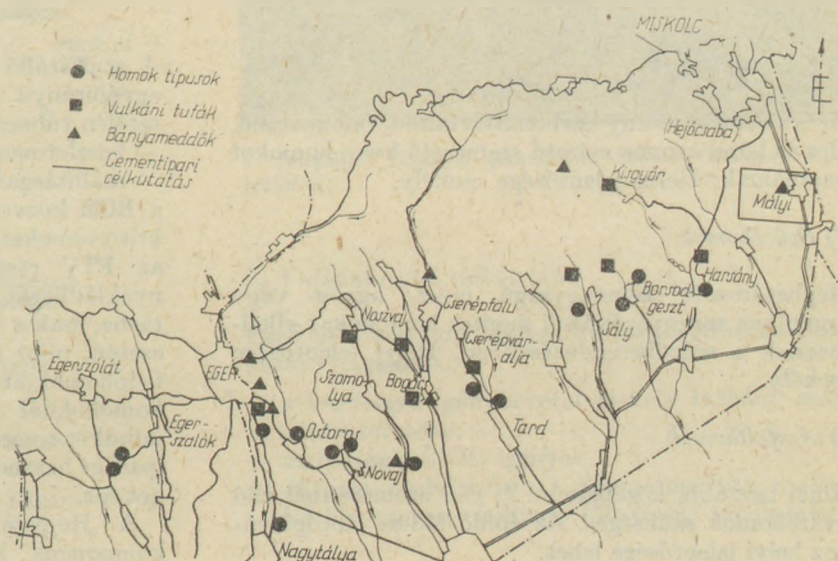
BADINSZKY PÉTER – BERNÁTH ZOLTÁN

Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest

I. Bevezető

Az ásványi nyersanyagvagyonunk hatékony hasznosítását előíró minisztertanácsi határozat ismételtén ráirányította a figyelmet az építő- és építőanyagipari ásványvagyon komplex, több iparág igényéhez igazodó hasznosítási lehetőségének felderítésére. Az ilyen irányú kutatások szervesen illeszkednek az ország természeti erőforrásainak átfogó tudományos vizsgálatára a Magyar Tudományos Akadémia koordinálásával beindított nagyszabású kutatási programba. Más szempontból vizsgálva a hatékony hasznosítás nem nélkülözheti az ipari melléktermékek, bányameddők és hulladékanyagok potenciális felhasználási lehetőségeinek tisztázását és természetesen az igénybevétel más erőforrástípusok (pl. termőföld, víz stb.) minimális károsításával történő megoldását sem.

Az ásványvagyon hatékony hasznosításának jelenleg a legjellemzőbb kutatási területét képezi a Bükkalja körzete, ahol a lignitkutatással párhuzamosan olyan, nagyszabású építőanyagkutatási tevékenység folyik, amelynek csupán egyik részfeladata is az Építőanyag 1983/8. számában önálló szacikként került közreadásra. A továbbiakban részben ehhez csatlakozóan ismertetjük azt a nagyszabású komplex kutatási munkát, amely a Központi Földtani Hivatal (KFH) és az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium (ÉVM) főhatósági irányításával, a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV) fővállalkozásában, a Szilikátipari Központi Kutató- és Tervező Intézet (SZIKKTI) jelentős mértékű közreműködésével folyik. A vizsgált körzet többcélú felmérését az 1. ábra érzékelteti.



1. ábra. A bükkaljai körzet jelentősebb kutatásainak áttekintése

II. A Bükkalja építő- és építőanyagipari primer ásványvagyónak feltárása

1. Pannóniai homokösszetétel komplex szilikátipari elő-kutatása

Elsődlegesen a komplex építésügyi hasznosítást szolgáló homok legkedvezőbb földtani, bányászati és gazdasági adottságú részeinek kijelölése feladat. Ennek keretében az újabb homokterületek felderítése és a régiék pontosítása is célunk. A homokösszetétel az FTV és a SZIKKTI fővállalkozásában folyó kutatások eddigi eredményei alapján a következő felhasználási területeken vehető számításba:

a) Üveghomok

Csak középszemű vagy finomhomok alkalmas üvegyártásra (max. szemnagyság 0,5, ill. 0,2 mm). Előnyös a magas Na_2O tartalom, ami általában földpát formájában jelentkezik természetes előfordulásban.

A Fe-tartalom a szintelen üvegeknél max. 0,1%, de a színes üvegek előállításánál sem előnyös, ha több mint 2%. Az egyéb szennyezők is csak nagyon kis mértékben lehetnek jelen.

Mivel hazánkban természetes eredetű üveghomok nem található, így a bányákból kitermelt nyersanyagot csaknem minden esetben tisztítani és osztályozni kell. Legkedvezőbbnek az egerszalóki és az egerszóláti körzetek mutatkoztak, főként a színes üvegek gyártásához.

b) Öntődei homok

Az öntődei homokra meghatározott szabványok kevésbé szigorúak, mint az üveghomokra, ezért a hazai „nemeshomok” előfordulások nagy részét erre használják.

Legfontosabb szempontok a szemcseösszetétel, izsaptartalom, CaCO_3 és SiO_2 tartalom, valamint a tűzállóság. Kutatásunkkal párhuzamosan a novaji homokbánya anyagát öntődei célokra már hasznosították.

c) Csiszoló homok

Erre a célra alacsony karbonáttartalmú, finomszemű, éles és közel azonos méretű szemcsésű kvarchomokot használnak. Helyi jelentősége csekély.

d) Szűrőhomok

Meghatározott szemnagyságú, mész-, agyag- vagy organikus szennyeződéstől mentes homokokat alkalmaznak a szűrőberendezésekben. Helyi jelentősége csekély.

e) Aszfalthomok

Minél tisztább, középszemű és éles szemcsékből álló kvarchomok szükséges. Az épülő M3-as autópályához helyi jelentősége lehet.

f) Tűzálló homok

Olyan kvarchomok, amely szilikátégla gyártáshoz alkalmas. Megkívánt kémiai paraméterei:

SiO_2 min.	97%
Al_2O_3 max.	1%
Fe_2O_3 max.	1%
$\text{CaO} + \text{MgO}$ max.	1%

Ha ez a homok még 8–15% tűzálló agyagot is tartalmaz, akkor a kerámiaiparban, vagy kemencék bélelésére használják. A körzetben tűzálló homok felderítésének valószínűsége az eddigi eredmények szerint csekély.

g) Tömítő homok

Műtrágyához ballaszt anyagnak adott finomszemű, tiszta kvarchomok. Helyi jelentősége csekély.

h) Szóróhomok

Éles szemcsésű, közép- és finomszemű kvarchomok, amelyet mozdonyok és villamosok kereke alá szórnak a megcsúszás kivédésére. Helyi jelentősége csekély.

i) Homok, mészhomok téglagyártáshoz

Különféle (max. 5 mm) szemnagyságú, lehetőleg éles szemcsésű kvarchomok, kevés agyagcsillám tartalommal. Különösen az agyagban szegény körzetekben (pl. a Duna-Tisza közén) van durvakerámiaipari jelentősége.

j) Cementipari homok

A Cement- és Mészművek (CEMÜ) által megkívánt kondíciók:

SiO_2	72–85	%	átl. 75%
MgO max.	2,5	%	
$\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O}$ max.	3,5	%	
Cl^- max.	0,02	%	
$\text{SM} = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} \text{ max. } 3,8\%$			
$\text{AM} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 1,5–2,6\%$			

A szulfátálló cementek gyártásához meghatározott egyébírányú művelelőssági feltételek a kémiai összetételén túlmenően

— készletmennyiségi (min. 5 millió tonna) és
— szállításgazdaságossági (elsősorban a HCM, ill. a BCM közvetlen környezete vehető számításba) kritériumokat is megszabnak. Ennek értelmében pl. az FTV részéről megvizsgált, kedvező minőségű nyékládházai homokkészletek sem vehetők számításba, csak a közelebbi kutatások negatív eredménye esetén, mint alternatívák. Hasonló a helyzet Mályi fedőhomokjánál és az attól Ny-ra levő bükkaljai homokoknál is. A bükkaljai homokkészletek tehát mindkét cementgyártól viszonylag távol esnek és így iparági hasznosításukra is csak végső esetben kerülhet sor.

A Hejőcsaba környéki cementipari „szilikát-komponens” kutatásokra később még visszatérünk.

k) Építési homok

Különböző habarcsok alapanyaga, különböző tulajdonságokkal. Általános szempontok: vegyes szem-szerkezet, meghatározott agyag- és iszaptartalom (3–8% között), nem lehet benne bomló ásványi anyag és szerves szennyeződés. A bükkaljai homoktípusok túlnyomó részét jelenleg építési célokra vesszük igénybe.

l) Könnyűbeton adalékanyag

Jól osztályozott homokból használnak fel ilyen célra. Az anyagnak 90% SiO_2 tartalommal, 0,3–1,0 mm szemnagysággal, 2500 cm^2/g fajlagos felülettel kell rendelkeznie. A pernyeadalékos gázbeton gyártástechnológiák fokozódó elterjedése a közeljövőben nem teszi valószínűvé a bükkaljai homokok ilyen irányú igénybevételét.

m) Űtéptési homok

A szükséges minőséget több szabvány írja elő. Az épülő M3-as autópályához helyi jelentősége lehet.

A felkutatott nyersanyagokat a felsorolt felhasználási módok valamelyikébe (esetleg többbe) természetesen igyekszünk beilleszteni.

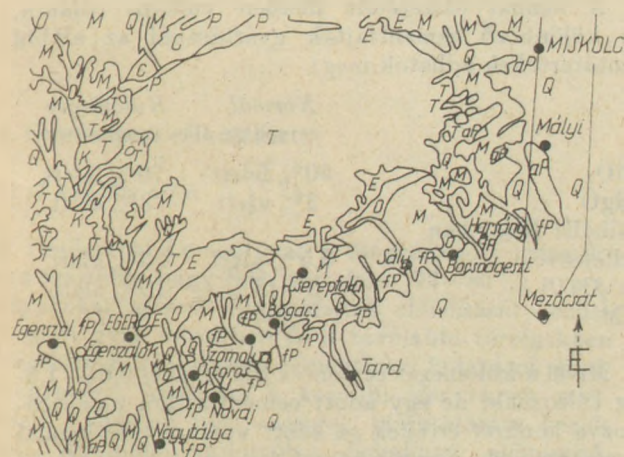
A 2. ábrán feltüntetett pannóniai homokterületen a kutatás első lépcsőjében a megelőző kutatási és vizsgálati adatok kiértékelését végeztük el. Ezek alapján körvonalazhattuk a nyersanyag már ismertett alapvető felhasználási területeit, majd célirányosan megkezdhetjük a terepi kutatást. A földtani alapadatokat szolgáltató térképek alapjaiban

megfelelőnek bizonyultak, ezeket azonban még nagyobb léptékben pontosítanunk kellett.

A földtani-technológiai vizsgálatokra alkalmasnak ítélt feltárásokból a vizsgálati céloknak megfelelően átlagmintákat vételeztünk, részben a technológus szakemberekkel közösen. A minősítés igényei alapján 2×10 –12 kg minta vételére került sor, amelynek egyik felét a SZIKKTI Üvegosztályán vizsgálták meg, a másik felét pedig kontrollként őrzik meg a minősítők a jelentés KFH által történő jóváhagyásáig.

A helyszíneken szitálásos tájékoztató elővizsgálat után választottuk ki a legkedvezőbb minőségű anyagokat, s ezekből átlagmintákat vettünk részmintázással.

1984-ben a szilikátipari felhasználás szempontjából a legalkalmasabb területek kijelölése után ezen körzetek ásványvagyonának felmérése a fő cél. A fúrásos és egyéb kutatások mintáinak folyamatos ellenőrzése néhány laboratóriumi vizsgálati paraméter alapján történik (kémiai és RTG analízis, szemcsefrakció meghatározása stb.). 1985-től tervezzük a felkutatott területek átlagos homokmintáinak részletesebb megismerését. A minősítésnél itt már teljeskörű laboratóriumi olvadékvizsgálat készítése is szükséges, majd a konkrét technológiai folyamatba való beilleszthetőségének felmérése után üzemi kísérlettel fejeződik be a SZIKKTI munkája. A kapott eredmények kiértékelése után összeállítjuk a kutatott területek nyersanyagra vonatkozó felderítő fázisú földtani jelentését és végső megkutatásának tervét. A Bükkalja egyik legjelentősebb homokterületének bányafeltárását az 1. fénykép szemlélteti.



[Q] Kvarter

[TP] Felső pannon homok, homokkő, agyag barnakörzén telepekkel

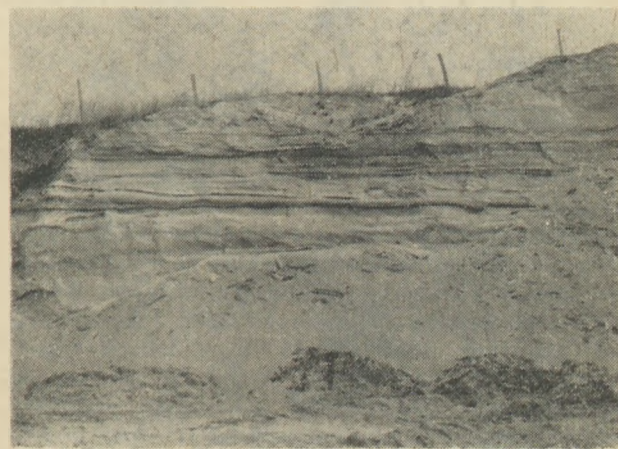
[AP] Alsó pannon homok, agyag, kavics

[M] Miocén [Q] Oligacén [E] Eocén [K] Kréta

[T] Triász [P] Perm [C] Karbon

— Földtakarékos kavicsbányászatra részletesen megvizsgált körzet

2. ábra. A bükkaljai pannon homokok és földtani környezetük



1. fénykép. Tipikus pannóniai homok feltárása Egerszalónál

2) Vulkáni tufák előkutatása

Ezen nyersanyagok széleskörű hasznosíthatóságának hazai vizsgálatát,

- a lehetséges igénybevétel csekély (néhány százalékos) mértéke,
- az iparági (ÉVM) igények,
- és nem utolsósorban a Szovjetunióban a témakörben szerzett kedvező főhatósági tapasztalatok

alapján tűzte napirendre az ÉVM-mel egyetértésben a KFH. Egyik legjelentősebb tufaterületünk éppen a Bükkalján található, ezért az itteni kutatásokat is célszerűnek tartjuk röviden ismertetni.

A KFH kutatási programjában a vulkáni tufák komplex vizsgálata 1980 óta szerepel. Először egy globális felmérést végeztünk a tufák elterjedésére, genetikájára, hasznosíthatóságára. 1981-ben a „Vulkáni tufák komplex vizsgálata” és 1982-ben a „Vulkáni tufák felderítésére” c. kutatások keretében 10—10 előfordulás földtani, gazdaságföldtani, finonkerámiai vizsgálatát és értékelését végeztük el. A most is folyó kutatás a fenti témák szerves folytatása, további előfordulások és felhasználási területek bevonásával a fűrészes kutatás előkészítése érdekében. A Bükk-hegység körzetében előkészítő kutatási szinten eddig a novaji, noszvaji, bogácsi, tardi, cserépváraljai, kisgyőri, hejőcsabai, egercsehi, demjéni, tarnaszentmárjai és egri területekkel foglalkoztunk, a következőkre orientáltan:

a) Finomkerámiaipar

Az iparág eddig elsősorban a tufák bomlástermékeit — agyagásványok — használta. Az új vizsgálati eredményeink (FTV, SZIKKTI) birtokában a figyelem azonban az alig bontott tufák felé fordult. Felhasználásuk burkolólap gyártásnál bázis-, ill. adalékanyagként, valamint a máz készítésénél lehet jelentős. A várható mennyiségi igény évi pár ezer tonna lenne.

A minőségi kondíciók:

SiO ₂		75—78%
Fe ₂ O ₃	max.	2,5%
K ₂ O + Na ₂ O	min.	7,0%

b) Kőbányaipar

A vulkáni tufák építészeti kőként (tömbkő, lábazati kő), valamint falazóanyagként történő felhasználása hazánkban a lehetőségekhez képest még szintén nem megfelelő. Mivel a blokkelemek előállítása nem túl energiaigényes folyamat és a tufaelőfordulások nagy része a durvakerámiai termékekkel kevésbé ellátott területekre esik, ezért helyi alkalmazásuk pl. a Bükk-alján is esetenként meghatározó lehet. Jelenleg csak két bányában állítanak elő falazóblokkot (Eger, Noszvaj), de további igény merült fel egyrészt az Eger-Tihaméri bányakészlet kimerülése, másrészt pedig a magánérs lakásépítések felfutásának következtében.

c) Diszítőkőipar

A vulkáni tufák némelyik fajtájának esztétikai megjelenése igen kedvező, ezért felhasználásuk nagyobb volumenben is kívánatos lenne az évi pár száz tonnás nagyságrend felett, ami szinte kizárólag a műemléki építmények rekonstrukciójára szorítkozik. Az iparág előzetes kondíciókat nem adott meg, így elsősorban a kőzet szöveti-szerkezetét megjelenését, esztétikáját, kőipari minősítését vághatóságát és fényességi mutatóját határozzuk meg a SZIKKTI-vel közösen. A vághatóság megállapítására itt is a vágókorong

teljesítményfelvétele (kW) alapján adódó mérőszám ad tájékoztatást. A sokirányú felhasználásból eredően kívánatosak még a következő tulajdonságok:

- 5 MPa-t meghaladó légszáraz nyomószilárdság,
- a kőzetanyag 2,0 alatti térfogatsúlya.

A várható felhasználás kedvező eredmények esetén a hulladékanyagok figyelembevételével 100 ezer tonna nagyságrendben prognosztizálható.

d) Durvakerámiaipar

A Tégl- és Cserépipari Tröszt Központi Minőségvizsgáló Laboratóriuma alkalmasnak találta a riolit-tufát agyagsoványító anyagnak. Az e célra felhasználható tufák speciális kondíciói a következők:

- 0,5—1,0 mm-es frakció megkívánt részaránya min. 80% (az őrléssel is elérhető),
- mészmentesség.

A várható mennyiségi igény gyáranként évi 10—40 ezer tonna között mozoghat.

e) Cement- és mészipar

Az iparág a tufák cementipari alkalmasságának kérdésében a következőket közölte:

- a vulkáni tufákat a cementiparban alap- és adalékanyagként látjuk hasznosíthatónak,
- alapanyagként — mint szilikáthordozó kőzetet — a szilikátkomponensekkel szemben támasztott követelményrendszerben közölt feltételek mellett, részben normálcement, részben különleges cement gyártására lehetne felhasználni,
- adalékanyagként a vízepítési cementben jöhet szóba, amennyiben ilyen cementre az országban igény merül fel. Itt kémiai összetételre jelenleg nincs meghatározott követelményrendszer.

A kémiai összetételt illetően vulkáni tufákra, a különböző cementfajták gyártásánál az alábbi határértékek adhatók meg:

	Normál cementre	Különleges cementre
SiO ₂	50% felett	70% felett
MgO	3% alatt	3% alatt
Alkália Na ₂ O-ban kifejezve	3,5% alatt	3,5% alatt
Al ₂ O ₃	5—15%	10% alatt
SM	3,8—4	7

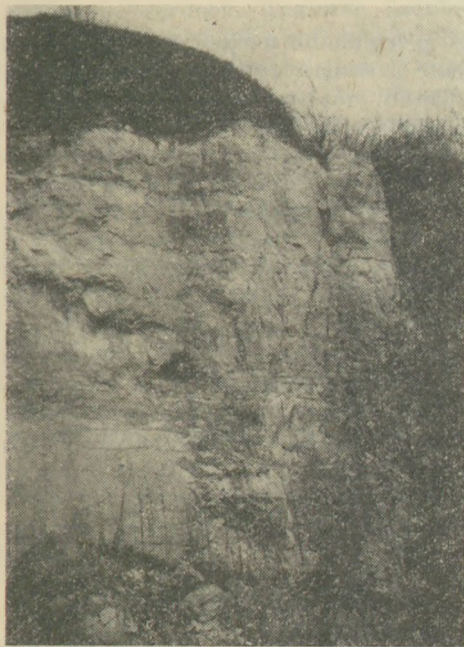
Mivel a különleges cementek SM értékei 0,64—1,3-ig változnak, de egy adott cementfajtára meghatározva konkrét értékek az adott vulkáni tufa kémiai összetevőinek viszonysszámai ismeretében dönthető csak el, hogy abból milyen fajta cement, ill. cementek állíthatók elő.

További igényként jelentkezett az elmúlt évben a ferihegyi új repülőtér kifutópályájához 45 K utc. jelű különleges és szulfátálló S—54 és S—100 jelű cementgyártáshoz a szilikátkomponens biztosítása. A CEMÜ a hejőcsabai gyárat jelölte ki e termékek előállítására. A szilikátkomponens min. 72% SiO₂ biztosítására számításba vehetők a közvetlen környéken elhelyezkedő riolit-tufa összlet is, amelyről a következőkben lesz még szó.

f) Egyéb felhasználási lehetőségek

A vulkáni tufák felmérése és vizsgálata során a minták egy része zeolittartalmúnak bizonyult. Ezért a munka jelenlegi szakaszában begyűjtött mintákat is tervezzük ilyen szempontból megvizsgálni.

A tufák vizsgálata keretében folyó előkutatás súlyponti körzeteit az 1. ábra szemlélteti, egy típusos tufabányát pedig a 2. fényképen mutatunk be.



2. fénykép. Bogácsi riolittufa feltárás

3. Cementipari célkutatás

a) A kutatás célja

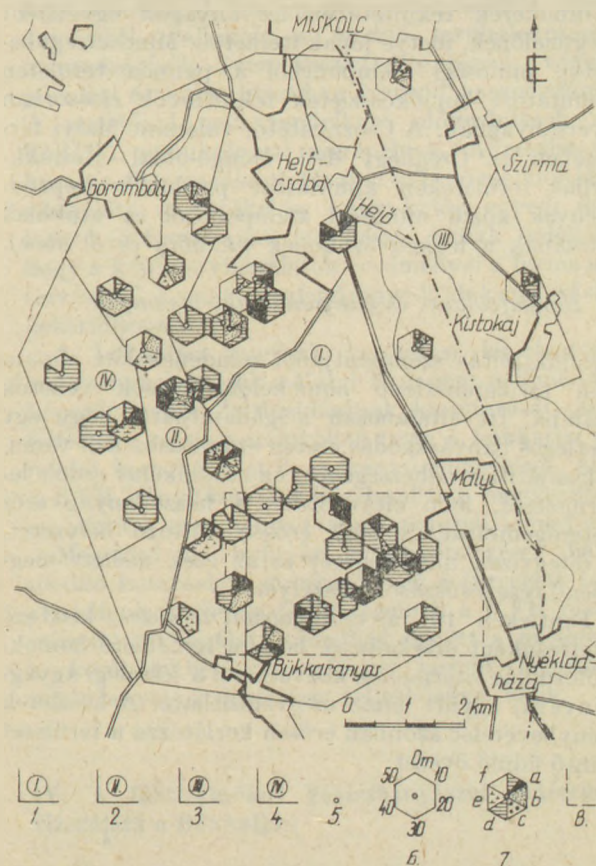
A Hejőcsabai Cementgyár a megváltozott igényekhez igazodva nagy SiO_2 tartalmú (72–85%) nyersanyagokat igénylő cementfajták előállítását kezdte meg. A gyár közelében és a távolabbi térségekben megelőzően lefolytatott cementipari kutatások eredményeként, kizárólag a korábbi igényeknek megfelelő minőségű nyersanyagok kimutatására került sor. Az ebből kifolyólag beindított előkészítő-felderítő I. kutatás célja tehát az volt, hogy a Gyár számára számításba vehető, a diszpozícióban megadott mennyiségű és magas SiO_2 tartalmú nyersanyagszerzési lehetőségeket áttekintse, kimutassa. Ennek keretében feladat volt a távolabbi, de legalább 15 km-es sugáron belüli homokos bányameddők, homokelőfordulások számbavétele. Ezen túl a prognosztikus területek előkészítő fázisnak megfelelő szintű fúrások feltárása, és a minden szempontból legmegfelelőbb ásványi nyersanyagelőfordulások továbbkutatásra történő kijelölése. Ezen belül kiemelten kezeltük a már ismert csosnyatetői és Mályi előfordulások területeit.

b) A kutatási terület elhelyezkedése, nagysága

A kutatás keretében, egyrészt a Hejőcsabai Cementgyár 15 km sugarú területén belül vizsgáltuk meg a nyersanyagszerzésre potenciálisan számításba vehető lelőhelyeket. Ezen túl kiterjesztettük a kutatást a gyártól D-re elhelyezkedő, mintegy 75 km²-es területre, amely magába foglal egy pannon agyag-homok, egy miocén tufa, miocén márga és egy pleisztocén folyóvízi összlet elterjedési területét (3. ábra).

c) A feltáró létesítmények és kutatási munkák ismertetése

A kutatás keretében áttekintettük a gyár tágabb térségét felölelő bányameddő katasztereket, továbbá az Ásványvagyon Készletmérleg vonatkozó információit. Begyűjtöttük és felhasználtuk a terület megelőző vizkutatásait, továbbá durvakerámiaipari és cementipari kutatási alapadatait. A fázis során 31 db 1400 fm összhosszúságú kutatófúrás mélyült. Az 50 m-t meghaladó fúrásokban karotázsméréseket



3. ábra. Cementipari célkutatás a Hejőcsabai Cement és Mészművek térségében

Jelmagyarázat: 1. Pannóniai agyag-homok- 2. miocén riolittufa- 3. pleisztocén folyóvízi összlet- 4. miocén agyag-márga előfordulások területei és számuk 5. FTV kutatófúrás 6. mélységi léptéke 7. értékelése: a $\text{SiO}_2 > 72\%$ tartalmú homok- b. homok- c. kavics- d. iszap-agyag- e. tufa réteg f. a fúrás talpa 8. Mályi község környezete (4. ábra)

végeztünk. A fúrásokból kikerült mintaanyagon a cementipari céljellegnek megfelelően mindenre kiterjedő komplex anyagvizsgálat történt.

d) A feltárás eredményei

A nagy térségi vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy az igényelt nyersanyag, a jelen ismeretességi szinten a távolabbi környezetből sem biztosítható. Az ennek eredményeként szükségessé váló fúrások előkészítő fázisú kutatás, azonban kimutatott haszonanyagnak tekinthető előfordulásokat. A lencsékben megjelenő és korábban produktívnak ítélt homok és tufa képződményeken belül kimutathatók voltak 72% SiO₂ % tartalmú, közel megfelelő bányászati adottságú (15,0 m-nél kisebb fedővel takart, legalább 3,0 m vastagságú 1-nél nagyobb letakarítási hányadosú) összlet sorozatok.

Az anyagok minősége azonban többségében még piritpörk korrekció esetében sem elégíti ki minden műveleti követelményt. A SiO₂ 72,0% mellett leválasztott pannon nyersanyagelőfordulásokon a Cl⁻ magasabb az előírtnál, ugyanakkor gyakran durvaszemű kvarc-homok tartalmú.

Ugyanez a miocén területen túlságosan magas Na₂O+K₂O és Cl⁻ tartalommal jelenik meg. Egvébe paraméterek tekintetében az anyagok egyébként megfelelőnek, illetve jónak ítéltelők. Mindezt egybevetve minőségi szempontból a pannon területen kimutatott homokösszletek tekinthetők elsősorban nyersanyagoknak. A Csoznyatető, valamint Mályi térségében az Öreghegy déli, Dongó-oldal–Kakukk-nyílás területeken kimutatott produktív képződmények közül minőségi szempontból ez utóbbiak látszanak a legkedvezőbbnek (4. ábra és 5. ábra).

e) Bányaföldtani és bányaműszaki viszonyok

Produktivitás szempontjából mindenekelőtt a pannon területen levő homokelőfordulások vehetők számba. Itt általánosan megállapítható, hogy egy esetleges bányászkodás esetén számításba kell venni, a kisajátítási nehézségeket, az esetenkénti erdők letermelését, fedő eltávolítást, a haszonanyag erős heterogenitását, a fekvő erősen változó helyzetét, a rétegvizek megjelenését és az ezek mellett megjelenő rézsűcsúszások veszélyét.

Fentiekén túl a csosnyatetői területen kedvező adottságként értékelhető, hogy a remélhető homokelőfordulás letermelése közvetlenül a jelenlegi agyagbányával együtt lenne megvalósítható. A készletek igénybevételét azonban erősen korlátozza a területet érintő üdülő övezet.

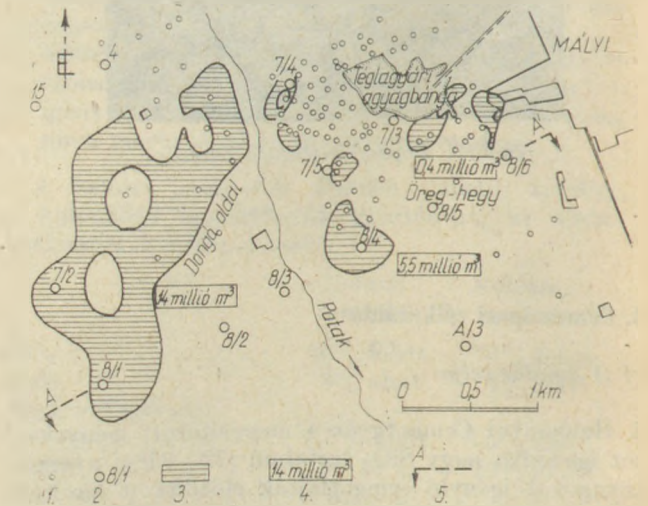
A mályi Öreghegy déli homokelőfordulások nagy része a téglagyár agyagbányájából indítható. Az anyag szállítására a 3-as főközlekedési út nyújt lehetőséget, azonban ez jelenleg korlátozott van.

A Dongó-oldal – Kakukk-nyílás területén az anyag szállítására – a tervezett M3-as autópálya nyomvonalára tekintettel – a Harsány – Hejőcsabai portalanított műút nyújt lehetőséget, melyre a jelenlegi csosnyatetői agyagbánya üzemi úttal csatlakozik.

f) Készletszámítás

Minőségileg leginkább megfelelő és mennyiségileg is elfogadható haszonanyag tömegeket kizárólag a pannon területen mutattunk ki. Ezen belül nagyobb egységeként a készletszámítás eredménye az alábbi:

	Terület ha	Készlet ezer m ³	
		Fedő	Homok
Csoznyatető	12,2	581	1 275
Mályi	317,4	48 756	39 908
Összesen:	329,6	49 337	41 183

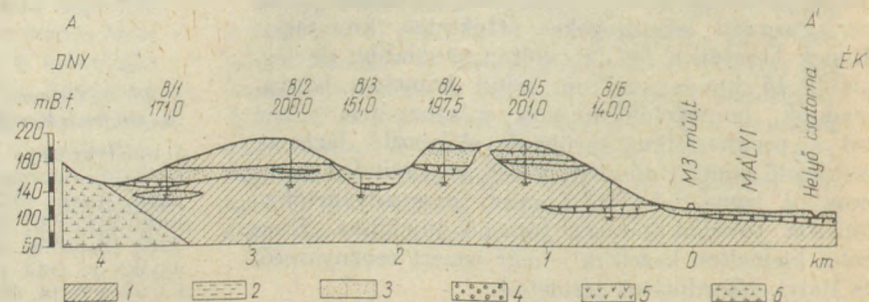


4. ábra. Mályi község környezetének fontosabb homokelőfordulásai

Jelmagyarázat: 1. TOST durvakerámiaipari- 2. FTV cementipari kutatófúrás 3. kedvező cementipari homok előfordulás 4. becsült készlete 5. tájékoztató földtani szelvény nyomvonala

5. ábra. Tájékoztató földtani szelvény Mályi község környezetében

Jelmagyarázat: 1. agyag, agyagmárga, 2. iszap 3. homok 4. kavics 5. áthalmozott tufa 6. tufa



A kimutatott földtani készleteket az előkészítő fázisnak megfelelő viszonylag nagy bizonytalanság terheli. Ugyanakkor már most látható, hogy azoknak legfeljebb csupán 1/3 része lehet a bányászat számára alkalmas.

g) Továbbkutatási javaslat, kutatási terv

A Hejőcsabai Cementgyár magas SiO_2 tartalmú nyersanyagbázisának biztosításához, a lefolytatott kutatási eredmények alapján a pannon területen négy homokelőfordulás fúrásos feltárását, vizsgálatát tartjuk célszerűnek. Tekintve azonban, hogy a potenciális nyersanyagok a műrevalósági feltételeknek gyakran nem mindenben tesznek eleget (Cl^- , SM, AM), a további kutatások beindítását megelőzően a Cement- és Mészművek vonatkozó szakvéleményét feltétlenül szükséges megkérni.

A továbbkutatásra tervezett területek a csornyatetői, valamint a mályi térségi, Öreghegy, Öreghegy dél és Dongó-oldali területek. Vizsgálatukat fúrásos feltárással és komplex speciális vizsgálatokkal kiegészített (Zr, Ti) anyagvizsgálatokkal kívánjuk lefolytatni. A csornyatetői terület lehatároló és részletes fázisú fúrásos négyszöghálóban történő megkutatását, a mályi térségi területek felderítő fázisú szelvénymenti fúrásos feltárását állítottuk be. Összességében 76 db 3750 fm, 20–60 m talpmélységű kutatófúrást tervezünk kivitelezni, mellyel mintegy 14 millió m^3 cementipari nyersanyagot remélünk feltárni. A tervezett kutatás összköltsége: 12,7 millió Ft.

III. A Bükkalja szekunder nyersanyagainak vizsgálata

Ismeretes, hogy néhány építőanyagipari ásványi nyersanyagtípusnál (pl. a nemes építőkövek) máris nagyobb a felhasználói igény, mint a termelés, míg másutt a szabatosan megkutatott nyersanyagkészletek csak néhány évtizedre elegendők (kavics). Lényegében mindkét szempont a másodlagos (szekunder) nyersanyagok fokozottabb hasznosítását sürgeti, ami a Bükkalján, ill. a Bükk hegység előterében kereken 100 objektum vizsgálatát tette szükségessé, a Borsod-Abaúj-Zemplén és a Heves megyei bányameddő kutatások keretében.

A meddőhányók felmérésének irányítását és egyben a kutatások finanszírozását 1978-tól a KFH látja el. A Nehézipari Műszaki Egyetem (NME) előfelmeréseiből kiindulva az anyagvizsgálatokra és készletfelmérésre, továbbá hasznosítási javaslatra (vagy ellenjavaslatra) kiterjedő részletesebb vizsgálatokat az FTV (ÉVM Földtani Szolgálat) végzi. A készletek felmérését Északmagyarországon kezdtük meg és 1983. évben a Bükkalja valamennyi jelentősebb meddőhányójának ezirányú kutatása befejeződött és az eredmények sokoldalú hasznosításra a KFH-nál és az érintett megyéknél rendelkezésre állnak.

A bükkaljai kutatásokkal is megerősített gyakorlati hasznosítási tapasztalatok szerint a meddőanyagok nagy tömegben elsősorban útépitési-töltés-építési, valamint talajerőgazdálkodási és rekultivációs célokra alkalmasak. A hányók nagyobb tömeg-

ben homogén részei azonban a további, kifejezetten ipari jellegű hasznosítást is lehetővé tehetik. Végül az esetek egy kis részénél a meddőanyagok mérgező komponens tartalma azok mielőbbi ártalmatlanítása mellett szól. A vázolt hasznosíthatósági főirányok vizsgálata már eddig is számos kutatóhely alvállalkozói bevonását tette szükségessé, amelyek sorából az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Közettan-Geokémiai Tanszékét, a SZIKKI-t, a Borsodi Szénbányákat, a DÉLKŐ Komlói Laboratóriumát, az ÉSZAKKŐ Tállyai Laboratóriumát és a Nógrádi Szénbányákat emeljük ki. Általános és minden jelentős meddőhányóra kiterjedő vizsgálatot az FTV végez, a szemmegoszlásra valamint az agyag- és iszaptartalomra vonatkozóan. Az eredményeket az ÉGSZI SIEMENS 4004/151. számú gépen, BS 2000 operációs rendszerben, FORTRAN forrásnyelvű program segítségével végzik és a szemmegoszlási görbéket a számítógép CALCOMP rajzolóegysége szerkeszti meg. Kiegészítő vizsgálati adatforrásként felkutatjuk a közbenső, tehát a párhuzamosan vizsgált körzetekben folyamatban levő egyéb irányú kutatásokat és azok eredményeit is beépítjük a meddőhányó kutatási jelentésbe.

Az eredmények értékelését a jó áttekinthetőség érdekében egyrészt táblázat rögzíti, amelyben lényegi tájékoztatást adnak a meddőhányók TIEDIT térképi számjeléről, középponti összendezőiről, meddőanyagáról, valamint a meddő területlekötéséről, mennyiségéről, éves készletváltozásáról, végül a jelenlegi és a továbbiakban javasolt hasznosításáról. A meddővel nem rendelkező előfordulások csak TIEDIT számkulccsal szerepelnek. A részletesebb kutatás, ill. vizsgálatok tárgyát képező meddőhányók vizsgálata és értékelése külön-külön egyedi dokumentáció formájában is elkészül annak érdekében, hogy a későbbi vizsgálatok eredményei a forma megtartásával a már meglevő egyedi dokumentációba bekerülhessen.

A bükkaljai munkák keretében legjelentősebb eredménynek ítéljük a Mályi Téglagyár fedőmeddőjét képező homok Zr dúsulásának kimutatását, amely felfedezés részben indokoltá tette a bükkaljai pannoniai homokösszetétel ilyen irányú felderítését, amely a KFH irányításával a közelmúltban megkezdődött és előzetes eredményeit az I. pontnál ismertettük.

Megelőző és indirekt mintavételezéses bányameddő kutatáshoz sorolható még a tervezett bükkaljai lignit külfejtés fedőrétegeinek a KFH részéről irányított vizsgálata, amellyel együtt a meglevő és a későbbiekben deponálásra kerülő jelentősebb meddőanyagok kutatása teljeskörűvé válik.

IV. A földtakarékos kavicsbányászat feltételeinek vizsgálata a Bükkalján

A kavics kutatásának, bányászatának és feldolgozásának kérdései szoros kölcsönhatásban vannak az ásványvagyonhoz hasonló népgazdasági értékű termőföld védelmével, de a vízbányászattal, valamint a természet- és környezetvédelmi szempontjaival is. A különböző érdekek összhangjának kialakítására, így a népgazdaság számára optimális megoldásra

alapvetően célszerű törekedni. Ezzel összefüggésben az ÉVM és a MÉM közötti felsőszintű megbeszélésen egyetértettek abban, hogy a kavicsbányászatban földtakarékos bányaművelést kell kialakítani.

Az elmúlt években újabb intézkedések történtek a termőföld védelme érdekében. A földtulajdonról és földhasználatról szóló törvényt számos rendelet és végrehajtási utasítás módosította, ill. korszerűsítette.

A termőföld mezőgazdasági művelés alóli kivonása számos jogi és gazdasági problémát vet fel. A termőföld és az ásványi nyersanyagok együttes védelme és racionális felhasználása az érdekek egyeztetését, a perspektivikus nyersanyagellátás jobb megszervezését teszi szükségessé.

A Bükkalján az állami kavicsbányászat volumenét (melynél a fajlagos termőföld igénybevétel alacsony) jelentősen meghaladja a szövetkezeti és egyéb (magas fajlagos termőföld igénybevételű) érdekelt-ségű bányászat, amelyek általában nagyobb terület lefoglalással viszonylag kevesebb, és az ásvány-vagyon védelmével sem mindig egyeztetett, de első-sorban a helyi igények kielégítése szempontjából igen fontos tevékenységet folytatnak.

A vizsgálat területről számos heterogén felmérési adat és többé-kevésbé hiányosan kutatott területek adatai állnak rendelkezésre. Ezért egységes szem-pontú és tartalmi követelményű ártértékelés volt szükséges. Az értékelésnél természetesen a Bányá-törvényben foglaltakat is messzemenően figyelembe vettük.

A (körzetenkénti) földtakarékos kavicsbányászá-tot megalapozó főbb célkitűzések a következők voltak:

- Az egyes előfordulások földtani adottságainak és a bányászat technikai feltételeinek vizsgálata.
- A vizsgált körzet és kavicsellátási régiójának fel-mérése és értékelése, területi bányászati (után-ko-trási) és ellátási körzetekre javaslattevél.
- A földtakarékos kavicsbányászat további regio-nális feladatainak meghatározása idő- és költség-űtemezéssel.

A helyszíni és szakirodalmi felmérésen alapuló 1983. évi vizsgálataink során (amelyet az ÉVM által 1981-ben jóváhagyott metodikánk szerint végez-tünk) megállapítottuk, hogy a Bükkalján az általá-ban kedvező nyersanyagadottságokat kiaknázva kisebbb- és decentralizált, nagyobb- és (Sajó-Her-nád törmelékkúp) azonban centralizált kavicsbányá-szat alakult ki. Az adottságokhoz igazodóan és a már megkezdett földtakarékos kavicsbányászati tény-helyzet figyelembevételével összesen tíz konkrét területre, ill. három további körzetre tettünk javas-latot.

A már megkezdett és a továbbiakban javasolt bányató mélykotrások megvalósítása termőföld- és egyben ásványvagyontakarékosabb kavicsbányá-szatot eredményez. Ennek konkrétabb jogi szabályo-zási kérdéseiről az 1985. évi zárójelentésünkben teszünk javaslatot.

Kutatásunk során archiv adatértékelési, konkrét helyszíni mintavételi-dokumentálási, valamint anyagvizsgálati módszereket alkalmaztunk.

Felmérésünknel a bükkaljai körzetnek is volt olyan, specifikus jellege, ill. szempontrendszere, amely az elemzése-értékelésen alapuló javaslatainkat jelentős mértékben orientálta. Itt e jellemzők sorá-ban figyelembe kellett vennünk:

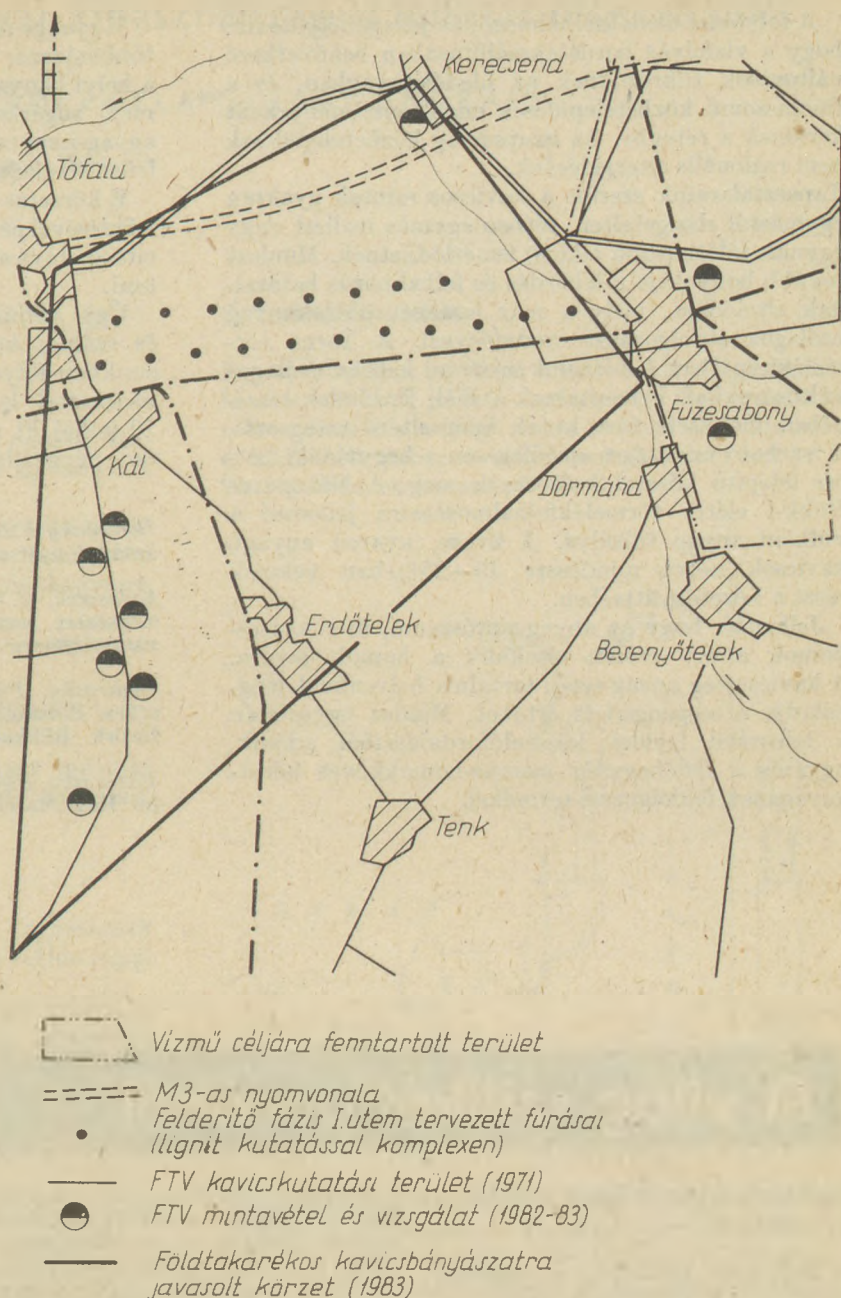
- azt a körülményt, hogy a körzet az ország kavics-termelésének jelentős hányadát szolgáltatja és innen az ország nagy részébe kavicskiszállítás történik, sőt a kavicsexport sem elhanyagolható;
- az alapvető földtani adottságokat, amelyek értel-mében a nagyüzemi bányászat zömmel a Bükk-aljára korlátozódik;
- az igényoldallal összefüggésben kialakult bányá-szati tényhelyzetet, amely centralizált formában gyakorlatilag a Bükkalján koncentrálódott;
- a földtakarékos kavicsbányászat kialakítására a körzetben már kezdeményezett gyakorlati intéz-kedéseket és
- a termőföld igénybevétele nélkül további kavics-termelésre már alkalmas formában kialakított bányatavakat, mivel azok víztükre alatt jelentős vastagságú ásványvagyont vár hasznosításra.

A körzeti kavicsipari nyersanyagperspektívákat áttekintve megállapítottuk, hogy a Bükkalján az ásványvagyontekintetében kedvező perspektívák-al rendelkezünk. Mindebből a saját felméréseink alapján a célra orientáltan leszűkített perspektívákat területenként táblázatban foglaltuk össze:

Helyi kavicsbánya megnevezése	Potenciális kavicskészlet (ezer m ³) Bányatóban minimuma Bányakörzetben (összes)	
	1.	2.
Mezőcsát		3 000
Hejőpapi MGTSz		800
Hejőpapi ÁG.		100
Hejőkeresztúr		2 000
Sajópetri		500
Muhi 029.		400
Nagyecses		2 000
Mályi Nagy-Tó		400
Kistokaj		200
Onod		400
Füzesabony körzete		500
Összesen:	10 300	29 800

Ennek alapján megállapítható, hogy a bányá-tavakban „elfekvő” kavicskészletek mélykotrása útján a Bükkalján a helyi kavics-termelők közép-üzemi szintű kavicsbányászati volumenének (kerekén 1 millió m³/év) egy évtizeden át történő szinten tar-tása biztosítható (lásd 2. és 6. ábra).

6. ábra. Füzesabonyi kavicssterület



A vázoltakhoz igazodóan javaslataink három esetben területi (körzeti) jellegűek voltak, amelyek részben kisebb területegységek helyi ellátásának megjavítását szolgálják, másrészt regionális szerephez is juthatnak. További tíz esetben (tartalékterületekkel) pedig olyan javaslatokat tettünk, amelyek „pontoszerűen” a meglevő hányatavak mélykotrását célozzák elsősorban. Közülük ezúttal az egyik (6. ábra) legjelentősebbnek tartott füzesabonyi területet ismertetjük részletesebben.

A terület keleti részének kavicsos felhalmozódásait a Laskó és Eger patak hozta létre. A két vízfolyás a Bükk-hegység nyugati előterében vágta be magát a fedőhegységi képződményekbe. Vízfűjtő területeik lényegesen kisebbek mint a Tarnáé.

Mint már említettük, az 1971-ben Füzesabony térségében lefolytatott FTV kavicskutatói munka tekinthető a javaslat előzményének. Figyelembe véve

azonban, hogy az akkor kavicskutatói terület (sőt annál lényegesen nagyobb terület is) időközben vízű céljaira került lekötésre, a kavicskutatói kizsorszultunk a területről. Ezért a térség kavicsigényének beszerzéséhez újabb kavicselőfordulások számbavétele szükséges. Ennek megfelelően a füzesabonyi terület nyugati folytatásában, a vasút északi oldalán jelöltük ki az újabb területet, mely a felderítő fázisú kutatás első ütemében kerülne feltárássra. A terület déli határa a vasútvonal, melytől az első fúrás sor 500 m távolságra kerül leemélyítésre. Az északi határ a vasúttal teljesen párhuzamosan 2 km távolságban halad. A feltárási terület keleti határa a Laskó patak, míg a nyugati határ a Kápolnát és Kált összekötő út adja. Az itteni törmelékű területen felhalmozott törmelékes rétegösszlet vastagsága — irodalmi és fúrás adatok szerint is — 400 m. A kavicskutató fúrások eddig sehol sem harántolták.

A folyóvízi üledékfelhalmozódás jellegéből adódik, hogy a vízfolyás hordalékszállításában bekövetkező változások tükröződnek az üledékanyagban, és a finomszemű közbetelepülések ennek eredményeként kerülnék a rétegbe. Az iszapanyag közbetelepülések nem regionális elterjedésűek.

Tapasztalataink szerint a kavicsos szintek gyakran egymástól elszigetelten, térben egymás mellett vagy egymás fölött (több ciklus) ismétlődhetnek. Mindezt tovább bonyolítja a lehordás és felhalmozás határainak eltolódása, mely a már lerakott üledékanyag utólagos átdolgozását eredményezi. A Tarna törmelékkúpjában feltétlenül számolni kell az utólagos változásokkal. Erre utalnak a Kál, Erdőtelek térségében mélyített fúrt kutak igen eltérő rétegsorai. A várható minőséget elsődlegesen a hegyvidéki háttér felépítő kőzetei határozzák meg. A Mátra-i és Bükk-i előtér törmelékfelhalmozásaira jellemző a vulkáni anyag túlsúlya. A kvarc, kvarcit anyagú kavicsok néhol mindössze 15–25%-ban vesznek részt a kőzetgyűttesben.

Jellemző, hogy az anyag aprószemű, és a kavics-homok arány erősen eltolódik a homok javára. A kavicsréteg agyag-iszap tartalma helyenként meghaladja a megengedett értéket. Mindez úgyszintén a lehordási terület kőzetelőfordulásaiából adódik, ugyanis a fedőhegység márgás-homokkőves kőzetanyagának feldolgozási termékei.

Egyenge minőségű kavicsanyagból is hosszabb ideje több száz ezer m³/év össztermelést tudnak produkálni a helyi bányai üzemek. Amennyiben a kísérletileg üzemelő sugárkotró berendezéssel (Onga) a hatékony agyag-iszaptalanítás megoldható, úgy gyökeresen át lehet értékelni a kavicsipari földtani perspektívákat.

E körzetet önmagában is, másrészt a lignitkészletek lefedésével párhuzamosan is több száz ezer m³/év kapacitású kavicsipari termelőbázissá javasoljuk fejleszteni.

Úgy véljük, hogy a KFH–ÉVM irányításával és számos közreműködő bevonásával fővállalkozásunkban folyó kutatásainkról adott szerény keresztmetszettel is sikerült érzékeltetniünk a bükkaljai 10 millió Ft nagyságrendű komplex vizsgálati program népgazdasági jelentőségét.

Badinszky Péter – Bernáth Zoltán: Komplex szilikátipari ásványi nyersanyagkutatások a bükkaljai körzetben

Бадинский, П. – Бернат, З.: Комплексные исследования сырьевых минеральных материалов силикатной промышленности в бюккайском районе

Badinszky, Péter – Bernáth, Zoltán: Komplex mineralischen Rohstoff-Forschungen für die Silikatindustrie im Bezirk Bükkalja

Badinszky, Péter – Bernáth, Zoltán: Complex Prospecting for Raw Materials of the Ceramics Industries

A világ szilikátiparából

Szabadalmi pert indított a Pilkington Brothers

A Pilkington Brothers cég keresetet nyújtott be a Guardian Industries of the USA cég ellen az úsztatottüveg gyártási szabadalom bitorlása miatt. Az amerikai cég megvásárolta az úsztatottüveg gyártási licencét USA-beli vállalatai számára, de nem hajlandó fizetni a Luxgard, luxemburgi üvegyárban folyó termelésért, mert véleményük szerint ott az elmúlt tíz év alatt saját erőből fejlesztették ki a gyártási eljárást és a Pilkington szabadalmnak, amelyeket felhasználtak, időközben elvesztették védeltségüket. A Luxgard 70%-ban a Guardian Industries tulajdona.

(Industrial Minerals, 1984. 1.)

A Kínai Népköztársaság cement-termelése

1982-ben Kína 52 nagy- és közép-üzeme, továbbá 4000 kisüzeme 95 Mt cementet termelt. Az építkezések

nagymértékű fokozása miatt megnőtt kereslet kielégítésére két új nagyüzem építését kezdték el. A Tangshan-i Jidong cementgyár 1983. végén indult, tervezett kapacitása 1,55 Mt/év. A gyár szabályozása számítógépekkel történik. A Ningguo cementgyár tervezett kapacitása ugyancsak 1,5 Mt/év. Ennek az alapozási munkáit 1983-ban kezdték el.

(Industrial Minerals, 1984. 1.)

Cementgyár bővítése Vietnámban

A vietnami Bin Son cementgyárban (Thanh Hoa mellett) üzembehelyezték a második forgókemencét. Az ikerkemencés cementművet szovjet segítséggel létesítették. A gyár tervezett termelési kapacitása 1,2 Mt/év.

(Industrial Minerals, 1984. 1.)

Új korund-cirkon kerámia

A Hitachi Metals Ltd új típusú alumíniumoxid-cirkondioxid alapú kerámiával jelent meg a piacon. Az új termék kopásállósága és hajlítási-lágyasága több mint kétszerese az alumíniumoxid termékek azonos tulajdonságainak. A 10–20% cirkoniumot tartalmazó keveréket zsugorodási hőmérsékleten égetik.

(Industrial Minerals, 1984. 1.)

Növekvő dél-koreai cementigények

Rövidesen befejezik a Kangwon-do-i Okke cementgyár építését. A Hall Cement Co birtokában levő üzem építése 1979-ben kezdődött. A növekvő igény miatt az egy évre megszakított építkezést most sürgősen befejezik. Az országban jelenleg két cementmű összesen 25 Mt/év kapacitást képvisel és a kapacitás kihasználás közel 90%. Az új gyár építésére eddig 47 millió USD-t fordítottak, a befejezéshez további 40 millió USD szükséges.

(Industrial Minerals, 1984. 1.)

A Beremendi Cementgyár kihasználtsága a felfutás időszakában

CHRISTOPH HEINRICH* — SZŐKE BÉLA** — NAGY ANDRÁS**

*Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar

**Pollack Mihály Műszaki Főiskola, Pécs

1. Bevezetés

A cementgyár létesítése

1965-ben az iparilag fejlett országok cement termelésétől hazánk az egy főre eső 280 kg cement-termeléssel messze elmaradt.

Ezért 1965-ben határozat született egy, évi 1 millió tonna kapacitású gyár létesítésére. A beruházási javaslat elkészültével 1968-ban került jóváhagyásra a beruházás megkezdése.

Technológiai és gazdasági szempontból a legfontosabb célkitűzések voltak:

- energiatakarékos, korszerű, szárazeljárású technológia,
- megbízható, nagyteljesítményű, magas műszaki színvonalú, termelékeny technológiai egységek,
- magasfokú automatizálás,
- alacsony tőkés devizafelhasználás,
- rövid megvalósítási idő.

A célkitűzések sokrétűsége, néha egymásnak ellentmondó követelmények a homogén technológiai láncok létrehozását nehezítették.

A technológiai fő egységeket szállító KHD és CPAG (NSZK), a PREROV-i Gépgyár (CSZSZK) és a ZAB (NDK) cégeken kívül számos egyéb külföldi (NSZK, Ausztria, USA, SZU, CSZSZK, Hollandia, NDK) ill. belföldi cég (Aprítógépgyár, GANZ-MÁVAG, Április 4. Gépgyár, Metripont stb.) vett részt a gépi berendezések szállításában.

Az 1968. évi kezdéstől — a párhuzamos tervezés lehetőségét is kihasználva — az 1972. évi próbaüzem beindulásáig a beruházás gyakorlatilag 4,5 év alatt készült el, ami a magyarországi gyakorlatot tekintve jónak mondható.

Az elemzés szempontjából a gyár legfontosabb technológiai területei:

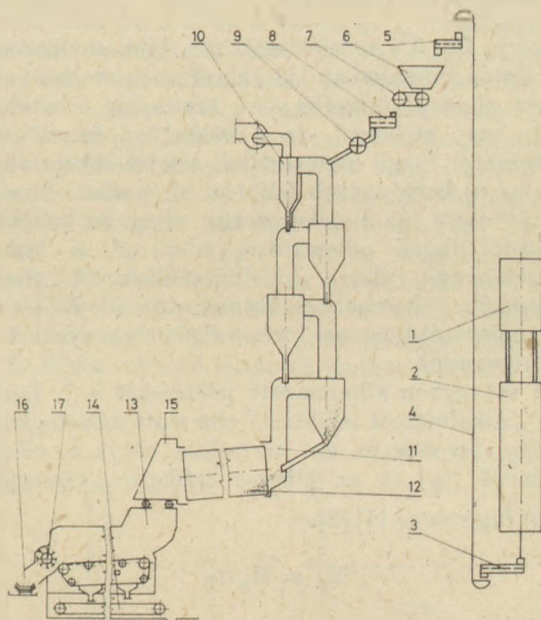
- a bánya
- nyersvonal (szállítás, tárolás, aprítás, őrlés, szárítás, homogenizálás),
- cementklinker előállítás (égetés, hűtés, aprítás, klinkerszállítás),
- a cementvonal (szállítás, tárolás, aprítás, őrlés).

Az üzemeltetést tekintve a területek jól elhatárolható, gyakorlatilag csaknem független blokkot képeznek.

Elemzésünket a technológiai folyamat egyik legenergiaigényesebb, a termelés szempontjából meghatározó területen, a klinkerégetésnél végeztük, figyelembe véve a meghibásodásokból adódó és a tervezett állásidőket, valamint azokat. Az üzemanalízis eredményéből következtetéseket vontunk le a forgókemence működésére a felfutási időszak alatt.

2. Technológia-leírás

Egy technológiai rendszer értékelésénél a legszűkebb keresztmetszetet jelentő berendezést, ill. berendezéseket célszerű vizsgálni. Jelen esetben ez a klinkerégető forgókemence, és a folyamatos üzemét biztosító kiszolgáló berendezések (1. ábra).



1. ábra. A kemencevonal technológiai sémája

A klinkergyártás alapjául szolgáló megfelelően beállított és homogenizált nyersliszt tárolása a homogenizáló silók (1) alatti tárolókban (2) történik. A tároló silók ürítő-adagoló berendezéséhez csatlakozó aerációs csatornák (3) a lisztet a kemencék adagoló tartályát (6) töltő elevátorba (4) szállítják. Az elevátorok és a kemencék adagolótartálya között egy rövid aerációs csatorna (5) adja át a lisztet. A klinkerégetéshez felhasznált kemenceliszttel adagoló Schenk szalagmérlegek (7) mérik ki a puffertartályból (6). A mérlegek után aerációs csatornák (8) szállítják a kívánt mennyiségű lisztet a hőcserélő ciklonokhoz szerelt cellás adagolókra (9). Az adagoló szalagmérlegek üzemkiesése (pl: javítás) esetén a lisztadagolás a puffertartály és a mérlegt utáni aerációs csatornát összekötő, úgynevezett megkerülő vezetéken át történik. A hőcserélő ciklonok (10) első fokozatába juttatott kemencelisztt végighalad valamennyi fokozaton, közben fokozatosan felmelegszik, majd dehidratálódik és dekarbonizálódik. A hőátadás négy hőcserélő ciklonban, végig ellenáramban történik. A ciklonok IV. fokozata után a nyersanyag a beömlőkamrán (11) keresztül a forgókemencébe (12)

ömlik, ahol a hőcserélőben előmelegített kemence-liszt további hevítés hatására portlandcement-klinkerré alakul át. A kemencéből a klinker szabad-eséssel a rostélyos hűtőbe (13) jut olyan módon, hogy a kemence kiömlő végénél kerekeken mozgatható kemencefejjel (15) csatlakozik a klinkerhűtőhöz. A klinker aprószemcsés része a rostélyon áthullva lemezzaratonokban gyűlik össze, innen szintállásjelző vezérléssel ürül a garatok alatti kaparóláncos szállító berendezésre (rédlerre) (14), amely a hűtők alatt keresztben haladó acéltagos szalagra (Aumund) (16) adja át. Ugyan ide jutnak a hűtőrostélyon felül haladó nagyobb klinkerdarabok is, miután a klinkertörő (19) felaprította őket. Az Aumund-szalagról a klinker gumihevederes szállítószalagra, majd átárolóba kerül.

3, Elméleti összefüggések

„Vogel, R.: Új termelőeszközök kihasználhatósága a felfutás időszakában” [1.] című irodalomban ismertetett elméleti összefüggések kiindulási feltétele az volt, hogy egyszerű, de a különböző üzemi paraméterektől függő matematikai kifejezéseket találjanak az új beruházások felfutási ideje alatti termelés minősítésére. Az elmélet szerint vizsgálni kell a termeléstől függő jellemzőket, mint pl. a fajlagos tüzelőanyag-, illetve hőfelhasználást. A vizsgált jellemzők a berendezés üzemeltetési idejétől és kihasználásától függenek, tehát elsősorban ezekkel kell foglalkoznunk.

A szövegben alkalmazott jelöléseket a 7. fejezetben „Alkalmazott jelölések” cím alatt összefoglaljuk.

Egy berendezés évi termelése (M_p) a várható üzemidő (t_B) és az átlagos termelési tömegáram ($\bar{M}_p$) függvénye [1] [2].

$$M_p = \bar{M}_p \cdot t_B \quad (1)$$

A berendezés üzemeltetése során előforduló meghibásodások és a tervezett állásidők által okozott kiesési idők figyelembevételével határozható meg a „tényleges kihasználási mutató (τ)” és a „tervezett üzemállás (ε)” [1] [2]. Az üzemidővel kapcsolatos összefüggést a következő azonosság mutatja [1] [2].

$$t_B = t_K \cdot \frac{t_B}{t_K} = t_K \cdot \frac{t'_B}{t_K} \cdot \frac{t_B}{t'_B} = t_K \cdot \varepsilon \cdot \tau \quad (2)$$

ahol t_K = naptári időalap, h

t'_B = a lehetséges maximális üzemeltetési idő, h

Az átlagos termelési tömegáramból ($\bar{M}_p$) és a gyártó cég által garantált tömegáramból ($\bar{M}_p^*$) definiálható ún. termeléscsökkenési faktor (ψ), melynek segítségével felírható [1] [2]

$$\bar{M}_p = \bar{M}_p^* \cdot \frac{M_p}{\bar{M}_p^*} = \bar{M}_p^* \cdot \psi \quad (3)$$

Az évi termelés ennek alapján [1] [2]

$$M_p = \varepsilon \cdot \tau \cdot \psi \cdot t_K \cdot \bar{M}_p^* \quad (4)$$

A kihasználhatóság (τ) tehát a gépek és készülékek meghibásodása következtében fellépő állásidők egyértelmű mértéke. A kihasználhatóság függ az összekapcsolt gépek és készülékek számától és bonyolultságától, másrészt az alkalmazott technológiától (PT) és az üzemeltetők képzettségétől, tapasztalatától (Q).

E felismerés alapján célszerű e két tényező befolyását matematikai alakban leírni:

$$\tau(t) = \tau(PT, Q) \quad (5)$$

Bel- és külföldi klinkerégető forgókemencében végzett széleskörű üzemi elemzések alapján ez az összefüggés exponenciális alakú függvénynek írható le.

$$\tau = \tau_\infty - C \cdot \exp\left(-\frac{t_B}{t_{K,1}}\right) \quad (6)$$

Ahol $t_B/t_{K,1} = z \cdot \varepsilon$, az üzemévek számát jelenti. A (6) egyenlet alapján a kihasználhatóság határértéke csak $z = \infty$ üzemidő után érhető el.

A kihasználhatóság gyakorlati kiértékelése során megállapítható, hogy a berendezések kihasználhatóságának maximális értéke már ~5 éves használatuk után elérhető, azaz a felfutási görbe ezt követő szakasza már nagyon lapos. A hosszabb üzemeltetés során fellépő elhasználódások, valamint az ebből megtervezett állásidők ezzel az azonossággal nem határozhatók meg.

A berendezésekben lejátszódó termikus folyamatoknál az állásidőket követő felfűtések ugyancsak termeléscsökkenést okoznak, mivel a maximális termelési tömegáramra történő felfutás egy véges idő alatt jön létre.

Általában megállapítható, hogy bármilyen gyakoriságú és egymástól független leállásoknál a felfutási idő az állásidőtől függ, és az [1] [2]-ben megfogalmazott összefüggéseknek megfelelően

$$\psi = 1 - \frac{1 - \tau}{4\tau} \quad (7)$$

képlettel írható le.

A várható kihasználhatóság ismeretében, a termeléscsökkenési faktorról $[\psi(\tau)]$, a (4) egyenletnek megfelelően, következtetéseket vonhatunk le a termelt mennyiséggel kapcsolatban.

A berendezés megítélésében a tömegáram mellett, más jellemző adatok is érdekesek, amelyek fajlagos tényezőként kezelve mindig kapcsolatba hozhatók a tömegárammal. Pl. Cementklinker-gyártásnál egyértelmű a forgókemence megelfelhasználásának a berendezés kihasználhatóságtól való függése. Rövidideig tartó, előre nem tervezett állásidőknél szerepet játszik a berendezés állásidő alatti melegen tartása, mely a fűtőanyag felhasználás növeléséhez vezet. Az [1] [2] irodalomban lefektetett megállapításoknak megfelelően az átlagos fajlagos hőfelhasználás (q) és a garantált fajlagos hőfelhasználás (q^*) közötti kapcsolat a

$$\frac{q}{q^*} = \frac{1 + \frac{1 - \tau}{\tau}}{1 - \frac{1 - \tau}{4\tau}} \quad (8)$$

kifejezéssel határozható meg és ez nyilvánvalóan nagy értéket ad. Ha hosszabb állásidőket vizsgálunk, melyeknél a melegen tartási idők elmaradnak, akkor a

$$\frac{q}{q^*} = \frac{1}{1 - \frac{1 - \tau}{4\tau}} \quad (9)$$

képletnek megfelelően minimális értékeket kapunk.

A gyakorlat szempontjából fontos területet a két egyenlet határolja, mely jól közelíthető a tangens egyenlettel:

$$\frac{\bar{q}}{q^*} = 1 + (1 + \tau) \left(\alpha + \frac{1}{4} \right) \quad (10)$$

Mindhárom (8, 9, 10) képletben felismerhető a kihasználtság döntő befolyása a hőfogyasztásra és ebből adódóan a megelőző karbantartás kiemelkedő jelentősége.

4. Üzemanalízis

A vizsgálandó technológiai terület körülhatárolásának előfeltétele az, hogy az elé és mögé csatlakoztatott berendezések a vizsgált rész üzemeltetését ne befolyásolhassák. A technológiai rész szétválasztása a tárolóknál és a silóknál történik. Ennek következtében a klinkerégetést kiterjesztettük a cellás adagolót megelőző nyersliszt-szállító berendezésekre (3, 4, 5, 6, 7, 8) és a klinkert szállító rendszerre, egészen a tárolásig bezárólag. Vizsgálat szempontjából mindkét kemencevonalat önálló egységként kezeltük, nem részletezve az állásidők okait. Az állásidőknél megkülönböztettünk tervezhető, ill. tervezett állásidőt (pl. tervezett karbantartás, generáljavítás) és nem tervezett (meghibásodásokból adódó) állásidőt és ezeket a –j-ig osztályoztuk.

Ennek alapján a következő meghibásodási források ill. hibák tartoznak megfigyelésünk körébe:

- a – hőkicserélő előtti nyersliszt-szállító berendezés,
- b – kemence meghajtás,
- c – hőkicserélő berendezés, beleértve a ciklon-dugulást,
- d – tüzelőrendszer,
- e – elektromos hibák,
- f – falazás,
- g – felfűtés,
- h – klinkerhűtő meghibásodása,
- i – klinkerszállító rendszer meghibásodása,
- j – egyéb hibák.

A vizsgálatokat az 1973-ás üzemkezdetétől 1981-ig végeztük.

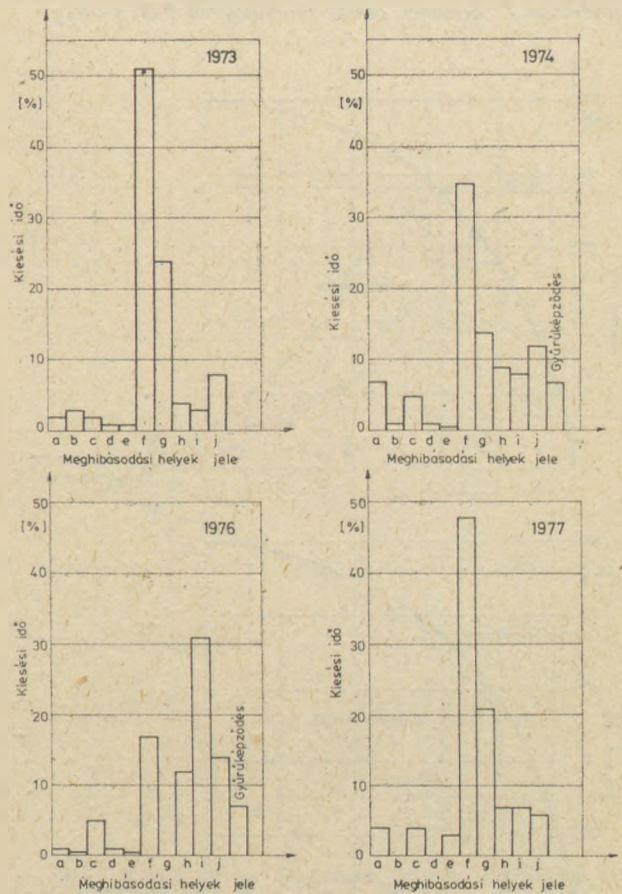
Az időtartamok feljegyzése mellett vizsgáltuk a havi gyártási tömegeket, a tüzelőanyag, valamint az átlagos fajlagos hőfelhasználást, mert ezek további üzemeltetési faktorok meghatározásának alapjául szolgálnak.

Az analízist a kezelő személyzet munkanaplói és az üzemi számítások alapján végeztük.

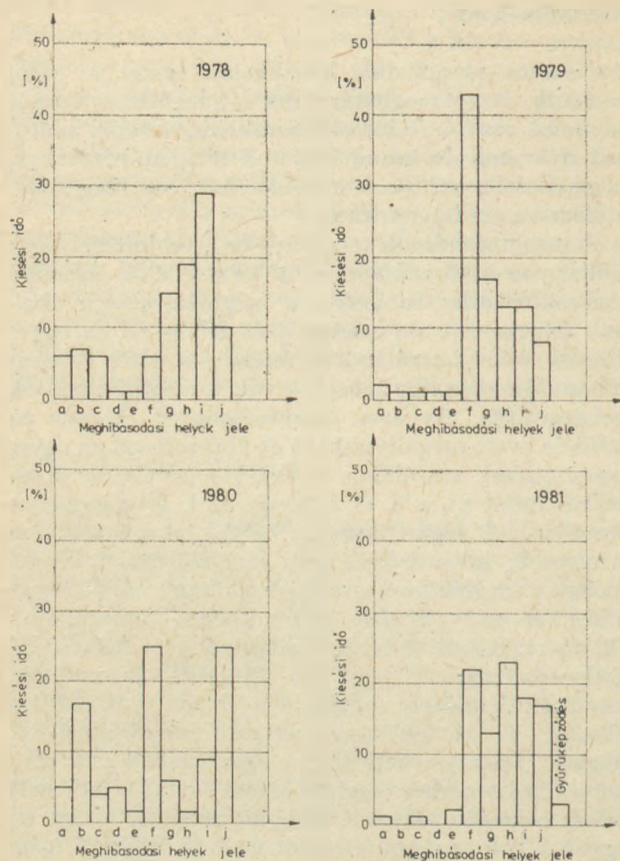
5. Eredmények

Az üzemi vizsgálatok kiértékelése azzal a céllal történik, hogy meghatározzuk a meghibásodásokat és annak okait a felfutási időszakban, további adatokat nyerjünk az üzemi faktorok meghatározásához, hogy összehasonlíthassuk az elméleti összefüggéseket a kísérleti eredményekkel.

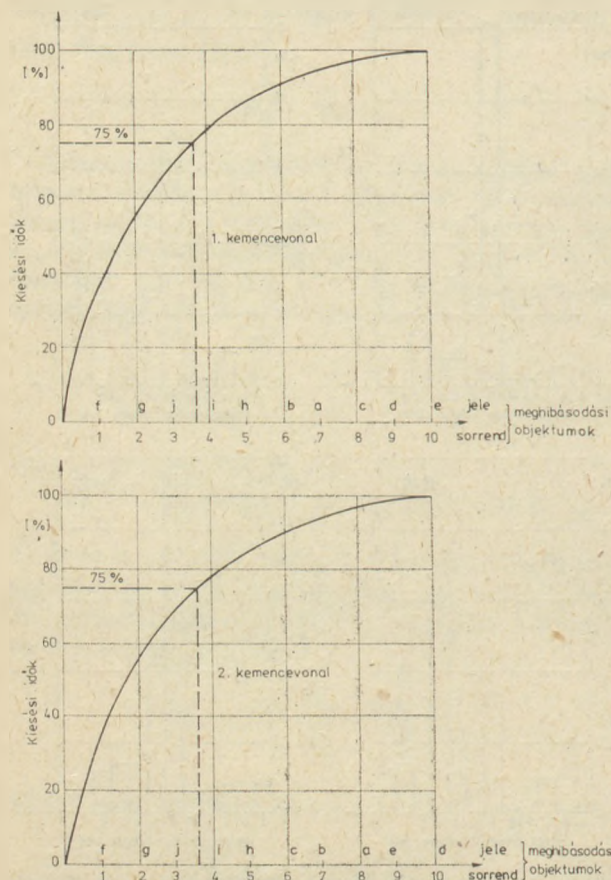
A meghibásodások megítéléséhez, tekintettel azok célirányos kiküszöbölésére, a kiesési idők ismerete mellett feltétlen szükséges a meghibásodások okainak felismerése. Az adatgyűjtés folyamán az egyes kiesési időket hozzá tudtuk rendelni a felsorolt meghibásodásokhoz, így lehetővé vált a meghibásodások behatárolása. Az éves kimutatásokból (kivéve az 1975-ös évet) megállapítható és ábrázolható az egyes berendezések százalékos részesedése az összes állásidőből, mint pl. a 2. és 3. ábrán az I. forgókemence esetében. A legkritikusabb helyek meghatározása könnyebb, ha a százalékban meghatározott kiesési időket a meghibásodási objektumokhoz rendelve, az állásidők nagyságának sorrendjében kumuláljuk (4. ábra). Ebből megállapíthatjuk hogy a kiesési idő „jelentős részét”, amelyet 75%-kal definiálunk, mindkét kemence esetében a hibahelyek 37%-a okozza. A betűjelölések alapján megállapítható, hogy a „falazás, a felfűtés, az egyéb hibák és a klinkerszállító rendszer meghibásodása” által keletkezett hibák a kiesési idők kb. 78%-át okozzák. Ezért, az egyéb hibák további feltárása mellett, célszerű meg-



2. ábra. Az egyes meghibásodási objektumok (a–j) részesedése az I. kemence összes állásidejéből (1973–77)



3. ábra. Az egyes meghibásodási objektumok (a–j) részese-
sége az 1. kemence összes állásidejéből (1978–81)



4. ábra. A meghibásodásból adódó kiesési idők felbontása

határozni ezen károk okait és megszüntetésének lehetőségeit.

A meghibásodások egy másféle értékelése válik lehetővé egy olyan felosztással, amely a kiesési idők helyett a kárkötségeket tartalmazza. Ezzel esetleg a meghibásodási helyek egy másik sorrendje alakul ki.

A felfutási görbe (6) kísérleti analízise lehetővé teszi a technológiai rendszert reprezentáló τ_{∞} értékének és az üzemmenetet általában jellemző C érték meghatározását mindkét kemencevonal esetében. Az 1. táblázat tartalmazza az éves kihasználási mutatókat és a tervezett értékeket, amelyek segítségével az 5. és 6. ábra értékei meghatározhatók. A diagram megszerkesztésénél a τ , $z \cdot \varepsilon$ összetartozó értékpárokat a fél üzemévre felmért közepes kihasználás adja. A vizsgálatainknál a két utolsó üzemévet nem vettük figyelembe, mivel láthatóan a növekvő elhasználódás jelei mutatkoznak, amely a kihasználás csökkenéséhez vezet. Az 5. 6. ábra alapján látható, hogy a berendezés felfutási ideje kb. 3 évvel az üzembehelyezés után lezárul és a 4. ill. 5. évben eléri a τ_{∞} értéket. Ha összehasonlítjuk a C és τ_{∞} értékeit a már ismert adatokkal [1] [2], akkor az elemzés adatai besorolhatók ezekbe a területekbe. ($\tau_{\infty} = 0,9 \dots 0,96$ száraz eljárásnál, rövid forgókemence lebegtető hőcserélővel; $C = 0,35 \dots 0,6$ az új gépeknél és gyakorlatlan kezelőszemélyzet esetében.) Így lehetővé válik a technológiailag hasonló berendezések felfutási görbéjének előrebecslése.

1. táblázat

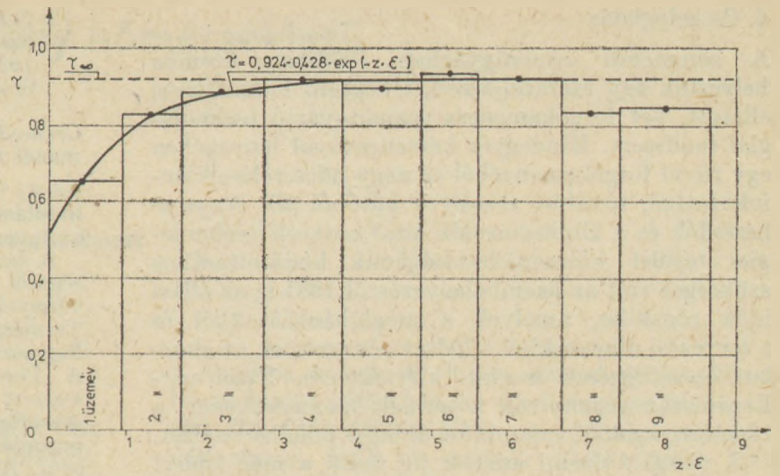
Közepes kihasználási mutatók, a tervezett állásidőhányadal és a termeléscsökkentési mutatók

Év	1. kemence			2. kemence		
	τ	ε	ψ	τ	ε	ψ
1973	0,651	0,959	0,916	0,684	0,954	0,818
1974	0,829	0,866	0,96	0,842	0,861	0,954
1975	0,886	0,942	0,983	0,836	0,912	0,991
1976	0,919	0,963	0,986	0,861	0,920	0,975
1977	0,894	0,977	0,97	0,890	0,973	0,965
1978	0,930	0,935	0,985	0,921	0,926	0,979
1979	0,915	0,963	0,988	0,923	0,967	0,974
1980	0,828	0,936	0,988	0,907	0,962	0,877
1981	0,840	0,963	0,962	0,855	0,952	0,992

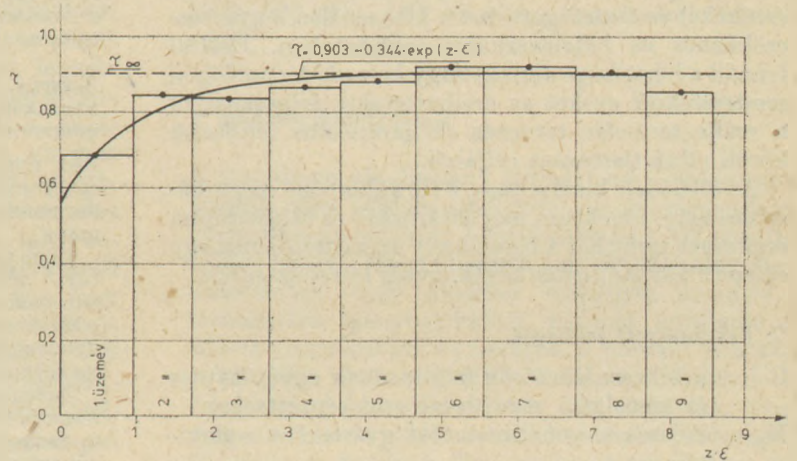
Az állásidők által bekövetkezett termeléscsökkentés vizsgálatával – a gyártott termékmennyiség, a gyártásra fordított üzemidő és kemence 1500 t/nap garanciális tömegáramának ismeretében – kiszámítottuk az 1. táblázatban található gyártáscsökkentési faktorokat (ψ).

A 7. ábrán grafikusán hasonlítottuk össze a (7) elméleti egyenletet. Ebből megállapítható, hogy 0,7-nél nagyobb kihasználásnál a (7) egyenlet előrebecslésre alkalmas. Kisebb τ értékeknél az 1. kemence gyakorlati határa $\psi = 0,9$ -nél van. A 2. kemencénél tapasztalható nagy eltérés egy olyan felfutási módot fejezhet ki, mely nem felel meg az alapul vett hipotézisnek (a felfutási idő egyenlő a nyugalmi idő felével). Az 1-es és 2-es kemence tüzelőanyag-felhasználása és átlagos fajlagos hőfelhasználása – a feldolgozott kimutatása miatt – csak az egész berendezésre együttesen határozható meg és az egész berendezés

5. ábra. Az I. forgókemence kihasználtsága az 1973–81 közötti üzemidőben



6. ábra. A II. forgókemence kihasználtsága az 1973–81 közötti üzemidőben



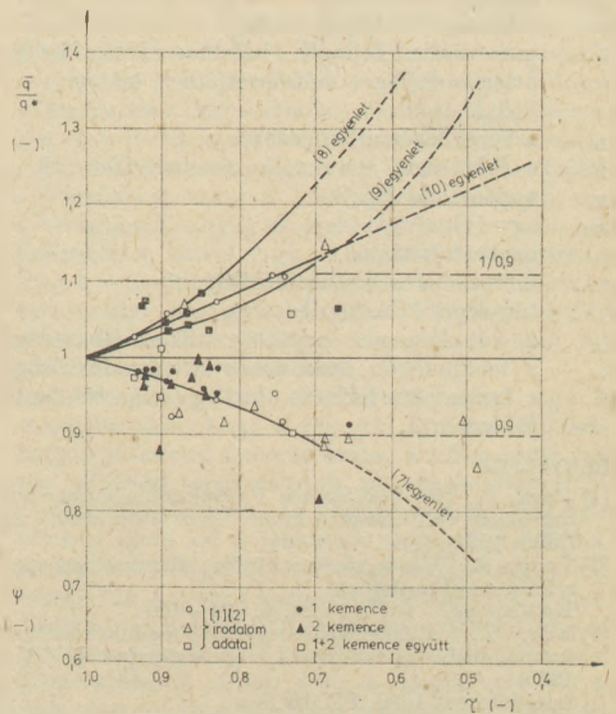
kihasználtságával kell kifejezni. Két azonos nagyságú, párhuzamosan kapcsolt berendezésre vonatkozó „üzemi” kihasználhatóság $[\tau_A = (\tau_1 + \tau_2) \cdot 0,5]$ az „egyenkénti” kihasználhatóság τ_1 és τ_2 segítségével számítható. A számértékeket a 2. táblázat tartalmazza, ahol 3180 kJ/kg garanciális fajlagos hőfelhasználást vettünk alapul.

Ezeknek az empirikus értékeknek a (8), (9) és (10) egyenletekkel való összehasonlítását ugyancsak a 7. ábra mutatja. A nagyobb τ_A értékeknél jó egyezőség, míg az 1973-as értékeknél az aszimptotikus értéktől kb. 4%-os eltérés figyelhető meg. Figyelembe véve azt a tényt, hogy itt üzemi adatokról van szó, megállapítható, hogy az egyenletek jól használhatók a felfutás periódusában a tervezett mennyiségek előre becsléséhez.

2. táblázat

A két kemencevonal együttes átlagos fajlagos hőfelhasználása

Év	τ_A	$\bar{q}/q^*$
1973	0,668	1,063
1974	0,836	1,037
1975	0,861	1,04
1976	0,89	1,036
1977	0,892	1,044
1978	0,926	1,068
1979	0,919	1,076
1980	0,867	1,06
1981	0,848	1,081



7. ábra. A tömegáram értékeinek (ψ) és a fajlagos hőfelhasználásnak ($\bar{q}/q^*$) összehasonlítása az elméleti értékekkel

6. Összefoglalás

A beremendi cementgyárban 1973-ban üzembe helyeztek egy szárazeljárású, lebegtető hőcserélővel ellátott, két forgókemencés cementgyártó technológiai rendszert. Mindegyik kemencevonal lényegében egy rövid forgókemencéből és négy hőcserélő-ciklon-fokozatból, továbbá rostélyos hűtőből áll. A nyerslisztsilók és a klinkertárolók által határolt technológiai terület kihasználhatóságának kiszámításához szükséges volt az üzembehelyezéstől 1981-ig az állásidők rögzítése, amelyek a meghibásodásokból és a tervezési döntésekből adódtak, és ezeknek az elméleti összefüggések szerinti kiértékelése. Ezzel párhuzamosan rögzítettük a termelt mennyiségeket, a tüzelőanyagokat, valamint a fajlagos hőfelhasználást.

A vizsgált üzemi adatok jól fedik a már ismert értékeket és összefüggéseket a kihasználás, a gyártás-csökkenés és hőfelhasználás tekintetében. Ezáltal fennáll a lehetősége annak, hogy hasonló technológiai rendszereknél ezeket az eredményeket felhasználják a reális termelés tervezés és garanciális feltételek körüli viták tisztázása céljából.

Az állásidők kiszámítása, a tíz különböző meghibásodási hely, objektum meghatározása és rangsorolása segítséget nyújthat a berendezés üzemeltetőjének egy célszerű karbantartási tevékenység létrehozásához.

7. Alkalmazott jelölések

C	a kihasználhatóság felfutásának együtthatója (a kiszolgáló személyzet szakképzettsége)
M_p	időszakra vonatkoztatott gyártmánymennyiség, kg
$\bar{M}_p$	átlagos termelési tömegáram, kg/h
M_p^g	garanciális tömegáram, kg/h
PT	gyártástechnológia bonyolultságának jellemzője
Q	szakképzettség jellemzője
q^*	garanciális fajlagos hőfelhasználás, kJ/kg
q	átlagos fajlagos hőfelhasználás, kJ/kg
t	idő, h
t_B	a berendezés működési ideje, h
t_B^*	a lehetséges maximális üzemeltetési idő, h
t_K	naptári időalap, h
$t_{K,1}$	egy év naptári ideje, h
z	üzemlévek száma
ε	tervezési érték (állásidőhányad)
τ	tényleges kihasználhatóság
τ_A	a két kemence együttes kihasználhatósága
τ_∞	a technológiai berendezés kihasználhatósága
ψ	a berendezés felfutás alatti gyártás-csökkentő faktora

IRODALOM

- [1] Vogel, R.: Ein Beitrag zur Produktionsplanung auf der Basis von Garantiedaten; Baustoffindustrie 21 (März 1978), MAZ
- [2] Vogel, R.: Új termelészközök kihasználhatósága a felfutás időszakában
Építőanyag 1977. 10. sz. p. 401–406
- [3] Kele, L.: Előmelegítő-forgókemence-hűtőrendszer üzemanalízise a beremendi cementgyárban (1973–1975)
Szakdolgozat 1980. PMMF Pécs.
- [4] Barcsay, A.: Előmelegítő-forgókemence-hűtőrendszer üzemanalízise a beremendi cementgyárban (1976–1979)
Szakdolgozat 1981. PMMF Pécs.

- [5] Nagy, A.: Előmelegítő-forgókemence-hűtőrendszer üzemanalízise a beremendi cementgyárban (1980–1982)
Szakdolgozat 1982. PMMF Pécs.

Cristoph Heinrich – Szőke Béla – Nagy András: A Beremendi Cementgyár kihasználtsága a felfutás időszakában

Az új berendezések termelés-tervezésénél különböző kiindulási feltételek között, eltérő jelentősége van a szállító cég garanciális adatainak.

A berendezés bonyolultságától a személyzet képzettségétől függő elméleti összefüggések exponenciális függvényekkel írják le a garanciális kapacitás kihasználását. Természetesen a termelés csökkenés és a fajlagos hőfogyasztás is a kihasználhatósági tényező függvénye. A Beremendi Cementgyár mindkét kemencevonalán végzett üzemi vizsgálatok alátámasztották az elméleti összefüggések helytállóságát, így lehetőség nyílik a hasonló technológiai rendszerek reális termelés tervezésére. Az üzemanalízis másik előnye, hogy eredményei a korszerű karbantartási tevékenység megtervezéséhez nyújtanak lehetőséget.

Хейнрих, К. – Сёке, Б. – Надь, А.: Использование Беремендского Цементного Завода в период наращивания мощности

При планировании производства нового оборудования среди различных исходных предпосылок отличительное значение имеют гарантийные показатели фирмы-поставщика.

Использование гарантийной мощности можно описать теоретическим экспоненциальным уравнением, зависящим от сложности оборудования и классификации обслуживающего персонала. Естественно, что снижение производства и удельный расход тепла также зависят от коэффициента использования.

Заводские испытания, проведенные на обеих печных линиях Беремендского Цементного Завода подтвердили правильность теоретических взаимосвязей, и таким образом открылась возможность для планирования реального производства аналогичных технологических систем. Вторым преимуществом такого анализа производства является то, что получаемые результаты делают возможным планирование технического обслуживания оборудования на современном уровне.

Cristoph, Heinrich – Szőke, Béla – Nagy, András: Die Ausnutzung des Zementbetriebes Beremend während des Produktionsanlaufes

Die garantierten Angaben der Herstellerfirma haben eine abweichende Bedeutung bei der Produktionsplanung unter verschiedenen Anfangsbedingungen.

Die Ausnutzung der garantierten Kapazität wird durch eine theoretische, exponentielle, Funktion in der Abhängigkeit der Kompliziertheit der Anlage und der Bildung des Personals abgeschrieben. Die Produktionsminderung und der spezifische Wärmeverbrauch sind abhängig ähnlicher Weise von dem Ausnutzungsfaktor.

Die an beiden Produktionslinien durchgeführten Messungen des Betriebes haben die Richtigkeit der theoretischen Zusammenhänge unterstützt, so ermöglicht es die reale Produktionsplanung ähnlicher technologischen Systeme.

Die Betriebsanalyse gibt die Möglichkeit für die moderne Planung der Instandhaltung.

Cristoph, Heinrich – Szőke, Béla – Nagy, András: The Capacity Utilisation of the Beremend Cement Works During the Running-Up Period

The capacity of a new plant can be utilised only progressively, depending on the complexity of the machinery and the skill of the personnel. Theoretically the trend can be described by an exponential function. Obviously, both the decreased output and the specific energy demand are functions of the capacity utilisation factor. Plant tests were carried out on both production lines of the Beremend Cement Factory. The tests supported the correctness of theoretical considerations, thus enabling a realistic design of similar technological systems, and up-to-date planning of maintenance.

Szilikátipari anyagok alacsony hőmérsékletű dilatációjának mérése

WAGNER ZSÓFIA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A magas hőmérsékletű (20–1000 ill. 20–1500 °C-ig terjedő) dilatációs mérést széles körben alkalmazzák a hazai gyakorlatban, többek között szilikátipari nyersanyagok, félkész- és késztermékek termikus tulajdonságainak vizsgálatára. Az alacsony hőmérsékletű dilatációs módszer (20 °C alatti hőmérséklet-tartományban) alkalmazása viszonylag új a hazai gyakorlatban. A módszer alkalmazható a vizsgált anyagok alacsony hőmérsékletű hőtágulási együtthatójának meghatározása mellett a felhasználás során fagyhatásnak kitett építőanyagok igénybevételének modellezésére is. A porózus szerkezetű építőanyagokat a felhasználás során a víz és a fagy együttesen károsíthatja, mivel a pórusok telítődhetnek vízzel és a víz térfogata megfagyáskor ~ 9 térfogat%-kal nő. A vízzel telített minta tulajdonságaira jellemző a jég képződésének kezdeti hőmérséklete, a jég kristályosodásakor tapasztalható méretnövekedés, ill. a fagyasztási ciklus után az anyag maradandó méretváltozása.

Az alacsony hőmérsékletű dilatációs mérést az 1930-as évektől kezdve alkalmazzák a szilikátipari építőanyagok fagyállóság vizsgálatainál [1]. Lehmann és munkatársai az 1950-es években több publikációban ismertették az alacsony hőmérsékletű dilatációs mérések eredményei és porózus kerámiák fagyállósága között tapasztalt összefüggéseket [2, 3, 4, 5]. Betonok alacsony hőmérsékletű dilatációs vizsgálatával Litvan foglalkozott [6].

A témával foglalkozó kutatók megkísérelték az anyag fagyállóságát az alacsony hőmérsékletű dilatációs méréssel észlelt effektusokkal kifejezni.

Ez azonban nem járt sikerrel, mert az anyag fagyállóságának meghatározásához egyéb tulajdonságok ismerete is szükséges. Ennek ellenére az alacsony hőmérsékletű dilatációs görbe hasznos információt ad az anyag viselkedéséről.

A dilatométer leírása

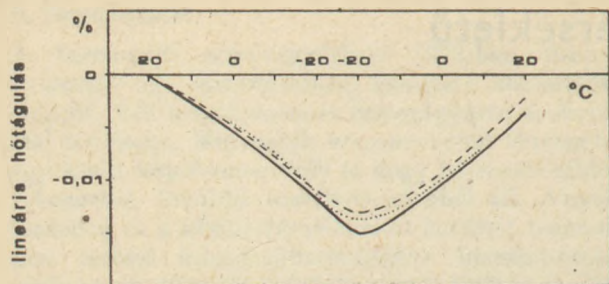
Vizsgálatainkat Netzsch gyártmányú függőleges elrendezésű dilatométerrel végeztük. A mérőrendszer kvarcívághőhő készült. A rendszert cseppfolyós nitrogén segítségével lehet hűteni –170 °C-ig és egy kis kemence segítségével fűteni +400 °C-ig. 1, 2, 5, 10 °C/perc fűtési sebességet lehet alkalmazni. A hőmérsékletet vas-konstantán termoelemmel mérjük. A hosszváltozás mérésére szolgáló nyomórúd 0,4 N erővel hat a mintára. A méréseket különböző gáz-atmoszférákban is el lehet végezni.

A minta mérete 6–8 mm átmérő és 40–55 mm hossz között változhat. Az érzékenységet 25, 50, 125, 250, 500, 1250, 2500 és 5000 μm értékek között lehet változtatni. Ezek az értékek 10 000, 5000, 2000, 1000, 500, 200, 100, 50-szeres nagyításnak felelnek meg.

A módszer kidolgozása

A szabadban alkalmazott szilikátipari építőanyagok jelentős része porózus szerkezetű, amelyekben a fagykárosodást az alacsony hőmérséklet és a víz együttes hatása okozza. Ilyen anyagok tulajdonságainak megismeréséhez olyan módszer szükséges, amellyel a természetes igénybevételhez hasonló körülmények között vizsgálhatjuk az anyagot. A porózus mintákat a vizsgálat előtt telítettük vízzel. Az irodalommal összhangban az előkísérletek azt mutatták, hogy még a méréshez alkalmazható kisméretű próbatestek is nehezen telítődnek. Egyszerű vízbemerítéses módszerrel 2 hét után is növekedett egyes minták vízfelvétele. Hasonló eredményre jutottunk, amikor a mintákat desztillált vízben forraltuk 1–4 órán át, majd lehűtve mértük a vízfelvételt. Leggyorsabban akkor állt be az egyensúly, ha vákuumtelítést alkalmaztunk. A mintát 1 Pa vákuumban leszívattuk, majd vizet bocsájtottunk a rendszerbe, és 1 órán át vákuumoztuk. Ezt követően a mintát légköri nyomáson tartottuk víz alatt egy éjszakán át. Változtatva a hűtési-fűtési sebességet, a 2 °C/perc értéket találtuk optimálisnak, mind a készülék paraméterei, mind a vizsgálandó anyag szempontjából. Gyorsabb hűtés kedvezőtlen, mivel nagy a készülék hőtehetetlensége, kicsi a kemence fűtési kapacitása, és kis hőmérséklet-tartományt akarunk vizsgálni. Túl lassú felfűtési sebesség esetén már figyelembe kellene venni, hogy változik a minta víztartalma.

A vizsgálandó hőmérséklettartományt úgy kell megválasztani, hogy a jég-víz átmenet teljesen le tudjon játszódni a mérés során. A hűtés során jelentős túlhűtést tapasztaltunk, felmelegedéskor is hiszterézis mutatkozott. Az anyag szerkezetéből adódó okokon kívül ezt a jelenséget a rendszer hőtehetetlensége is kiváltja, mivel a hőmérsékletet nem a minta belsejében, hanem a kemencetérben mérjük. A mérési tartományt a fentiek figyelembe vételével úgy állapítottuk meg, hogy a mintát először lehűtjük szoba-hőmérsékletről addig, amíg a megfagyott víz már nem okoz további tágulást a rendszerben. Ez az érték kerámiák esetében –30 °C, hidratált cementpépek esetén –100 °C volt. A kínálgató effektusok közül a víz teljes megfagyása alatt keletkező maximális



1. ábra. Mázminták alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi

relatív méretnövekedést választottuk ki. A mara-
dandó méretváltozás viszonylag kis érték, és mérés-
seink szerint nehezen reprodukálható a meghatáro-
zása. A túlhűtés mértéke függ a minta méretétől,
a hűtési sebességtől, a készülék hőtehetetlenségétől,
ezért ez az érték is kevésbé alkalmas az anyag jel-
lemzésére.

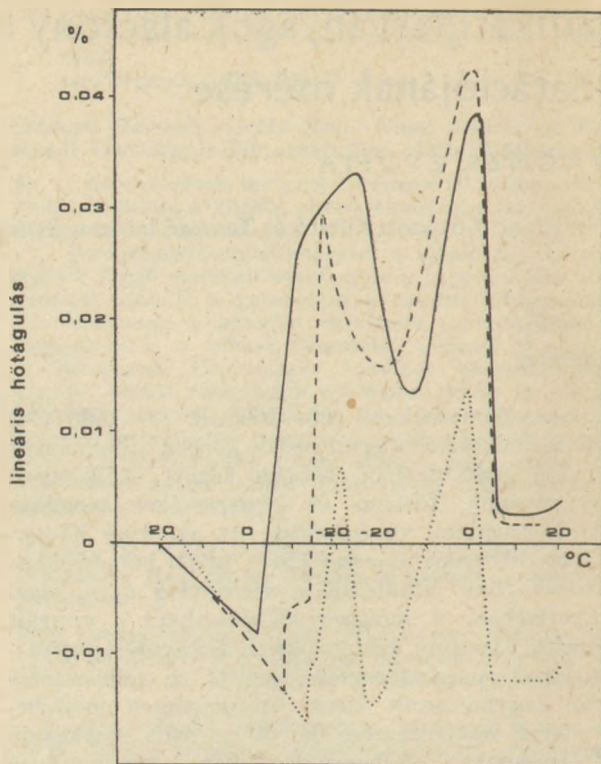
A készülék reprodukálhatóságát nem porózus
rendszer, máz vizsgálatával ellenőriztük (1. ábra).
A számszerű eredményeket és a szórást a 1. táblázat
tartalmazza.

A 2. ábrán vízzel telített biszkvit csempeminták
dilatációs görbéi láthatók. A mintákat vízzel telítet-
tük, és tömegmérés után közvetlenül behelyeztük
a dilatométerbe. A reprodukálhatóság nem meg-
felelő, mivel porózus rendszernél a víz mérés folya-
mán eltávozik az előzőleg telített próbatestből.
A további vizsgálatoknál a mintát rugalmas mű-
anyag fóliával borítottuk telítés után, és így mértük.
A minta fóliázása jelentősen javította a reprodukál-
hatóságot (3. ábra).

Igen fontos a gondos mintavétel, mivel igen kis
minta mérése alapján kell következtetnünk nagy-
mértékű, gyakran nem homogén minta tulajdon-
ságaira.

Példák a módszer alkalmazására

1. Vízzel telített kerámiai anyagok alacsony hőmér-
sékletű dilatációs vizsgálatához szentgotthárdi agyag-
ból különböző nedvességtartalom és sajtolási nyomás
alkalmazásával préselt próbatesteket használtunk
modellként. Az anyag kémiai és ásványi összetétele
a 2. táblázatban szerepel [7]. A mintadarabokat labo-



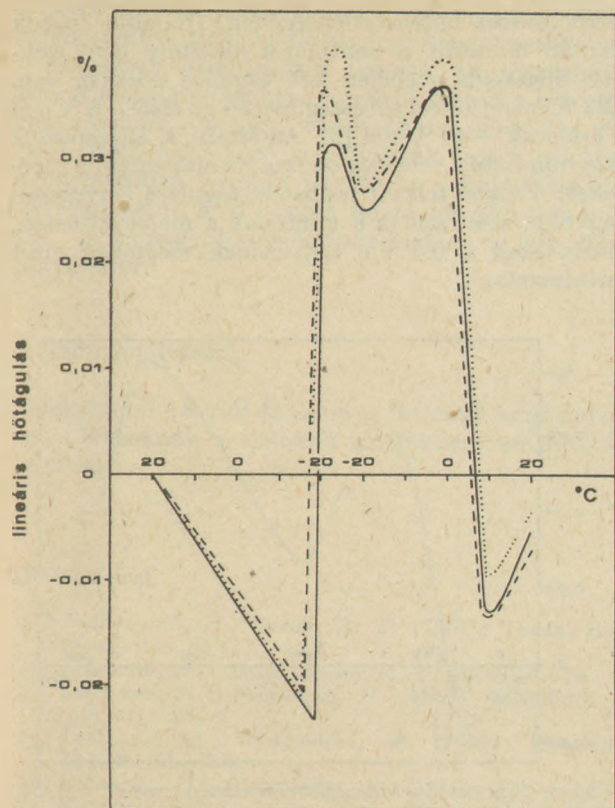
2. ábra. Vízzel telített porózus kerámiaminták alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi

ratóriumi kemencében 920 °C-on ill. 1020 °C-on
égettük ki. Így azonos égetési állapotú, de különböző
összpórustérfogatú mintákat kaptunk, amelyeknek
alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi a 4. ábrán
láthatók. Az ábrából jól látható, hogy a minta víz-
tartalmának növekedésével nő a víz megfagyásakor
tapasztalható tágulás mértéke. A számszerű értéke-
ket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban
összehasonlításként szerepel a tágulás várható elméleti
értéke akkor, ha az anyagban levő összes víz meg-
fagy és a rendszer nem korlátozza fagyáskor a 9%-os
térfogatnövekedést. Szembetűnő, hogy a kísérleti
értékek több mint egy nagyságrenddel kisebbek
az elméleti értékeknél. A táblázat második felében
1020 °C-on égetett próbatestekre vonatkozó adatok
szerepelnek. A tágulás értékek itt is növekednek
a minta víztartalmának növekedésével, de ha össze-
vetjük a 920 és az 1020 °C-on égetett közel azonos

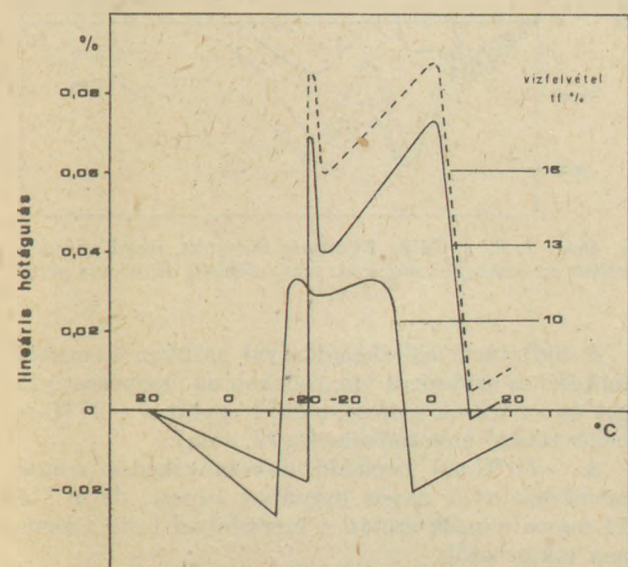
Máz hőtágulás értékei

Hő- mérsék- let °C	Hőtágulás $\times 10^3\%$				Szórás	
	Máz I.	Máz II.	Máz III.	Átlag	$\cdot 10^3\%$	rel. %
10	-2,542	-2,542	-2,458	-2,51	0,05	2,0
0	-5,296	-4,788	-4,873	-4,98	0,27	5,4
-10	-8,474	-7,627	-7,881	-7,97	0,44	5,4
-20	-12,288	-11,864	-11,70	-11,95	0,30	2,5
-20	-15,169	-13,898	-13,898	-14,32	0,74	5,2
-10	-13,474	-12,923	-12,203	-12,86	0,51	4,0
0	-10,381	-9,872	-9,237	-9,83	0,56	5,7
10	6,992	-7,033	-5,932	-6,65	0,62	9,0
20	-3,389	-3,602	-2,415	-3,14	0,63	20,0

1. táblázat



3. ábra. Vízrel telített, a telítés után fóliával borított porózus kerámiaminták alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi



4. ábra. Szentgotthárdi agyagból préselt, 920 °C-on égetett, különböző összpórustérfogatú, vízzel telített kerámiaminták alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi

összpórustérfogattal rendelkező próbatesteknél kapott eredményeket, látható, hogy a tágulás értéke nemcsak a minta víztartalmától függ.

2. táblázat

Szentgotthárdi agyag összetétele

Kémiai összetétel tömeg%		Ásványi összetétel tömeg%	
SiO ₂	63	illit	11
Al ₂ O ₃	18	kaolinit	6
Fe ₂ O ₃	7	kvarc	24
CaO	0,7	földpát	8
Na ₂ O	2,2	röntgen amorf	51

3. táblázat

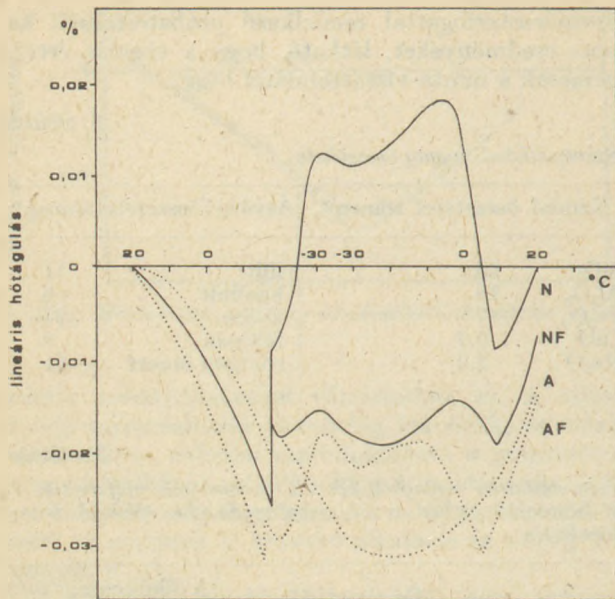
Szentgotthárdi agyagból készült próbatestek vízfelvétele és a dilatációs görbén a víz megfagyásakor mérhető hossz-növekedés

Minta jele	Égetési hőmérséklet °C	Vízfelvétel tömeg %	A dilatációs görbén a víz megfagyásakor mérhető hossz-növekedés	
			kísérleti %	elméleti %
S 33	920	10,4	0,064	1,8
S 39	920	10,2	0,076	1,8
S 111	920	13,5	0,08	1,9
S 112	920	13,6	0,081	1,9
S 211	920	16,4	0,102	2,0
S 212	920	16,5	0,115	2,0
S 26	1020	7,1	0,039	1,6
S 27	1020	7,0	0,036	1,6
S 23	1020	7,2	0,035	1,6
S 101	1020	10,9	0,039	1,8
S 102	1020	10,7	0,042	1,8
S 201	1020	15,3	0,073	1,9
S 204	1020	14,5	0,064	1,9

Vizsgáltuk a részleges telítés hatását a dilatációs görbe lefutására. Szentgotthárdi agyagból készült próbatestek alacsony hőmérsékletű hőtágulását mértük 90, 80, 70, 60, 50%-ra telített állapotban. A dilatációs görbén mérhető tágulás értéke monoton csökkent, ahogy a telítettség csökkent, majd 70% után nem változott, függetlenül attól, hogy mekkora volt a minta maximális vízfelvétele.

2. Normál szilárdulási (N) és autoklávozott (A) azbesztcement lemezekből vett eredeti állapotú és 50 fagyasztási ciklusnak kitett minták (NF és AF) vízzel telített állapotban készített alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi láthatók az 5. ábrán.

A ciklusos fagyasztásos vizsgálat szerint az autoklávozott lap fagyállósága jobb mint a normál szilárdulásúé, a normál szilárdulású lap hajlítószilárdsága több mint 25%-kal az autoklávolt lapé 4%-kal csökkent a fagyasztás hatására [8]. A minták fajlagos pórustérfogata a 4. táblázatban található. A dilatációs görbén az N jelű mintánál mértük a víz megfagyásakor a legnagyobb méretnövekedést, annak ellenére, hogy az autoklávozott azbesztcement lap összpórustérfogata lényegesen nagyobb. Az N és az NF minták hőtágulási görbéi közötti jelentős eltérés az anyag szerkezetében a fagyasztás hatására bekövetkező változásra utal.



5. ábra. Vízrel telített normál szilárdulási (N, NF) és autoklavált (A, AF) azbesztcementlemez alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi

4. táblázat

Azbesztlapok fajlagos pórustérfogata

Minta	Fajlagos pórustérfogat cm ³ /g
N	0,7
NF	0,7
A	0,9
AF	1,0

Az A jelű mintában a víz fagyasztás hatására nem okozott térfogatnövekedésre utaló effektust a dilatációs görbén, az AF jelű mintában már igen, tehát 50 fagyasztási ciklus hatására az autoklavozott mintában is szerkezeti változás játszódott le. A változást porozitásméréssel nem lehetett egyértelműen kimutatni, a jelenség valószínűleg a szilárdságváltozással van összefüggésben.

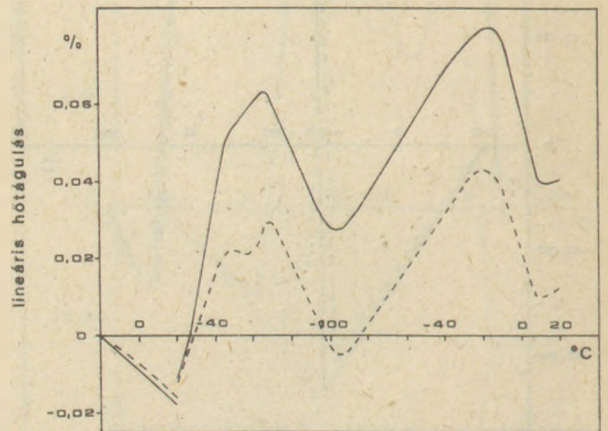
Tehát a víz megfagyásakor az alacsony hőmérsékletű dilatációs görbén mutatkozó térfogatnövekedés azbesztcement lemezek esetén sem arányos a vízzel telített porózus anyag víztartalmával, a kapott értékeket az anyag egyéb tulajdonságai befolyásolják.

3. Hidratált cementpép alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéjének tanulmányozásához modellanyagként váci 450-es cementet választottunk.

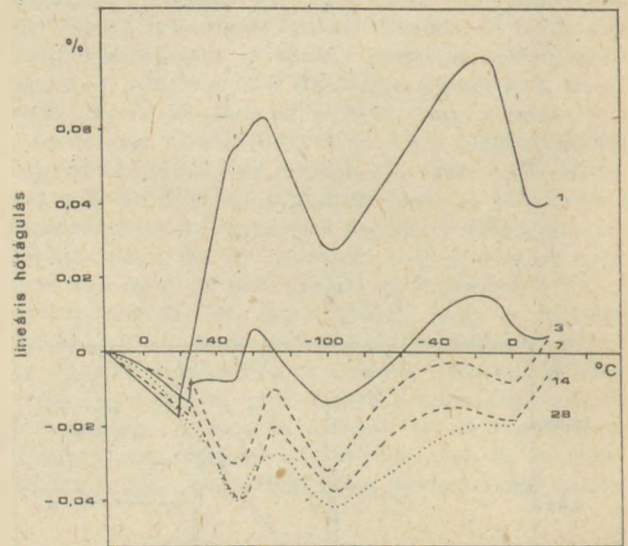
0,4 v/c tényező alkalmazásával készítettük a cementpépet adalékanyag nélkül. A pépet 6 mm átmérőjű polietilén csőbe töltöttük és egy napig hagytuk szilárdulni. 1 nap után a csövet lefejtettük a próbatestről és a mintákat telített vízgőzben 20 °C-on tároltuk a vizsgálat megkezdéséig.

A 6. ábrán eredeti és vákuumtelített 1 napig hidratált cementpép alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi láthatók. Szembetűnő, hogy a víz megfagyása mindkét mintánál -25 °C-nál kezdődik. A mért túl-hűtési érték magasabb, mint amit kerámiák esetén tapasztaltunk, tehát nem tulajdonítható teljesen a

mérőrendszer hőtehetetlenségének. Irodalmi adatok alapján hidratált cementpépek alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéjén két tágulási szakasz van. 0,33 °C/perc hűtési sebesség esetén az első -8 °C-nál a második -40 °C-nál [6]. Az általunk alkalmazott nagyobb hűtési sebesség okozza az alacsonyabb értékeket. A vízzel telített próbatest tágulása lényegesen nagyobb, mint annak a mintának a méretváltozása, amely csak a 0,4 v/c tényezőnek megfelelő vizet tartalmazta.



6. ábra. Egy napig hidratált cementpép eredeti (.....) és vákuumtelített állapotban (—) mért alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi



7. ábra. 1, 3, 7, 14 és 28 napig hidratált, majd vákuumtelített cementpépek alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéi

A hidratáció előrehaladásával csökken a minták telítéséhez szükséges víz, csökken az összpórustérfogat és a pórusok mérete, s ezzel együtt a -25 °C-on bekövetkező méretnövekedés (7. ábra).

A -50 °C-nál kezdődő méretnövekedés aránya növekszik az 1 napos mintához képest, de a 7 és 14 napos minták esetén a mérés hibán belül azonosnak tekinthetők.

A maradandó méretváltozás lényegesen nagyobb, mint kerámiáknál. Az 1 napos minta mérete egy hűtési ciklus után számottevően növekedett, a 3 és

7 napos mintáké csekély mértékben, a 14 napos mintánál azonban maradandó zsugorodást tapasztaltunk.

Méréseink összhangban vannak az irodalomból ismert megállapításokkal, amelyek szerint a hidratált cementpépek alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéje eltérő különböző korú minták esetén, és hogy a fagyasztásra leginkább érzékeny a hidratáció kezdeti szakaszán levő minták dilatációs görbéjén mérjük a legnagyobb méretnövekedést a víz megfagyásakor.

Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm Sarlós Jánosné és Horváth Anna kutató technikusoknak a mérések kivitelezésében nyújtott segítséget.

IRODALOM

- [1] Butterworth, B.; Carter, E. F. (1967): Trans. Brit. Ceram. Soc. 66 (1) 1 – 12
- [2] Lehmann, H. (1955): Ziegelind. 8 (15) 569 – 574
- [3] Lehmann, H.; Feldmann, H. (1957): Ziegelind. 10 (11) 365 – 369
- [4] Lehmann, H.; Ohnemüller, W. (1959): Ziegelind. 12 (24) 735 – 741
- [5] Lehmann, H.; Ohnemüller, W. (1960): Tonind. Ztg. Keram. Rundschau 84 (19) 457 – 471
- [6] Litvan, G. G. (1972): J. Am. Ceram. Soc. 55 38 – 42
- [7] Rozsnyói Árpád: Burkolólap nyersanyagháztis bővítése. Falburkoló csempemassza komponenseinek felülvizsgálata c. SZIKKTI részjelentés
Témaszám: 5 – 94 – II/2.1.1. 5. sz. melléklet
- [8] Szatura László: (1981): Könnyűszerkezetes építéshez alkalmas azbesztcement burkolólemez előállítás autoklavozással. SZIKKTI Tudományos Közlemények 66 Budapest

Wagner Zsófia: Szilikátipari anyagok alacsony hőmérsékletű dilatációjának mérése

Módszert dolgoztunk ki a vízzel telített porózus anyagok alacsony hőmérsékletű hőtágulásának mérésére. Méréseink alapján az alacsony hőmérséklet és a víz együttes hatására különböző szilikátipari építőanyagok alacsony hőmérsékletű dilatációs görbéjén az anyag szerkezetétől is függő effektusok figyelhetők meg. Az effektusok nagysága és a szerkezet összefüggéseinek részletesebb feltárása további vizsgálatot igényel.

Вaгнер, Ж.: Низкотемпературные дилатационные измерения материалов силикатной промышленности

Были разработан метод измерения тепловых линейных деформаций пористых материалов, насыщенных водой, при низких температурах. На низкотемпературных дилатационных кривых, получаемых при измерении, под совместным влиянием температуры и воды, возникают эффекты, которые зависят также и от структуры материалов. Взаимосвязь между эффектами и структурой требует дальнейших испытаний.

Wagner, Zsófia: Die Messung der Dilatation silikatischer Materialien auf niedriger Temperatur

Es wurde ein Methode für die Messung der Wärmedehnung der durch Wasser gesättigten porösen Materialien auf niedriger Temperatur ausgearbeitet. Auf Grund unserer Messungen kann von der Stoffstruktur abhängigen Effekte an den Dilatationskurven von verschiedenen silikatischen Baustoffen zufolge der gemeinsamen Wirkung des Wassers und der Temperatur beobachtet werden. Die Bestimmung der Effektgrösse und ein ausführlicherer Aufschluss der Zusammenhänge brauchen noch weiteren Prüfungen.

Wagner, Zsófia: Measurement of Low-Temperature Dilatation of Building Materials

A method was elaborated for the measurement of low-temperature thermal dilatation of porous substances, saturated with water. It was found that structure-dependent effects can be seen on the dilatograms due to the combined effect of low temperature and water. Further studies are required to elucidate structure – dilatometric effect interconnexions.

A hazai természetes zeolitok felhasználhatósága oldószergőzők megkötésére

KOTSIS LEVENTE — SZOLCSÁNYI PÁL — KUTICS KÁROLY —
— ARGYELÁN JÁNOS — HANÁK LÁSZLÓ

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Vegyipari Művelési Tanszék

Bevezetés

Jóllehet az oldószertartalmú hulladékgázok feldolgozására számos eljárás ismeretes [1–6], a széles körű hazai alkalmazást megnehezíti az, hogy Magyarországon csak nehezen szerezhető be azok az adszorbensek, melyek alkalmasak oldószerek megkötésére. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság és a Környezetvédelmi Intézet megbízásából ezért olyan, adszorbensként alkalmazható anyagokat vizsgáltunk meg oldószer-gőz-adszorpció szempontjából, melyek könnyen hozzáférhetőek és viszonylag olcsók.

Schlosser [7] műszaki gázadszorpció problémák tárgyalása kapcsán összefoglaló adatokat közöl különböző légszennyezők, technikai gázok szennyező komponensei megkötésére alkalmas adszorbensekre. Négy adszorbens kategóriát vizsgál, nevezetesen az aktív szeneket, a szilikagéleket, az alumínium-oxid géleket és a zeolitokat.

Ez utóbbiakat az elmúlt 30 esztendőben fejlesztették ki, szemben a megközelítőleg évszázados hagyományokkal rendelkező aktív szenekkel és gélekkel. Molekulaszűrő hatásuk következtében a kémiai affinitáson túl az adszorbeált molekulák méreteiben meglevő különbségek is erőteljesen befolyásolják a kialakuló adszorpció viszonyokat. Schlosser, valamint Grubner, Jiru és Ralek [8] adatai szerint a zeolitok elsősorban a kis molekulaméretű poláros anyagok megkötésére alkalmasak. E viszonylag korlátozott felhasználási lehetőség ellenére a természetes eredetű molekulaszűrő zeolitok olcsó előállíthatóságuk és előnyös mechanikai tulajdonságaik miatt egyre nagyobb érdeklődésre tarthatnak számot.

A zeolitbázisú molekulaszűrők legelőnytelenebb tulajdonsága az aktív szenekkel szemben az, hogy az aktivált adszorbens a vízgőzt és a szén-dioxidot rendkívül erősen köti, a szorbens más anyagokra vonatkozó szorpcióképességének egyidejű erőteljes csökkenésével. Éppen emiatt az oldószer-gőzökkel szennyezett levegő szárítása nélkül a kezeletlen zeolitok csak kis hatásokkal használhatók fel oldószermegkötésre. E hátrányos tulajdonságok a savas kezeléssel erőteljesen dealuminált zeolitok előállításával küszöbölhetők ki [9].

Mindezek ellenére a tokajhegyaljai zeolitosodott riolittufa környezetvédelmi célú adszorbensként való alkalmazásának több előnye is van. Így

- az iparilag folyó hazai termelés, mely a kőzet őrlését és fajtázását is magában foglalja;
- az egyszerű termikus, vagy esetenként egyszerű kémiai kezelés, mely nem igényel az anyag előállításához szükséges berendezéseket;

- az anyag aktiválása, illetve regenerálása hulladék-hő hasznosítással is megoldható;
- a kőzet termelése nincs más iparághoz, termelő szférához kapcsolva olyan értelemben, mint pl. a növényi hulladékokra épülő aktív szén gyártás.

A természetes zeolitok vízgőzzel és szén-dioxiddal szembeni nagy aktivitása kombinált szorpció eljárások kialakítását teszi szükségessé, illetve arra ösztönöz, hogy az inert atmoszférás védelmet ne csak a robbanásveszély miatt alkalmazzák, hanem a nedvesség és a szén-dioxid kizárása céljából is. Ez utóbbi azt is jelenti, hogy a környezetvédelmet a szennyező forráshoz a lehető legközelebb hatolva, célszerűen magában a zárt technológiai folyamatban érdemes megvalósítani.

Cikkünkben néhány, iparilag előállított, illetve az MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézetben kifejlesztett természetes zeolit alapú adszorbens oldószer-gőzökre vonatkozó szorpció jellemzőit adjuk közre.

A vizsgált anyagok:

Az Országos Érc- és Ásványbányák Hegyaljai Művei, Mád termékei [10]:

Az RCL 2–4 jelű adszorbens szürkésfehér színű, 50% (m/m) klinoptilolit hatóanyag tartalmú finompórusú kőzetaprítmány, 2–4 mm közötti szemcseméretben.

A BCM 3–5 jelű adszorbens sárgásfehér, kemény, durvapórusú, tufás szerkezetű, 3–5 mm közötti szemcsemérettel, 32% (m/m)-os mordenit hatóanyaggal.

A BoM 2–4 anyag finompórusú, inkább tömör szerkezetű, 30% (m/m) mordenittartalmú, 2–4 mm közötti szemcseméretű termék.

Az UFMCL 1–3 finompórusú kőzetaprítmány, 43% (m/m) klinoptilolit tartalommal, 1–3 mm közötti szemcsefrakcióval.

Az UTM 2–4, 15% (m/m) mordenit tartalmú kőzet, 2–4 mm közötti szemcsefrakciójú aprítmány tömör pórusszerkezettel jellemezhető.

Ugyancsak a tokajhegyaljai zeolitbázison készültek az MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézetében az MH 8112, az Ms 792–G és a KS 791–G jelű adszorbensek.

Az MH 8112 anyag a Fűhrer bányából származó, ~45% (m/m) mordenittartalmú, viszonylag laza szövetszerkezetű kőzetaprítmány savkezelt változata.

Az MS 792–G ugyancsak a Fűhrer bányában gyűjtött kőzetmintákból készült, mordenittartalma

30% (m/m)-os. A bányatermék őrlményéből készült granulátum további savas kezelésnek lett alávetve.

A KS 791-G adszorbens a rátkai régi bányából származó 50% (m/m) klinoptilolitot tartalmazó kőzetminták őrlményének savas kezelése utáni granulálással készült.

A granulálási technika formázási eljárásaként való alkalmazása azért jelentős, mivel kötőanyag felhasználása nélkül – tehát a hatóanyag további hígítása nélkül – áramlástan szempontból igen előnyös, nagyon egységes méretű adszorbens állítható elő. A granulátumok mechanikai tulajdonságai azonosak a legjobb szintetikus zeolitokéval.

A kőzetaprítványok, illetve granulátumok adszorbensként való alkalmazhatóságának fontos kritériuma a makropórus rendszer átjárhatósága. Ezt mennyiségileg az egyes adszorbensek higanyporozimetriás pórusméret-eloszlásaival, illetve az összpórozitással jellemezhetjük. Az 1000 bar-ig működő, Carlo Erba gyártmányú higanyporoziméterrel meghatározott pórusméret-eloszlások a felsorolt adszorbensekre az 1. és 2. ábrán láthatók.

A higanyporozimetriás görbékben jól látható, hogy az UTM és az MH 8112 jelű anyagok a legátjárhatóbbak anyagátviteli szempontból.

A vizsgált adszorbensek néhány jellemző fizikai tulajdonságát az 1. táblázatban foglaltuk össze. Itt F_{BET} Atlas Betográfáral, a cseppfolyós nitrogén hőmérsékletén argon adszorpcióval meghatározott fajlagos felület, F_s a higanyporozimetriás adatokból, 7,5 nm sugár feletti pórusok fajlagos felülete hengeralak feltételezésével, V_p a 7,5 nm-nél nagyobb sugarú pórusok fajlagos térfogata, ρ_{He} az adszorbensek héliumpiknometriás sűrűsége, ρ_{halmaz} az adszorbensek halmazsűrűsége oszlopba töltött állapotban. A gyakorlati felhasználás szempontjából különösen fontos a halmazsűrűség, amely a vizsgált anyagokra 850–960 kg/m³. Összehasonlításul megemlítjük, hogy ez az érték közelítőleg a kétszerese az oldószer-gőz adszorpcióra kifejlesztett aktívszén töltetek halmazsűrűségének.

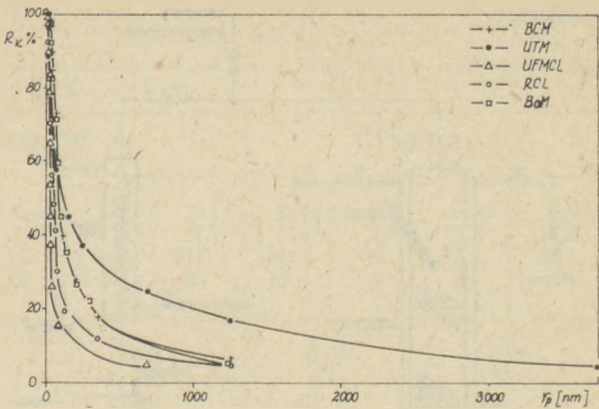
1. táblázat

A vizsgált adszorbensek jellemző fizikai tulajdonságai

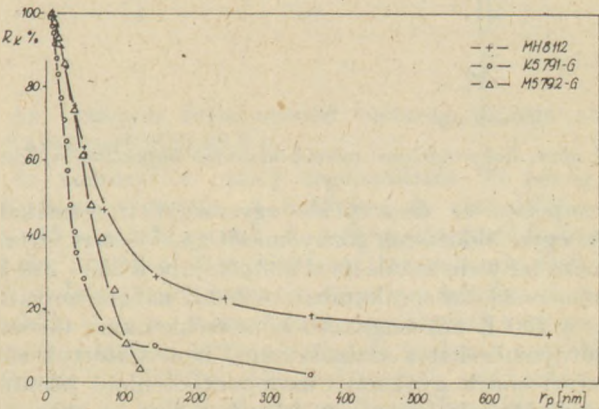
Adszorbens	F_{BET} m ² /g	F_s m ² /g	V_p cm ³ /g	ρ_{He} g/cm ³	ρ_{halmaz} kg/m ³
RCL 2-4	21,6	13,81	0,221	2,42	960
BCM 3-5	9,7	6,81	0,221	2,45	960
BoM 2-4	8,8	9,52	0,283	2,39	870
UFMCL 1-3	21,2	18,12	0,242	2,40	890
UTM 2-4	11,3	6,91	0,155	2,48	980
MH 8112	19,8	5,63	0,136	2,45	919
MS 792-G	23,5	9,30	0,192	2,45	853
KS 791-G	35,4	21,72	0,282	2,39	893

Szorpciós egyensúlyi izotermák meghatározása

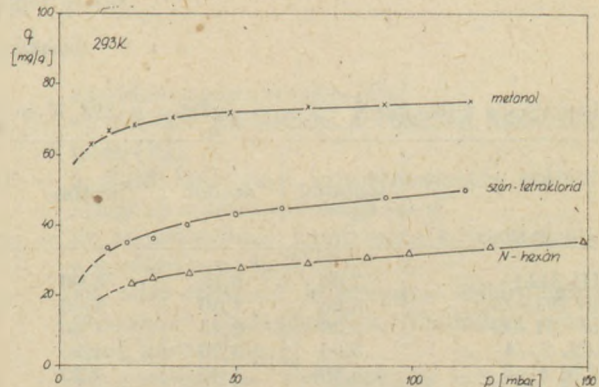
A vizsgált adszorbenseket különböző oldószerek gőzeivel érintkeztettük és gravimetriás módszerrel meghatároztuk az egyes oldószerek esetében az ad-



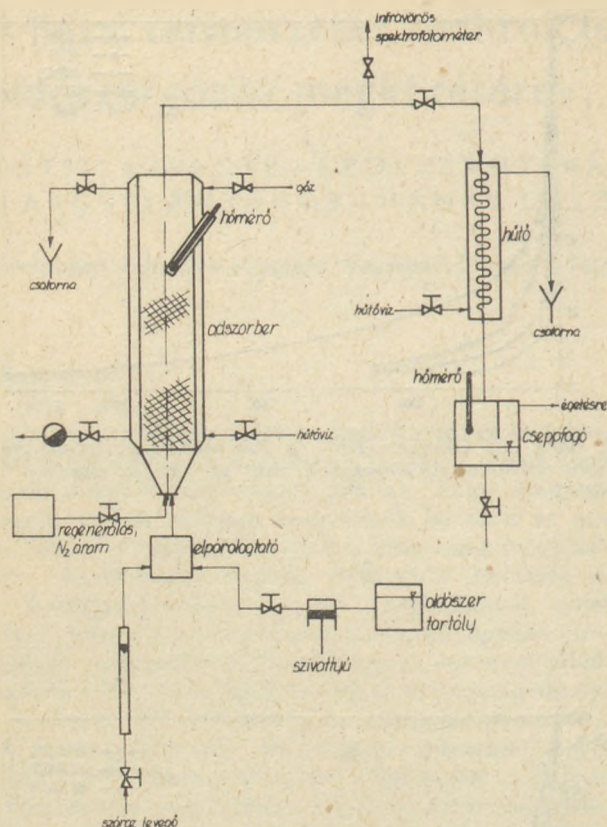
1. ábra. Az Országos Érc- és Ásványbányák természetes zeolitbázisú adszorbenseiről készült pórusméret-eloszlás görbék



2. ábra. Az MTA MŰKKI-ben készült természetes zeolit-alapú adszorbensek pórusméret-eloszlás görbéi



3. ábra. Az MH 8112 jelű adszorbensen 293 K-en meghatározott szorpciós egyensúlyi izotermák szén-tetraklorid, metanol, n-hexán esetében



1. ábra. Laboratóriumi méretű adszorber kapcsolási vázlata.

szorpciós- és deszorpciós egyensúlyi izotermákat. Az egyes oldószerek gőznyomását az oldószert tartalmazó tér termosztálásával állítottuk be a 250–290 K hőmérsékletintervallumban. A 250 K-nél alacsonyabb és a 290 K-nél magasabb hőmérsékletekhez tartozó gőznyomásokat a vizsgálatoknál nem állítottuk elő, mivel ennek gyakorlati szempontból nincs jelentősége. (Az oldószergőzök felszabadulása rendszerint szobahőmérsékleten következik be.)

Jellegzetes adszorpciós izotermákat mutatunk be az MH 8112 adszorbersre különböző oldószergőzök esetében a 3. ábrán. A jellegzetes izoterma-alakok a Brunauer féle osztályozás szerinti I. típusba tartozók valamennyi vizsgált oldószerre.

A szorpciós egyensúlyi vizsgálataink azt mutatták, hogy az adszorpció és a deszorpció között a vizsgált nyomástartományban histerézis nincs. A vizsgált

adszorbensekre nyolc különböző oldószerrel meghatározott adszorpciós kapacitások a mért izotermák $p/p_s = 0,1$ pontjában a 2. táblázatban találhatók. Az egyensúlyi adszorpciós kapacitásadatok alapján az MH 8112, az MS 792–G és az UFMCL 1–3 jelű adszorbenseket vizsgáltuk frontális adszorpciós mérésekkel a dinamikus kapacitások meghatározása céljából.

Frontális adszorpciós mérések

E vizsgálatok során olajmentesített levegőben ismert oldószergőz koncentrációt állítottunk be és ezt a gázegyleget vezettük a 210 mm adszorbersréteget tartalmazó 25 mm átmérőjű adszorberszlopra. Az oszlopból kilépő gázegyleg oldószergőz tartalmát Spektromom 2000 infravörös spektrofotométerrel határoztuk meg, előzetes kalibráció után. A mérésekhez használt zeolit adszorbenseket 770 K-en 8 órán át aktiváltuk. A méréseket – folyamatos elemzés mellett – mindaddig végeztük, amíg az oldószergőz a kilépő gázáramban kimutatható koncentrációban meg nem jelent. Ez a koncentráció a spektrofotométer érzékenységét figyelembe véve $1,5 - 6 \cdot 10^{-3}\%$ (V/V) volt.

Azt az időt, amikor az oldószergőz áttört az oszlopon, a védőhatás idejének nevezzük (t_v). Az adszorberszlop tömegváltozásából számoltuk az adszorbensek dinamikus kapacitását (q_a). Különböző tartózkodási időket alkalmazva vizsgáltuk az adszorpciós kinetika befolyását a védőhatás idejére. Az MH 8112, MS 792–G és UFMCL 1–3 adszorbensekkel metanol, acetón, benzol és szén-tetraklorid gőzök frontális adszorpciójával szobahőmérsékleten nyert kísérleti adatainkat a 3. táblázatban foglaltuk össze. Itt v_0 az üres oszlopra számolt átlagos áramlási sebessége a gáznak, ψ a dimenziómentes védőhatás, mely a védőhatás idejének és az átlagos tartózkodási időnek a hányadosa.

A táblázat adataiból levonható az a következtetés, hogy a természetes zeolitok jó hatásfokkal csak a kis molekulaméretű oldószergőzök megkötésére használhatók fel (a bemutatott oldószerek közül a metanolra). Nagyobb molekulák számára a zeolitkristallitok mikropórus-hálózata már nem hozzáférhető. Ilyen esetekben csak a kristallitok és a kísérő fázisok külső felülete működik. A relatív védőhatás-adatok

2. táblázat

Adszorpciós kapacitások $\%$ m/m értékben a 293 K-en mért izotermák $p/p_s = 0,1$ pontjában

	metanol	etanol	acetón	1,2 diklór-etán	n-hexán	benzol	ciklohexán	szén-tetraklorid
MH 8112	7,05	6,10	5,00	5,80	2,30	2,60	1,90	3,20
MS 792–G	5,65	4,80	3,90	4,40	1,90	2,30	1,75	2,50
KS 791–G	3,20	2,25	1,80	1,85	1,10	1,21	1,05	1,20
RCL 2–4	5,95	3,20	4,10	3,70	3,10	3,10	3,05	3,70
BCM 3–5	5,30	4,00	4,20	3,60	3,05	3,00	2,90	3,60
BoM 2–4	4,00	3,15	2,55	2,20	2,25	2,20	2,45	2,45
UFMCL 1–3	5,10	4,90	4,30	1,90	3,00	2,30	2,30	2,30
UTM 2–4	2,00	2,05	1,35	1,40	0,80	0,85	0,80	1,20

Frontális adszorpció vizsgálatok adatainak összefoglalása

Oldó- szerek	Para- méter	Adsorbensek											
		MH 8112				MS 792 – G				UFMCL 1 – 3			
Meta- nol	v_0	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1	0,22	0,61
	c_0	2,8	9,5	2,6	7,3	2,9	7,6	2,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8
	ψ	1200	343	1171	429	1171	457	1086	371	102	76	53	54
	q_d	50	47	45	42	46	44	39	36	12	9	6	5
Ace- ton	v_0	0,05		0,1		0,05		0,1		0,05		0,05	
	c_0	4,2		2,7		4,2		2,5		4,4		16,6	
	ψ	18		24		26		29		43		13	
	q_d	2		2		3		2		5		6	
Ben- zol	v_0	0,025		0,05		0,025		0,05		0,025		0,05	
	c_0	2,5		1,6		2,8		1,6		7,5		1,9	
	ψ	37		29		48		33		36		31	
	q_d	3		2		5		2		9		2	
Szén- tetra- klorid	v_0	0,025		0,05		0,025		0,05		0,025		0,05	
	c_0	2,5		1,8		2,5		1,9		7,5		2,1	
	ψ	22		33		27		29		21		26	
	q_d	4		4		4		4		10		4	

alapján az MH 8112 és MS 792 – G jelű adszorbensek a leghasználatóbbak.

Az UFMCL 1–3 anyag metanolra vonatkozó dinamikus kapacitása csupán 25%-a az egyensúlyi értéknek, ami jelentős anyagátviteli gátlásra utal. Kitűnik ez abból is, hogy a fluid fázis sebességének a növelése a dinamikus kapacitás további csökkenését eredményezi ennél az adszorbensnél. Az áramlási sebesség növekedésével az MH 8112 és az MS 792 – G adszorbenseknél is jelentkezik a dinamikus kapacitás kismértékű csökkenése, azonban ez gyakorlati szempontból már elfogadható érték. (Aktívszén adszorbensek esetében a Chemvicon cég adatai szerint 0,05–0,4 m/s az alkalmazott üres keresztmetszeti áramlási sebesség [11].)

A frontális adszorpció mérések adatai alapján laboratóriumi méretű berendezést alakítottunk ki metanolgőz adszorptív megkötésére és visszanyerésére. A készülék vázlata a 4. ábrán látható. A köpeny-oldal gőzzel fűthető, és csapvízzel hűthető. Az adszorpció oszlop méretei: átmérő – 50 mm, hossz – 1000 mm. Ilyen méretek mellett a 150 °C-ra történő felfűtés szobahőmérsékleten 10–12 perc alatt lehetséges, és ugyanennyi idő elegendő a 20 °C-ra való visszahűtésre is. A deszorpció enyhe inertgáz áramban történt. A kísérlethez használt levegőt és nitrogént 5A zeolittöltettel előzetesen vízmentesítettük.

Az oldószermentesítő berendezés működésének jellemző adatai:

Szennyezett gáz betáplálása – 640 dm³/h

$c_0 = 3,91\%$ (V/V) metanolgőz

Adsorbens tömege – 1806,3 g MH 8112

Átlagos tartózkodási idő: $t_0 = 10$ s

Védőhatás ideje, $t_v = 144$ min

Kilépő áram metanol koncentrációja 144 min-nál ~50 ppm

Az oszlopon felhalmozódó metanol tömege az anyagn mérleghől 88,5 g.

Az adszorpció oszlop regenerálását 90 percig, 420 K-en végeztük. A felfűtésre és visszahűtésre 15–15 percet hagytunk. A deszorpció periódusban 70 dm³/h öblítő nitrogénáramot használtunk, melyből a deszorbeált metanolt csapvizet hűtőben kondenzáltattuk le. A kondenz mennyiségéből a visszanyerés határfoka 55%-nak adódott, melynek további növelése az öblítőgáz hőmérsékletének csökkentésével nehézség nélkül lehetséges. Gazdaságosabb azonban két oszlop párhuzamos működtetése esetében az öblítőgáz maradék metanol-tartalmát adszorberbe történő recirkuláltatással visszanyerni. Az ismételt regenerálás az oszlop teljesítőképességét nem csökkentette.

Köszönetnyilvánítás. A szerzők megköszönik dr. Pataki Károly tudományos munkatársnak és dr. Sziklai Géza adjunktusnak a kísérletekhez nyújtott segítségüket.

Jelölések

- p – az oldószer gőz nyomása [Pa]
- p_s – az oldószer gőzténziója a vizsgálat hőmérsékletén [Pa]
- v_0 – a fluid fázis üres keresztmetszetre számolt átlagos áramlási sebessége [m/s]
- c_0 – az adszorbeálódó komponens koncentrációja a gázfázisban [% (V/V)]
- q_d – az adszorbeálódó komponens szilárdfázisra vonatkozó koncentrációja dinamikus viszonyok között [mg/g]
- ψ – dimenziómentes védőhatás, $\psi = t_v/t_0$, ahol
- t_v – a védőhatás (a front áttörésének) ideje [s]
- t_0 – adott oszlophosszhoz tartozó átlagos tartózkodási ideje a fluid fázisnak [s]

- [1] Ivey, L. R.: Proceedings Annual Meeting – Air Pollution Control Association, 1979, 72, 1, 79 – 10.06. 1 – 15
- [2] Welther K.; Fuchs P.; Sebestyén Zs.; Szepessy L.: Gyártástechnológia, 1977, XVII., 4, 165 – 168
- [3] Pilar, A.: Maschinenmarkt, Würzburg, 1971, 87, 17, 283 – 286
- [4] Palmer, C., S.; O Conell, W. L.; Basdekis, H. S.: Chem. Eng. 1979, 86, 28, 58 – 70
- [5] Hsu, H. H.; Wang, K. B.; Fan, L. T.: Separation Science, 1976, 11 2, 109 – 132
- [6] Pfeifferle, K. H.; Baucherne, G.: Wasser, Luft, Betrieb, 1979, 23, 4, 40 – 41
- [7] Schlosser, E. G.: Berichte der Bunsen – Gesellschaft für Physicalische Chemie, 1971, 75, 1092 – 1100
- [8] Grubner, O.; Jiru, P.; Ralek, H.: Molekularsiebe, VEB Deutsche Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1968, 88 – 100
- [9] Breck, D. W.: The Properties and Applications of Zeolites, The City University, London, April 18 – 20, 1979 (edit.: Townsend, R. P.), 391 – 422.
- [10] Mátyás E. (szerk.): Kutatási Partner Tájékoztató, Miskolci Akadémiai Bizottság, Országos Érc- és Ásványbányák, 1980
- [11] Chemviron gyártmányismertető, Chaussee de Waterloo 1135 B-1180 Bruxelles, Belgium

Kotsis Levente – Szolcsányi Pál – Kutics Károly – Argyelán János – Hanák László: A hazai természetes zeolitok felhasználhatósága oldószergőzők megkötésére

A közlemény tokajhegyaljai zeolitosodott riolittufából őrléssel és egyszerű kémiai kezeléssel, valamint granulálással előállított adszorbensek alkalmazhatóságát vizsgálja oldószerek gőzeinek megkötésére környezetvédelmi célból. Adszorpciós egyensúlyi, frontális adszorpciós mérésekkel azt az eredményt kapják, hogy metanolgőz megkötésére és visszanyerésére a mordenittartalmú kőzet aprítványa alkalmas, ha az oldószergőzzel szennyezett levegő vízgőzt és széndioxidot nem tartalmaz. Példát mutatunk be nagylaboratóriumi (m^3/h) készülék adatai alapján.

Кочини, Л.-не – Солчани, П. – Кутич, К. – Арделан, Я. – Ханак, Л.: Возможности использования отечественных естественных зеолитов для связывания паров растворителей

В статье описываются испытания возможностей применения для связывания паров растворителей адсорбентов, изготовленных из zeолитовых риолитовых руд токай-

хедьского месторождения. Связывание паров растворителей важно с точки зрения защиты окружающей среды. На основании адсорбционных равновесных, адсорбционных фронтальных измерений было установлено, что для связывания метанолового пара и его утилизации пригодна измельченная порода, содержащая мordenит в том случае, если воздух, загрязненный растворителем, не содержит водяных паров и двуокиси углерода. Приводятся результаты испытаний, проведенных на крупногабаритном лабораторном приборе ($\text{м}^3/\text{час}$).

Kotsis, Levente – Szolcsányi, Pál – Kutics, Károly – Argyelán, János – Hanák, László: Anwendbarkeit heimischer natürlicher Zeolite für die Abbindung von Lösungsmitteldämpfe

Es wurde die Anwendbarkeit granulierter Adsorbente – die aus vernahnten und chemisch behandelten Riolit-tufen von Tokajhegyalja mit beträchtlicher Menge an Zeolit hergestellt wurden – für die Abbindung verschiedener Lösungsmitteldämpfe zwecks des Umweltschutzes untersucht. Auf Grund von Adsorptionsgleichgewicht, und frontalen Adsorptionsmessungen nachgewiesen wurde, dass das zerkleinerte Mordenithaltige Gestein für die Abbindung und Zurückgewinnung des Methanoldampfes geeignet ist, wenn die mit Lösungsmitteldämpfen verschmutzte Luft Wasserdampf und Kohlen-dioxid nicht enthält. Es werden Beispiele anhand der Labormessungen (m^3/h) gezeigt.

Kotsis, Levente – Szolcsányi, Pál – Kutics, Károly – Argyelán, János – Hanák, László: Application of Hungarian Zeolites for the Adsorption of Solvent Vapours

Adsorbents were made of zeolite-containing rhyolite tuff (of the Tokaj, NE-Hungary region) by comminution, simple chemical treatment and nodulising. Such adsorbents can be well used for the adsorption and desorption of methanol vapours, the former being of importance for environmental, the latter for economic reasons. Adsorption was measured by equilibrium and frontal methods. Mordenite-containing rocks can be well used for said purposes if no CO_2 and/or H_2O is present in the solvent vapour laden air. An example is given bases on a semi-pilot apparatus (throughput 1 m^3/h).

A világ szilikátiparából

A karbonszál jövője

A szénelalapú szigetelőszálnak kezdetben fényes jövőt jósoltak a tűzállóipar szakemberei. A vegyi úton történő kerámiaszál gyártásnak évi 40% növekedést jósoltak. Egy újabb tanulmány a következő tíz évre évi 17–20% termelési növekedéssel számol. Számolni lehet azzal, hogy a kisebb gyártók kiesnek a piacról, mert csak a nagy termelők bírják kívánni, amíg a kerámiaszál ára isnét a termelési költségek fölé emelkedik. Jelenleg feltehetően csak a legnagyobb amerikai termelő, a Hercules Co. termel nyereséggel. Európában három termelőüzem indítását tervezték az 1980-as évekre. Ezek közül a Pechiney 1000 t/év kapacitású üzemét, amely ugyancsak Hercules kooperációjával

készült, nemrég állították le. A másik két üzem (Enka és Toko Rayon Company, valamint Elf Aquitaine és Toray Industries kooperáció) építése még folytatódik és az Elf/Toray létesítmény üzembehelyezési időpontja 1985. második fele. Az európai szakértők egyetértenek abban, hogy kerámiaszálnak pillanatnyilag felesleges kapacitások vannak, de nem látják sötétén a jövőt. A Celanese és az amerikai Cyanamid poliakrilonitril (PAN) gyártására hoztak létre kooperációt, amely anyag a karbonszál kiinduló anyaga. Az egyik fő felhasználó az úrhajózás. Jelenleg az Union Carbide az USA egyetlen szénszálgyártója, aki saját gyártású poliakrilonitrilből indul ki.

(Industrial Minerals, 1984. 1.)

Földpátszállítás Dániába új termelőtől

A Potash Company of America tulajdonában levő, nemrég beindított New Brunswick bánya az egyetlen kanadai bánya, amely nem tartozik a kanadai Canpotex földpát-export kartellhez – megkezdte a próbaszállítást a dán Superfos cégnek. A dán cég korábban 100 000 t mennyiségű földpátot vásárolt évente Észak-Amerikából és bejelentette, hogy az 500 tonnás próbamennyiség után nagyobb tételeket fog megrendelni a New Brunswick bányából.

(Industrial Minerals, 1983. november)

Üvegek antimon(III)-oxid tartalmának meghatározása

FODORNÉ SZÖRÉNYI MÁRTA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Szilikátok összetételének pontos ismeretéhez gyakran van szükség az antimon-tartalom meghatározására. Az antimon(III)-oxidot az üvegiparban kémiai derítőanyagként és üvegnyersanyagként alkalmazzák. Használják továbbá, mint színezőanyagot a kerámiaiparban is.

Az antimon *tömegszerinti* analízise általában kénhidrogénes lecsapással történik, mert ez számos kationtól való elválasztást is biztosít [1, 2]. Szerves lecsapószerkek alkalmazásával kidolgozott meghatározási módszerek kevésbé jó eredményeket adnak. Meghatározható az antimon különböző *térfogat*os módszerekkel is, pl. jodometria, bromatometria stb. [2, 3, 4, 5]. A klasszikus analitikai módszerek mellett a laboratóriumok műszerezettségével lehetőség van az antimon *atomabszorpció*s (AAS) [6, 7], *fotometriás*, stb. meghatározására is [5, 8, 9].

Üvegek, üvegzmáncok antimon-tartalma a felhasználás céljától függően általában 0,1–2% között változik. A tömegszerinti és térfogatoss eljárások a < 2% Sb_2O_3 tartalom meghatározására csak tájékoztató jellegűek. Tekintettel arra, hogy atomabszorpcióss berendezéssel még kevés szilikátipari laboratórium rendelkezik, az antimon-tartalom meghatározására fotometriás módszert választottunk.

A vizsgálatra kerülő minták többnyire bonyolult összetételű, sokkomponensű rendszerek, így megvizsgáltuk a mintaoldatban jelenlevő egyéb kationok esetleges zavaróhatását is.

A továbbiakban a kálium-jodid reagenssel végzett antimon-meghatározás során szerzett tapasztalatainkat ismertetjük.

Kísérleti rész

A meghatározás elve

Az antimon-ionok savas közegben, jodid-ionokkal sárga színű komplexet képeznek, amely 425 nm-en fotometrázható.

Megvizsgáltuk a mintaoldatban jelenlevő kationok zavaróhatását. Megállapítottuk, hogy a Cr, Co, Cd, Mn, Al és Ti tízszeres, a Fe, Cu és Sn ötszörös feleslege még nem zavarja a meghatározást. Az antimon meghatározásához a mintákat — a későbbiekben részletezett módon — hidrogénfluorid, salétromsav, kénsav keverékében tártuk fel. Bárium- és ólonitartalmú mintáknál a kivált bárium- és ólom-szulfátot néhány órás állás után leszűrtük és a szűrlethől végeztük az antimon fotometriás meghatározását.

A meghatározáshoz szükséges vegyszerek és készülék

hidrogén-fluorid (HF), 40%-os
salétromsav (HNO_3), tömény

kénsav (H_2SO_4), 1+1 és 1+3 hígítású oldat
kálium-jodid — aszkorbinsav reagens oldat

készítése: 140 g kálium-jodidot és 10 g aszkorbinsavat desztillált vízben oldjunk fel, majd 1000 cm^3 -s mérőlombikban desztillált vízzel töltsük jelig.

antimon standard oldat, (0,1 mg $\text{Sb}_2\text{O}_3/\text{cm}^3$)

készítése: 0,100 g 110 °C-on kiszáritott, alt. tisztaságú Sb_2O_3 -t oldjunk fel 50 cm^3 1+1 hígítású kénsavban és 1000 cm^3 -s mérőlombikban desztillált vízzel töltsük jelig.

A standard oldatot műanyag edényben kell tárolni.

vak oldat, készítése: 1000 cm^3 -s mérőlombikba töltött 500 cm^3 desztillált vízhez öntsünk óvatosan 50 cm^3 1+1 hígítású kénsavat, hűtsük szobahőmérsékletre és desztillált vízzel töltsük jelig.

fotométer, melynek optikai rendszere lehetővé teszi a mérést 425 nm hullámhosszon.

A meghatározás menete

1. Hitelesítő egyenes készítése:

Az antimon standard oldathól mérjük 0 — 2 — 5 — 7 — 10 — 15 — 20 — 25 cm^3 -t 100 cm^3 -s lombikokba. Egészítsük ki az oldatok térfogatát a vak oldattal 25 cm^3 -re. Pipetázzunk mindegyik lombikba 25 cm^3 reagens oldatot és 1+3 hígítású kénsavval töltsük jelig. Néhány perces várakozás után mérjük az így elkészített oldatok fényelnyelését 1 cm-es küvétában 425 nm hullámhosszon. Összehasonlító oldatként a 0-s oldatot használjuk. Az összetartozó abszorbancia-koncentráció értékekkel lineáris regressziószámítást végezzünk. Előprogramozott kézi, asztali számológéppel (pl. PTK 1030, PTK 1096) a függvény paraméterei minden probléma nélkül kiszámíthatók.

Új reagens-oldatok készítésekor mindig új hitelesítést kell végezni.

2. A mintaoldat előkészítése a méréshez

Mérjük a 110 °C-on kiszáritott mintából — az antimon-tartalmától függően — max. 1,00 g-ot platina tálba (térfogata kb. 75 cm^3). Adjunk hozzá 5 cm^3 tömény salétromsavat, 5 cm^3 1+1 hígítású kénsavat és 10 cm^3 hidrogén-fluoridot. Hevítsük a platinátál tartalmát a kénsavfüst megjelenéséig. Hűtsük le, majd adjunk hozzá kb. 25 cm^3 desztillált vizet, mossuk a platinátál tartalmát 100 cm^3 -s mérőlombikba és desztillált vízzel töltsük jelig. (Ha a minta ólmot, vagy báriumot tartalmaz, a csapadékot le kell szűrni). Az így kapott 100 cm^3 -s mintaoldatból mérjük 25 cm^3 -t (max. 2,5 mg Sb_2O_3 -t) 100 cm^3 -s lombikba, adjunk hozzá 25 cm^3 reagens oldatot és 1+3 hígítású

kénsavval töltjük jelig. Összehasonlító oldatként a vak-oldatból és a reagens-oldatból, a minta-oldathoz hasonlóan készített oldatot használjunk. Az oldat fényelnyelését 1 cm-es küivettában, 425 nm hullámhosszon mérjük.

A kiértékelés a hitelesítő egyenes adataiból számolt egyenlettel történik. Az antimon(III)-oxid tartalmát tömeg %-ban az alábbi képlettel számítjuk:

$$\text{Sb}_2\text{O}_3 = \frac{m_1 \cdot H}{m \cdot 10}, \text{ ahol}$$

- m_1 a hitelesítő egyenes egyenlete segítségével kiszámolt Sb_2O_3 tömege (mg)
 m a törzsoldat készítéséhez bemiért minta tömege (g)
 H a hígítás

A kísérleti eredmények értékelése

A mérési eredmények pontosságának ellenőrzésére — miután csak egy nemzetközi (NBS) standard mintával rendelkezünk — ismert antimon(III)-oxid tartalmú mintasorozatot készítettünk. A hazai üvegek közül kiválasztott orosházi fehér öblösüvegből J.M.C. Specpure Sb_2O_3 hozzá mérésével 0,5 — 1,0 — 1,5 — 2,0% Sb_2O_3 -t tartalmazó mintákat készítettünk.

Az így készített üvegek antimon(III)-oxid tartalmát meghatároztuk atomabszorpciós és fotometriás módszerrel. Az eredményeket és azok százalékos szórását az 1. táblázatban foglaltuk össze. A mérési eredmények jól megközelítették a várt értékeket.

1. táblázat

Standard minták Sb_2O_3 tartalma

Minta jele	Várt érték %	fotometriás módszer		atomabszorpciós eljárás	
		%	$\pm s\%$	%	$\pm s\%$
1	0,5	0,50	3,05	0,48	4,44
2	1,0	0,97	2,01	1,03	3,78
3	1,5	1,44	1,12	1,45	3,28
4	2,0	1,92	0,90	2,04	3,07
NBS 710	1,1	1,08	1,48	1,12	3,52

Megjegyzés: a százalékos szórás számítása az

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$s\% = \frac{\pm s \cdot 100}{\bar{x}} \text{ képletekkel történt}$$

2. táblázat

Különböző típusú üvegek Sb_2O_3 tartalma

Minta jele	fotometriás módszer		atomabszorpciós eljárás	
	%	$\pm s\%$	%	$\pm s\%$
1	0,23	4,25	0,28	4,80
2	0,35	3,61	0,42	4,65
3	0,76	2,98	0,81	3,20
4	1,10	1,22	1,23	2,53
5	1,60	1,10	1,58	2,15

Vizsgálataink során hét párhuzamos meghatározást végeztünk. A különböző típusú üvegek Sb_2O_3 tartalmára kapott eredményeket és azok százalékos szórását a 2. táblázatban foglaltuk össze. A fotometriás meghatározás a minta oldásához szükséges idővel együtt kb. 3—4 órát vesz igénybe.

A klasszikus módszereknél gyorsabb, pontos és megbízható eredmények alapján a fotometriás módszer rutinszerűen alkalmazható a szilikátipari laboratóriumokban.

IRODALOM

- [1] Erdey, L. (1960): A kémiai analízis súlyszerinti módszerei II. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [2] Research into Glass, Vol 2. (1970) Glass Research Center PPG Industries, Pittsburgh.
- [3] Schulek, E., Szabó, Z. L. (1966): A kvantitatív analitikai kémia elvi alapjai és módszerei Tankönyvkiadó, Budapest.
- [4] Erdey, L. (1962): Bevezetés a kémiai analízisbe, II. rész Térfogatos analízis Tankönyvkiadó, Budapest.
- [5] Tamás, F. (1970): Szilikátipari laboratóriumi vizsgálatok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [6] Price, W. J. (1977): Atomabszorpciós spektrometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [7] Guadagnino, E., De Diana, G. (1978): Rivista della Staz. Sper. Vetro 5 215.
- [8] Völker, H., Schwarz, G. (1971): Silikattechnik 22, 44.
- [9] Upor, E., Mohai M.-né, Novák, Gy. (1978): Fotometriás nyomelemzési módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

Fodor né Szörényi Márta: Üvegek antimon(III)-oxid tartalmának meghatározása

Az Sb_2O_3 tartalom meghatározását a savas (hidrogén-fluorid, salétromsav, kénsav) feltárás után kapott törzs-oldatból fotometriás módszerrel kálium-jodid reagenssel 425 nm hullámhosszon végeztük. A meghatározás 3—4 órát vett igénybe. A meghatározás százalékos szórása a minta tartalmától (0,2—2%) függően 1—4% között változott.

Фодорне, С. М.: Определение содержания окиси сурьмы (III) в стеклах

Определение содержания Sb_2O_3 было проведено фотометрическим методом с реагентом иодидом калия при длине волны 425 мн из маточного раствора, полученного после кислотного сплавления (фтористый водород, азотная кислота, серная кислота). Определение продолжается 3—4 часа. Процентный разброс определения в зависимости от содержания проб (0,2—2%) изменяется в интервале 1—4%.

Frau Fodor, Szörényi, Márta: Bestimmung des Gehaltes an Antimon(III)-Oxid in Gläser

Die Bestimmung des Sb_2O_3 wurde nach einem säueren Aufschluss (Hydrogen-Fluorid, Salpetersäure, Schwefelsäure) aus einer Stammlösung mit dem photometrischen Methode mittels Kalium-Jodid Reagent bei einer Wellenlänge von 425 mн durchgeführt.

Die Dauer der Bestimmung beträgt 3-4 Stunden.

Die prozentuale Streuung der Bestimmung beträgt 1—4% abhängig von dem Antimon Gehalt der Probe (0,2—2%).

Szörényi, Márta (Mrs. Fodor) Determination of Antimony(III) Oxide Content of Glasse

Attack the glass by acids (hydrofluoric-, nitric- or sulfuric-acid) and determine Sb_2O_3 content by the photometric method at 425 mн wavelength using potassium iodided as a reagent. Duration of determination: 3-4 hrs., standard deviation (depending on the Sb-O- content of the sample, usually between 0.2—2.0%) 1—4%.

Bitumen-mészkőliszt keverékek dinamikai viszkoelasztikus jellemzői

PRITZ TAMÁS — ZAKAR PÁL

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

1. Bevezetés

A dinamikai igénybevételnek kitett aszfalt útburkolatok rugalmas viselkedését alapvetően meghatározza a kötőanyag bitumen dinamikai rugalmas és viszkózus tulajdonsága [1]. Ezért szükséges foglalkozni a bitumenek dinamikai viszkoelasztikus viselkedésének tanulmányozásával. Ezirányú munkánk eredményeit korábbi közleményeinkben [2, 3] ismertettük. A munka folytatásaként bitumen-töltőanyag keverékek viszkoelasztikus viselkedését vizsgáltuk a bitumenek kutatására kifejlesztett módszerekkel. Ilyen keverékek tanulmányozásával korábban már foglalkoztunk, de csupán azok viszkozitását vizsgáltuk és csak a nagyobb 90 °C feletti hőmérsékleteken [4]. Ez utóbbiakhoz hasonló vizsgálatokat később más szerzők [5–7] is végeztek, de szintén csak a nagyobb hőmérsékleteken. Ebben a közleményben az a célunk, hogy összefoglaljuk azokat az eredményeinket, amelyeket a bitumen-mészkőliszt keverékek dinamikai viszkoelasztikus viselkedésének vizsgálatánál kaptunk – 20 °C és 20 °C között.

2. Vizsgálati anyagok

Vizsgálatainkhoz a magyar útépitési bitumen szabvány szerinti SzB–90, B–45 és Sz–30-as csoportokba tartozó mintákat használtuk fel. A bitumenek hagyományos vizsgálatainak adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze. A bitumenek viszkozitását a vonatkozó ASTM előírás szerinti kapilláris viszkoziméterekkel határoztuk meg. Látható, hogy a táblázat első oszlopától a harmadik felé haladva a vizsgált bitumenek penetrációja egymáshoz viszonyítva csökken, ugyanakkor a 60 °C-on, illetve a 135 °C-on mért viszkozitása nő.

A fenti bitumenek felhasználásával a vizsgálat-sorozat keretében bitumen-mészkőliszt keverékeket készítettünk 1 : 1, 1 : 1,5 és 1 : 2 arányban. A dorogi származású mész-kőlisztet átszitáltuk, úgy, hogy a keverék készítésénél csak a 0,09 mm-es szitán áthulló rész került felhasználásra – annak szárítása után. A bitumen-mészkőliszt keverékek adatait a 2. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban a szokásos jellemzőkön kívül feltüntetettük a Rheo-

1. táblázat

A vizsgálatához felhasznált bitumenek adatai

Bitumen csoport	SzB – 90	B – 45	SzB – 30
Penetráció 25 °C-on 0,1 mm	74	37	23
Duktilitás 25 °C-on cm	150 f	150 f	52
Lágyuláspont [°C]	47,5	55	63,5
Töréspont [°C]	– 12	– 8	– 11
Sűrűség 25 °C-on	1,020	1,034	1,026
Aszfaltén tar- talom [%]	13,8	17	20,6
Tömegváltozás [%]	Ø	0,2	Ø
Viszkozitás [Pa. s]			
60 °C-on	144	526	2470
135 °C-on	0,34	0,58	1,27

2. táblázat

A bitumen – mész-kőliszt keverékek adatai

Vizsgálatok	Bitumen	SzB – 90			B – 45			SzB – 30		
	Arány Jelölés	1 : 1 90/1	1 : 1,5 90/2	1 : 2 90/3	1 : 1 45/1	1 : 1,5 45/2	1 : 2 45/3	1 : 1 30/1	1 : 1,5 30/2	1 : 2 30/3
Sűrűség 25 °C-on		1,461	1,600	1,729	1,5	1,641	1,76	1,483	1,637	1,762
Lágyuláspont [°C]		52,5	60	63	61	64	71,5	69	73	80
Penetráció 25 °C-on 0,1 mm		38	25	23	31	24	16	14	11	7
Látszólagos viszkozitás [Pa. s]										
90 °C-on		23	85	105	59	125	349	171	439	1098
110 °C-on		52	20	28	11	28	73	30	65	137
135 °C-on		1,2	4,7	6,6	2,5	5,5	17	5,5	12	33

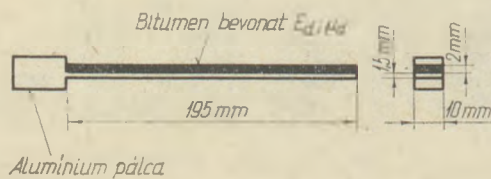
mat 15 rotációs viszkoziméterrel a nagyobb hőmérsékleteken kapott viszkozitás értékeket. Az egyes méréseket közel azonos forgási sebességen határoztuk meg. Ezek csak látszólagos értékeknek tekinthetők, azonban az adatok így is jól mutatják az egyes keverékek egymástól eltérő viszkozitását a nagyobb hőmérsékleteken.

3. A dinamikai viskoelasztikus jellemzők vizsgálata

Ismeretes, hogy a dinamikai erőhatásnak kitett viskoelasztikus anyag rugalmas és viszkózus tulajdonságait a komplex rugalmassági modulusal, vagy a komplex viszkozitással lehet számszerűen megadni [8]. Ezeket összefoglalóan dinamikai viskoelasztikus jellemzőknek nevezzük. Az anyag tisztán rugalmas és viszkózus tulajdonságát a fenti két jellemző valós részével, a dinamikai rugalmassági modulusal (E_d) és a dinamikai viszkozitással (μ_d) célszerű jellemezni, amelyeket a hőmérséklet és a frekvencia függvényében kell ismerni. A bitumen és a bitumenes keverékek viskoelasztikus viselkedésének jellemzésére itt is ezeket használjuk.

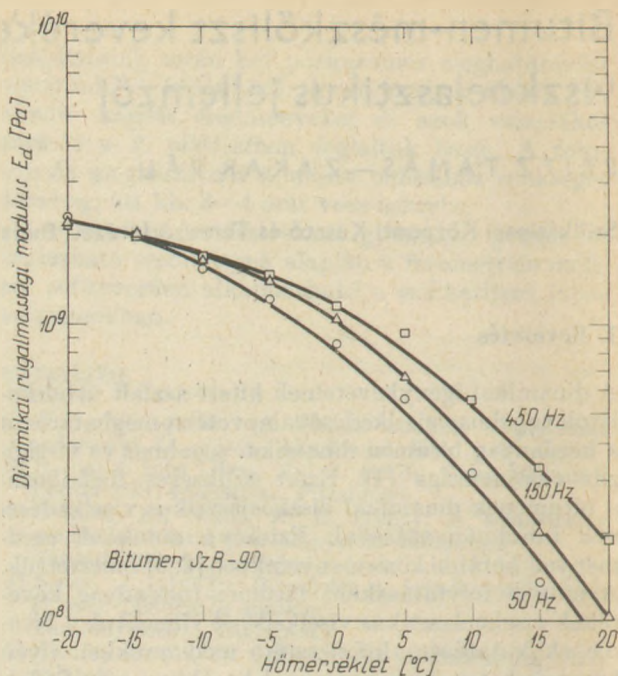
A fenti dinamikai jellemzők vizsgálatát az ún. bevont pálca módszerrel végeztük. Ennek a módszernek az a lényege, hogy a vizsgálandó anyaggal egyenletes vastagságban bevonjuk egy négyzetkeresztmetszetű pálca egyik oldalát és a hajlítórezonancia rezgések vizsgálatával meghatározzuk előbb a fém, majd a bevont pálca dinamikai jellemzőit. Ezek ismeretében a bevonat jellemzőit számítani lehet.

Vizsgálatainkhoz a Brüel-Kjaer cég 3930 típusú berendezését (Complex Modulus Apparatus) használtuk [9]. A készüléket klímakamrában helyeztük el a hőmérséklet függvényében történő vizsgálathoz. A bevont pálca vázlatát és jellemző méreteit az 1. ábrán adjuk meg. Méréseket a $-20 \dots +20$ °C hőmérséklettartományban végeztünk 5 °C-os lépésekben, a kb. 20 Hz...500 Hz frekvenciatartományban.

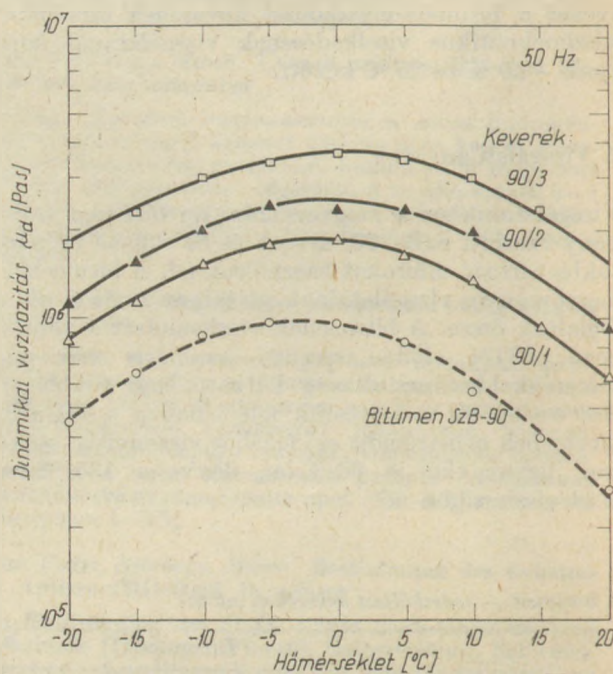


1. ábra. Próbatest a dinamikai viskoelasztikus jellemzők meghatározására

A vizsgálati módszer elvi alapjait és a dinamikai jellemzők számítására szolgáló összefüggéseket itt nem ismertetjük, mert azok leírása több helyen is megtalálható [9–14]. A vizsgálatoknál használt műszerek és a mérési elrendezés azonos volt azzal, amit egy korábbi munkánkban részletesen közöltünk [14]. Szintén korábban részletesen foglalkoztunk a vizsgálat hibaanalízisével [14], valamint a bevont pálca tervezésének módjával [15], amely munkánk eredményeit ezen kutatás során közvetlenül felhasználtuk. A kutatás keretében viszont



2. ábra. Az SzB-90 bitumen dinamikai rugalmassági modulusa a hőmérséklet függvényében



3. ábra. Az SzB-90 bitumen dinamikai viszkozitása a hőmérséklet függvényében

tovább foglalkoztunk a vizsgálat pontosságának és megbízhatóságának vizsgálatával. Azonos körülmények között megismételt vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy a bitumenek, és a keverékek dinamikai jellemzőit legalább három próbatesten kell ismételtén meghatározni ahhoz, hogy a mészkoliszt hatását megbízhatóan ki lehessen mutatni.

4. Vizsgálati eredmények és azok megvitatása

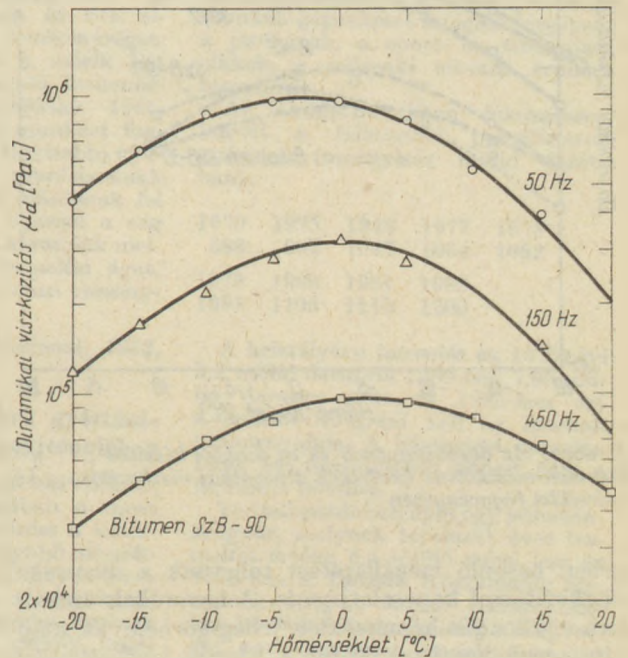
Az alábbiakban a magyar útépitésben legnagyobb mennyiségben használt SzB-90 bitumenre, illetve az abból készült keverékekre kapott eredményeinket ismertetjük és értékeljük. Az alapbitumen dinamikai modulusát és dinamikai viszkozitását a 2. és 3. ábrán adjuk meg a hőmérséklet függvényében $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ között, az 50 Hz, 150 Hz és 450 Hz mérési frekvenciákra. A keverékek dinamikai jellemzőit a jó áttekinthetőség kedvéért csak az útburkolat igénybevételéhez legközelebb álló 50 Hz-re adjuk meg a 4. és 5. ábrákon. Ugyanitt feltüntettük az alapbitumen adatait is – az összehasonlíthatóság kedvéért.

Az alapbitumenre kapott eredmények jó összhangban vannak a bitumenek dinamikai viskoelasztikus viselkedésére korábban levont következtetéseinkkel [2, 3]. Látható, hogy a dinamikai modulus értéke nő a hőmérséklet csökkenésével és a frekvenciától függetlenül azonos értékhez tart. A dinamikai viszkozitásnak pedig maximuma van a hőmérséklet függvényében. A maximum annál alacsonyabb hőmérsékleten van, minél kisebb a frekvencia.

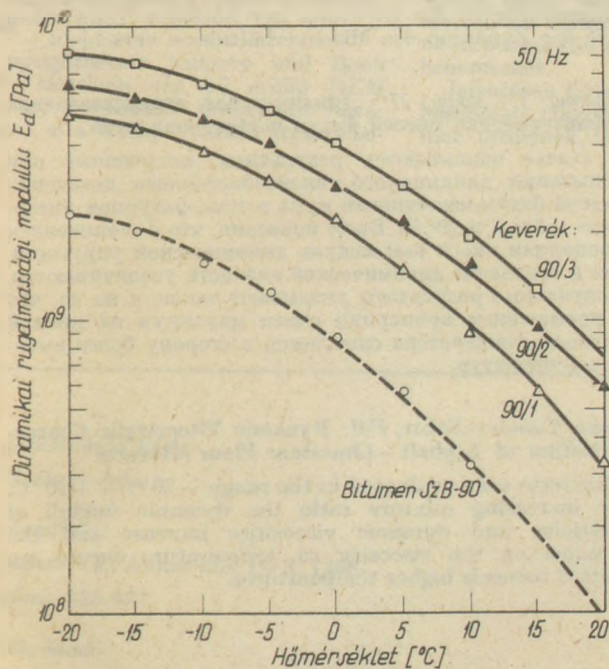
A 4. és 5. ábrán jól látható, hogy a keverékarány növelésével nő mind a dinamikai rugalmassági modulus, mind a dinamikai viszkozitás értéke. A dinamikai modulus-hőmérséklet görbék önmagukkal párhuzamosan felfelé tolódnak el a keverékarány növelésével. A dinamikai viszkozítás-hőmérséklet görbék alapján megállapíthatjuk továbbá, hogy a keverékarány növelésével a viszkozitás maximuma eltolódik a nagyobb hőmérséklet irányába.

A 6. és 7. ábrán érdekességgéppen megadtuk a három különböző bitumenből készült „2” jelű keverékek dinamikai modulusát és dinamikai visz-

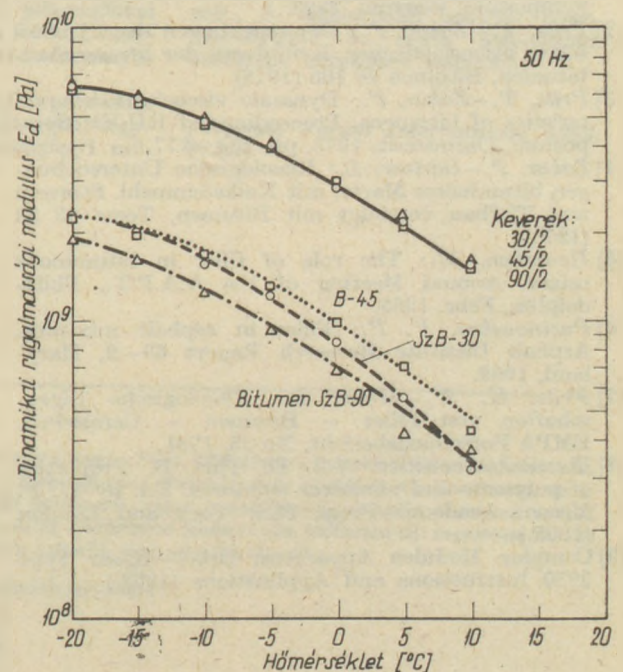
kozitását ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ között). Az összehasonlíthatóság kedvéért az ábrákon feltüntettük a bitumenek modulusát és viszkozitását is. A 6. ábrán jól látható, hogy míg az alapbitumenek dinamikai modulusa között jól érzékelhető különbség van, addig ezen bitumenekből készült azonos arányú keverékek dinamikai modulusa gyakorlatilag azonos a $-20\dots+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklettartományban. Lénye-



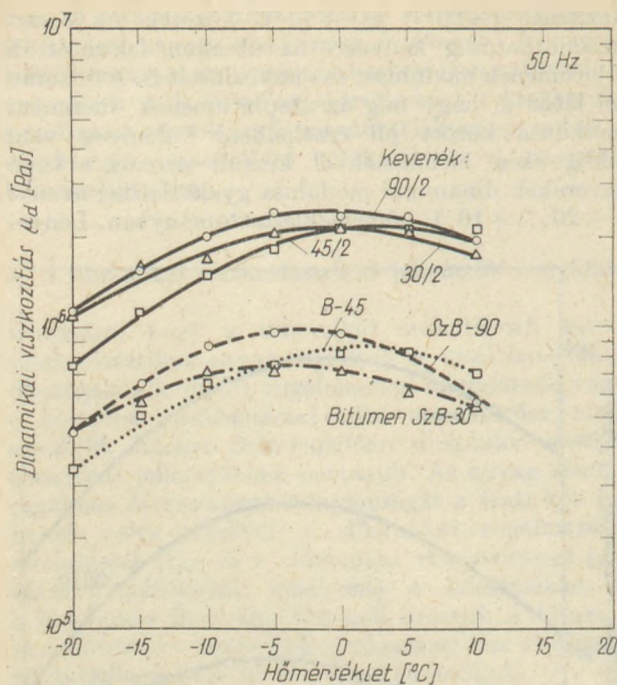
5. ábra. Az SzB-90 bitumen és a bitumen-mészköliszt keverékek dinamikai viszkozitása a hőmérséklet függvényében



4. ábra. Az SzB-90 bitumen és a bitumen-mészköliszt keverékek dinamikai rugalmassági modulusa a hőmérséklet függvényében



6. ábra. Az alapbitumenek és az azokból készített „2” jelű bitumen-mészköliszt keverékek dinamikai rugalmassági modulusa a hőmérséklet függvényében



7. ábra. Az alapbitumenek és az azokból készített „2” jelű bitumen-mészkeverékek dinamikai viszkozitása a hőmérséklet függvényében

gében hasonló megállapítást tehetünk a dinamikai viszkozitással kapcsolatban is. A keverékek dinamikai viszkozitás-hőmérséklet jelleg-görbéje az alapbitumenekéhez hasonló, de a köztük levő eltérések kisebbek, mint a bitumeneknél.

IRODALOM

- [1] Verstraeten, J.: Essais comparatifs de mesures de modules d'un bitume. Proceeding of RILEM Symposium, Beograd, 1983.
- [2] Pritz, T. - Zakar, P.: Untersuchungen der dynamischen viscoelastischen Kennwerte der Strassenbau-bitumen. Bitumen 40 105 (1978)
- [3] Pritz, T. - Zakar, P.: Dynamic viscoelastic characteristics of bitumens. Proceedings of RILEM Symposium, Darmstadt, 1978. pp. 264 - 277.
- [4] Zakar, P. - Gärtner, L.: Rheologische Untersuchungen bituminöser Martel mit Kalksteinmehl. Strassen und Tiefbau vereinigt mit Bitumen, Teerc 29 33 (1975).
- [5] Heukelom, W.: The role of filler in bituminous mixes. Annual Meeting of the A.A.P.T., Philadelphia, Febr. 1965.
- [6] Puzinauskas, V. P.: Filler in asphalt mixtures. Asphalt Institute Research Report 69-2, Maryland, 1969.
- [7] Fritz, H. W. - Meier, B.: Rheologische Eigenschaften von Filler - Bitumen - Gemischen. EMPA Forschungsbericht, No 25, 1981.
- [8] Physical Acoustics. Vol. II. Part B. Properties of polymers and nonlinear acoustics. Ed. by W. P. Mason. Academic Press, New York and London (1965.)
- [9] Complex Modulus Apparatus, Brüel-Kjaer Type 3930 Instructions and Applications (1968.)

- [10] Oberst, H. - Frankenfeld, K.: Über die Dämpfung der Biegeschwingungen dünner Bleche durch festhaftende Beläge. Acustica 2 AB 181 (1952.)
- [11] Van Oort, W. P.: Eine Methode zur Messung der dynamisch-mechanischen Eigenschaften kleiner Proben plastischer Stoffe. Microtechnic 7 246 (1953.)
- [12] DIN 53 440 Blatt 3. Biegeschwingungsversuch, Bestimmung von Kenngrößen schwingungsgedämpfter Mehrschichtsysteme (1971.)
- [13] Kühn, S. H. - Rigden, P. J.: Measurement of viscoelastic properties of bitumens under dynamic loading. Highway Research Board Proceedings 38 431 (1959.)
- [14] Pritz, T.: Analysis of errors in investigating the complex modulus of viscoelastic materials by the coated beam method. Journal of Sound and Vibration 60 319 (1978.)
- [15] Pritz, T.: Choice of thickness ratio of coated beam used for investigating the complex modulus of viscoelastic materials. Journal of Sound and Vibration 66 155 (1979.)

Pritz Tamás - Zakar Pál: Bitumen-mészkeverékek dinamikai viskoelasztikus jellemzése

A cikkben azokat a kísérleti eredményeinket ismertetjük, amelyeket a bitumen-mészkeverékek dinamikai viskoelasztikus viselkedésének vizsgálatánál kaptunk -20 °C és 20 °C között. Megmutatjuk, hogy a keverékarány növelésével nő mind a dinamikai rugalmassági modulus, mind a dinamikai viszkozitás értéke. Eredményeink arról tanúskodnak továbbá, hogy a viszkozitás-hőmérséklet görbe maximuma a nagyobb hőmérséklet irányába tolódik a keverékarány növelésével.

Pritz, Tamás - Zakar, Pál: Dynamische viskoelastische Charakterisierung der Gemische von Bitumen-Kalksteinmehl

In diesem Artikel werden jene Forschungsergebnisse dargelegt, die bei der dynamischen viskoelastischen Untersuchung der Bitumen-Kalksteinmehl Gemische zwischen -20 °C und +20 °C durchgeführt wurden. Es wird gezeigt, dass das dynamische Elastizitätsmodul und die dynamische Zähigkeit mit der Zunahme des Mischverhältnisses zunehmen. Die Ergebnisse zeigen noch, dass sich das Maximum der Kurve Zähigkeit-Temperatur in die Richtung der höheren Temperatur mit der Zunahme des Mischverhältnisses verschiebt.

Пritz, Т. - Закар, П.: Динамическая вязкоэластичная характеристика смесей битум-известковая мука

В статье описываются результаты, полученные при испытании динамического, вязкоэластического поведения смесей битум-известковая мука в температурном интервале -20 °C и 20 °C. Было показано, что с повышением пропорции смеси как модуль динамической упругости, так и значение динамической вязкости увеличиваются. Полученные результаты указывают также и на то, что с повышением пропорции смеси максимум на кривой вязкость-температура сдвигается в сторону более высоких температур.

Pritz, Tamás - Zakar, Pál: Dynamic Viscoelastic Characterisation of Asphalt - Limestone Flour Mixtures

Title tests were evaluated in the range -20 °C - +20 °C. By increasing mixture ratio the dynamic moduli of elasticity and dynamic viscosities increase and the maxima on the viscosity vs. temperature curves are shifted towards higher temperatures.

A világ szilikátiparából

Kanadai-japán földpátszerződés meghosszabbítása

A kanadai földpáttermelők export-kartellje, a Canpotex évente minimálisan 500 000 tonna földpátot szállít három japán vállalatnak szerződés keretében, amelyet nemrég három évre meghosszabbítottak. A japán szerződés a Canpotex földpátexport-jának 20%-át érinti. A múlt évben 30%-kal csökkent az export, amit az USA piacon történt visszaesés okozott. Az utóbbi hónapban a kanadai földpát exportpiaca – az USA kivételével – jelentősen megélénkült.

(*Industrial Minerals*, 1983. november)

Cirkonhomok Dél-Afrikából

A dél-afrikai Richards Bay kerámiai célú cirkonhomok próbaszállítását kezdte meg Angliába. Az angol kerámiai cégek 500 tonnát próbálnak ki az első osztályúnak minősített termékből, melynek garantált cirkondioxid tartalma 66%, de a tapasztalatok szerint a 66,8%-ot is eléri; 0,1% vasoxid és 0,08% titándioxid tartalom jellemző.

Európában eddig főként Spanyolországban használták fel a dél-afrikai kerámiai célú cirkonhomokot, amely vetekszik az ausztrál minőségekkel.

(*Industrial Minerals*, 1983. november)

Csempegyártás fejlesztése az NSZK-ban

A nyugatnémet Villeroy und Boch KG, Mettlach cég 65 millió DEM összegű beruházási programot határozott el a csempegyártás korszerűsítésére.

Ezzel a beruházással folytatják a Mettlach-ban, Merzig-ben és Lübeck-Dänischburg-ban öt éve elkezdődött fejlesztési tevékenységet. Merzig-ben új üzemet a másik két gyárban újabb gyorsított kemencéket létesítenek. Ugyanakkor 1984. végéig leállítják a 330 munkást foglalkoztató Hamburg-i (legkisebb) gyárat. A felszabaduló munkásoknak a cég többi üzemében ajánlanak fel munkát. A fejlesztési lépéssel a cég a szaniter és háztartási kerámiák mellett a hagyományos termelési ágat, a csempegyártást is tartósan versenyképessé kívánja tenni.

(*Ceramic Forum International*, 1983. 9/10.)

A szilikátipari termékek gyártásának fejlesztése a Szovjetunióban

A Szovjetunióban a háztartási szilikátipari termékek gyártásában a most folyó öt éves terv célkitűzése a lakossági szükséglet minél nagyobb mértékben való kielégítése. Az öt éves terv feladat megszövegezése a következő: „... A kulturális szükséglet áruinak és a tartós fogyasztási cikkek, valamint a gazdasági cikkek termelését legalább 1,4-szeresére kell növelni, ezen áruk minőségét lényegesen javítani kell, a választékot folyamatosan újítani és tökéletesíteni kell. Gyorsítva kell fejleszteni a bonyolult műszaki tartós cikkeket, amelyek új alkalmazhatósággal, gazdaságossággal, jobb használati jellemzőkkel tűnnek ki, ennek során fel kell használni a legújabb műszaki-tudományos ismereteket.

Jelentősen bővíteni kell a gazdasági használati cikkek, a háztartási vegyipar termékek, az egészségügyi mű-

szaki áruk, a lakatos-, asztalos- és kertiszerszámok, a mezőgazdasági munkák gépesítését szolgáló kisgépek, a játékaruk, a sport- és turisztikai cikkek, a műszaki alkotás áruinak termelését...”

Az elmúlt években fokozatosan bővült a háztartási porcelánárak gyártása (mennyiség millió darabban):

1970	1975	1976	1977	1978
586	992	1047	1064	1082
1979	1980	1981	1982	
1081	1105	1110	1200	

A kristályáru termelés az 1975. évi 3,2 millió darabról 1980-ban 7,05 millió darabra nőtt és 1985-ben ezt a számot 40%-kal kell az iparnak túlszárnyalnia. A háztartási porcelán 1980. évi termeléséhez képest 54% a tervezett bővülés.

Tadzsikisztánban épül egy porcelánárugyár, melynek tervezett éves termelési értéke 5,4 millió rubel lesz és 1985-ben a Tadzsik Köztársaság igényének 40%-át fedezi. Kazahsztánban bővítik és korszerűsítik a Kapcsagaj porcelángyárat, ennek termelési értéke a beruházás befejeztével évi 3,6 millió rubel lesz.

A Szovjetunióban a porcelánipar gyárai – az ipari porcelán üzemek kivül – a Könnyűipari Minisztériumhoz, a háztartási- és kristályüveget gyártó üzemek zömmel az Építőanyagipari Minisztériumhoz tartoznak. A legnagyobb szovjet ólom-kristálygyár az egyik legnagyobb acélüzem keretében működik.

(*Ceramic Forum International*, 1983. 9/10.)

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. Budapest VII., Lenin krt. 9 – 11. 1073

Telefon: 221-285. Levélcím: Postafiók 223. 1906

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkiadás postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. 1900) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 25 – 96162 pénzforgalmi jelzőszámára. Előfizetési díj: negyedévre 75, – Ft félévre 150, – Ft, egyes szám ára 25, – Ft.

Megjelenik havonként



84/1857 Franklin Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

INDEX: 25 250
HU ISSN 0013—970 X

