

## TARTALOM

- 2 Köszöntő
- 3 Volfram-karbid/kobalt bázisú keményfémek II.  
*Laczkó László ■ Eniszné Bódogh Margit*
- 7 Folyóiratszemle
- 8 Polietilén társítása újrashamosított gumiőrleménnyel és rétegszilikáttal  
*Kátai Béla ■ Mészáros László ■ Bárány Tamás*
- 11 Könyvajánló
- 13 Letovice-i kályhacsempe kerámia anyagának dilatometriája  
*Gabriel Varga ■ Igor Štubna*
- 14 Egyesületi és szakhírek
- 15 A nitrogén atmoszféra hatása az alumínium-oxidkerámiák zsugorítására  
*Tamásné Csányi Judit ■ Gömze A. László*
- 18 Programajánló
- 19 Ásványbányában keletkező sajátfiller újrashamosítási lehetőségeinek vizsgálata útépitési alapanyagként  
*Géber Róbert*
- 23 Ásványi vakolatok napjainkban  
*Pozsonyi László*
- 25 Egyesületi és szakhírek

## CONTENT

- 2 Introduction
- 3 Tungsten-carbide/cobalt based hard metals II.  
*László Laczkó ■ Margit Eniszné Bódogh*
- 7 Journal review
- 8 Blending of poly(ethylene) with recycled ground tire rubber and nanosilicate  
*Béla Kátai ■ László Mészáros ■ Tamás Bárány*
- 11 Book commendatory
- 13 Dilatometry of stove tile ceramic material Letovice  
*Gabriel Varga ■ Igor Štubna*
- 14 Society and professional news
- 15 Impact of nitrogen atmosphere on sintering of alumina ceramics  
*Judit Tamásné Csányi ■ László Gömze A.*
- 18 Events
- 19 The examination of recycling opportunity of mineral fillers as base materials in road construction  
*Róbert Géber*
- 23 Mineral based renders in our days  
*László Pozsonyi*
- 25 Society and professional news

**A finomkerámia-, üveg-, cement-, mész-, beton-, téglá- és cserép-, kő- és kavics-, tűzállóanyag-, szigetelőanyag-iparágak szakmai lapja**

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

DR. GÖMZE A. LÁSZLÓ – elnök

TÓTH-ÁSZTALOS RÉKA – főszerkesztő

PROF. DR. TALABÉR JÓZSEF –  
örökös tiszteletbeli elnök

WOJNÁROVITSNÉ DR. HRAPKA ILONA –  
örökös tiszteletbeli felelős szerkesztő

### ROVATVEZETŐK

Anyagtudomány – DR. SZÉPVÖLGYI JÁNOS

Anyagtechnológia – DR. KOVÁCS KRISTÓF

Környezetvédelem – DR. CSÖKE BARNABÁS

Energiagazdálkodás – DR. SZÜCS ISTVÁN

Építőanyag-ipar – DR. TAMÁS FERENC

### TAGOK

Apagyi Zsolt, Dr. Balázs György, Dr. Boksay Zoltán,  
Dr. Gálos Miklós, Dr. Józsa Zsuzsanna, Dr. Kausay Tibor,  
Kárpáti László, Mattyasovszky Zsolnay Eszter, Dr. Opoczky  
Ludmilla, Dr. Pálvölgyi Tamás, Dr. Rácz Attila, Dr. Révay  
Miklós, Schleiffer Ervin

### TANÁCSADÓ TESTÜLET

Dr. Berényi Ferenc, Finta Ferenc, Kató Aladár, Kiss  
Róbert, Kovács József, Dr. Mizser János, Sági Lajos,  
Soós Tibor, Szarkándi János

A folyóiratot referálja a Cambridge Scientific Abstracts. A szakmai rovatokban lektorált cikkek jelennek meg.

Kiadja a Szilikátipari Tudományos Egyesület

1027 Budapest, Fő u. 68.

Telefon és fax: 06-1/201-9360

E-mail: mail.szte@mtesz.hu

Felelős kiadó: DR. SZÉPVÖLGYI JÁNOS SZTE ELNÖK

Egy szám ára: 1000 Ft

A lap az SZTE tagok számára ingyenes.

A 2008. évi megjelenést támogatja:

„Az Építés Fejlődéséért” alapítvány

Nyomdai munkák: Sz & Sz KFT.

Tördelőszerkesztő: NÉMETH HAJNALKA

Belföldi terjesztés: SZTE

Külföldi terjesztés: BATHYANY KULTUR-PRESS KFT.

### HIRDETÉSI ÁRAK

B2 borító színes	126 000 Ft + ÁFA
B3 borító színes	116 000 Ft + ÁFA
B4 borító színes	137 000 Ft + ÁFA
1/1 oldal színes	95 000 Ft + ÁFA
1/1 oldal fekete-fehér	52 400 Ft + ÁFA
1/2 oldal fekete-fehér	26 200 Ft + ÁFA

A fenti árak az ÁFÁ-t nem tartalmazzák. A előfizetési és hirdetési megrendelő letölthető az SZTE honlapjáról.

A lap teljes tartalma olvasható a [www.szte.mtesz.hu](http://www.szte.mtesz.hu) honlapon.  
HU ISSN 00 13-970x INDEX: 2 52 50 • 60 (2008) 1-28

### A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

#### TÁMOGATÓ TAGVÁLLALATI

3B Hungária Kft. ■ Air Liquide Kft. ■ Altek Kft. ■ Anzo Kft.  
Baranya Téglá Kft. ■ Basalt Középkő Kőbányák Kft.  
Berényi Téglaiipari Kft. ■ Betonopus Bt. ■ Budai Téglá Zrt.  
Cemkut Kft. ■ Colas-Északkelet Kft. ■ Complexlab Kft.  
Deco-Mat Kft. ■ Duna-Dráva Cement Kft. ■ Fátyolüveg Kft.  
Fehérvári Téglaiipari Kft. ■ G&B Elastomer Trade Kft.  
Gamma-Kerámia Kft. ■ GE Hungary Zrt. ■ Geoteam Kft.  
Herendi Porcelánmanufaktúra Zrt. ■ Holcim Hungária Zrt.  
Hunext Kft. ■ Imerys Magyarország Tűzállóanyaggyártó Kft.  
Interkerám Kft. ■ Keramikum Kft. ■ KK Kavics Beton Kft.  
KŐKA Kő- és Kavicsbányászati Kft. ■ Kötés Kft.  
KTI Nonprofit Kft. ■ Kvarc-Ásvány Kft. ■ Libál Lajos  
Licht-Tech Kft. ■ Magyar Téglás Szövetség  
Magyar Cementipari Szövetség ■ Mályi Téglá Kft.  
MAT Kerámia Kft. ■ MFL Hungária Kft.  
Mineralholding Co. Ltd. ■ MTA KK Anyag- és Környezetkémiai  
Intézet ■ Nagykanizsa Téglagyár Kft. ■ OMYA Hungária Kft.  
Pannon-Perlit Kft. ■ Perlit-92 Kft.  
Piarista Szakiskola, Gimnázium és Kollégium  
Saint-Gobain Weber Terranova Kft. ■ SIAD Hungary Kft.  
Szema-Makó Kft. ■ SZIKKTI Kft. ■ SZIKKTI Labor Kft  
Tégla- és Cserépipari Szolgáltató Kft. ■ URSA Salgótarjáni  
Üvegyapart Zrt. ■ Wienerberger Zrt. ■ WITEG Kőporc Kft.  
Xella Magyarország Kft. ■ Zalakerámia Zrt.  
Zsindely "kas" Kft. ■ Zsolnay Porcelánmanufaktúra Zrt.

## Tisztelt Olvasó!

Folyóiratunk, az ÉPÍTŐANYAG 60 évvel ezelőtti első számának megjelenéséig Magyarországon nem volt olyan szakmai kiadvány, amely a szilikátipar szer-teágazó tudományos, műszaki, gazdasági és termelési kérdéseiről – új eredményeiről – szisztematikusan és rendszeresen tájékoztatta volna a hazai szakembereket. Így az Építőanyag megjelentetésével a Szilikátipari Tudományos Egyesület 1949 óta folyamatosan hozzájárul az építőanyag-ipari és szilikátipari szak-emberek közötti kapcsolat építéséhez, a magyar és nemzetközi új, tudományos, technológiai és műszaki eredmények megismertetéséhez neves hazai és külföldi szilikátipari tudósok, szakemberek cikkeinek közzétételével. Az elmúlt 59 év alatt lapunkban rendszeresen beszámoltak munkáikról, eredményeikről oktatással, kutatással, fejlesztéssel és tervezéssel foglalkozó hazai intézményeink. A Budapesti Műszaki Egyetem, a Nehézipari Műszaki Egyetem, a Veszprémi Vegyipari Egyetem, a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, az Iparterv valamint az Építéstudományi Intézet szakemberei által évtizedekkel ezelőtt írt tudományos cikkek ma egyaránt forrásmunkaként szolgálnak a szilikáttudományok, a szilikáttechnológiák és a szilikáttechnika területén szakdolgozatukat, diploma-munkájukat vagy éppen PhD értekezletüket készítő új szakember generáció számára.

Folyóiratunk az Építőanyag 1949–52 között évenként 6; 1953–55 között évenként 12 számban jelent meg. Az 1956-ban megjelenő 10 és 1957-ben kiadott 6 szám után 1958–90 között a lap évenként 12 számban jelent meg.

1990-től az állami támogatás fokozatos megszűntetésével jelentkező gazdasági gondokat az immáron évi 4 alkalommal megjelenő folyóirat mindenkori Szerkesztő Bizottsága különböző pályázatokkal és színes hirdetések közzétételével igyekezett kompenzálni. A színes hirdetések ma is életbevágóan fontosak a lap megjelenése szempontjából, de azok a vállalkozások és intézmények is jelentős mértékben hozzájárulnak a kiadási költségekhez, amelyek évente legalább 4–5 példányban előfizetnek az Építőanyag folyóira a náluk dolgozó munkatársak rendszeres szakmai tájékoztatása, képzése céljából.

1949-ben történt első megjelenése óta a folyóiratunkban megjelenő cikkek jelentős része olyan tudományos dolgozat, amely önálló kutatási eredményeket ismer-

tet nemzetközi mércével mérve is magas színvonalon. Olyan nagyszerű tudósok választották és választják tudományos eredményeik ismertetésének színhelyéül lapunkat, mint Balázs György, Beke Béla, Deri Márta, Grofcsik János, Juhász Zoltán, Opoczky Ludmilla, Szaladnya Sándor, Tamás Ferenc és még sokan mások. A kiváló szerzőknek, a mindenkori szerkesztő bizottságnak és felelős szerkesztőknek köszönhető, hogy az Újságírók Egyesülete által 1995-ben készített felmérés szakmai tartalma alapján az Építőanyagot a tudományos folyóiratok közé sorolta be. Ez az elismerés azért is fontos számunkra, mert lapunk nem tartozik a világ nagy szaklapjai közé. Jelenleg a magyar nyelven megjelenő cikkek különböző, elismert szaklapokban történő referálása részben megoldott. Ugyanakkor előrelépés és örömdetes tény, hogy napjainkban egyre több angol nyelven írt tudományos cikket juttatnak el lapunk Szerkesztő Bizottságához a szerzők nem csak itthonról, de a környező országokból is. Szintén fontos, és előre mutató eredmény, hogy az Építőanyag folyóiratban angol nyelven publikáló hazai illetve külföldi szerzők többsége a 35 évnél fiatalabb korosztályhoz tartozik. Az Ő munkájuk rendszeres közzétételével így válhat lapunk az anyagtudományok és a szilikáttechnológiák területén az Európai Unió új generációjának egyik regionális szellemi központjává. Ezt szeretné elősegíteni és megerősíteni Szerkesztő Bizottságunk az új megjelenési formával – egy új arculat kifejlesztésével.

Ezúton szeretnénk megköszönni mindazok segítségét, akik a mai napig hozzájárulnak szaktudásukkal az Építőanyag folyóirat szakmai színvonalának megtartásához, emeléséhez. Külön köszönet illeti dr. Talabér Józsefet, a szerkesztő bizottság örökös tiszteletbeli elnökét és Wojnárovitsné dr. Hrapka Ilona örökös tiszteletbeli felelős szerkesztőt, akik annyi éven át áldozatos munkával biztosították a folyóirat működését.

Az Építőanyag folyóirat elmúlt 60 évéről az ideig, XXXI. Küldöttgyűlésen dr. Talabér József tart előadást, melyre ezúton tisztelettel meghívjuk minden tagtársunkat.

*Tóth-Asztalos Réka*  
felelős szerkesztő

*Dr. Gömze A. László*  
a Szerkesztő Bizottság elnöke

# Volfram-karbid/kobalt bázisú keményfémek II.

## A volfram-karbid por előállításának gázfázisú és fémolvasztásos módszerei (szakirodalmi áttekintés)

LACZKÓ LÁSZLÓ ■ CEMKUT Cementipari Kutató-Fejlesztő Kft. ■ laczkol@mcs.hu

ENISZNÉ DR. BÓDOGH MARGIT ■ Pannon Egyetem Anyagmérnöki Intézet

### Tungsten-carbide/cobalt based hard metals II.

Methods of tungsten-carbide powder production in gaseous phase and by metal melting (Review of the professional literature)

Tungsten carbide based hard metals have been produced since the 20-es of the XX century and from that time on these metals are widely applied as machining tools. In this paper we summarized production methods of tungsten carbide powders (with various cobalt content) which are the basic materials for manufacturing such tools.

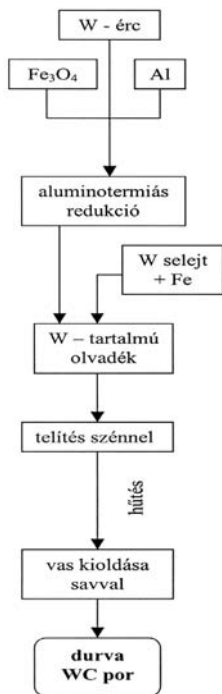
In the course of production from ore concentrates it is difficult to regulate the particle size of the tungsten carbide powder. The technology based on the solid/gas reaction following precipitation from watery/ethylene diamine solution is adequate for the production of WC/Co composites. The reaction of gases  $WCl_6/CH_4/H_2$  leads to the formation of nano-phase tungsten carbide but its efficiency is not sufficient for manufacturing at an industrial scale.

Nowadays mostly the direct carbidization method is applied for manufacturing tungsten carbide powders used as basic material for the production of hard metals.

### Bevezetés

Cikksorozatunk első részében (2007/1. szám) áttekintést adunk a volfram-karbid bázisú keményfémek főbb felhasználási területeiről, a volfram-karbid fontosabb, fizikai és mechanikai tulajdonságairól, részletesen bemutattuk a WC por karbidizációs gyártástechnológiáját [1,3]. Az elmúlt években, évtizedekben több olyan előállítási módszert dolgoztak ki, amelyekkel a WC/Co porok szemcseméret-eloszlásának és kémiai összetételének homogenitása biztosítható. Cikksorozatunk második részében a vizes/etilén-diaminos oldatból történő lecsapást követő szilárd/gáz reakción alapuló, a fémolvasztásos és a gázfázisú módszerekről adunk rövid ízelítőt.

homogenitása biztosítható. Cikksorozatunk második részében a vizes/etilén-diaminos oldatból történő lecsapást követő szilárd/gáz reakción alapuló, a fémolvasztásos és a gázfázisú módszerekről adunk rövid ízelítőt.



1. ábra WC előállítása dúsított volfram ércből [4]  
Fig. 1. Production of WC from enriched ores

### I. Szilárd keverékké alakított nyersanyagok karbidizációja

Az eljárás egyedülálló a tekintetben, hogy a direkt WC előállítás dúsított ércből, scheelitből ( $CaWO_4$ ), ferberitből ( $FeWO_4$ ), vagy wolframitból  $[(Mn,Fe)WO_4]$  történik. A dúsított érckeverék  $Fe_3O_4$ -gyel, alumíniummal,  $CaC_2$ -vel és/vagy szénnel való reakciója exoterm folyamat, melynek során WC, Fe, CaO és  $Al_2O_3$  képződik. A fémek során WC, Fe, CaO és  $Al_2O_3$  képződik. A fémek során WC, Fe, CaO és  $Al_2O_3$  képződik. A fémek során WC, Fe, CaO és  $Al_2O_3$  képződik.

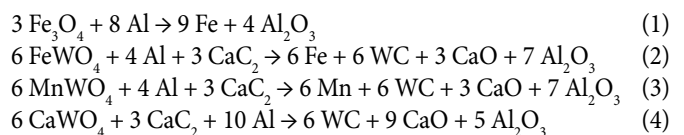
Laczkó László

Okleveles vegyész; okleveles középiskolai kémia szakos tanár (1996–2001), Veszprémi Egyetem szilikátkémia szakirány. 2001–2005 tanár – Öveges József Szakképző Iskola és Gimnázium (Balatonfűzfő), 2001–2004 Doktor (Ph.D) ösztöndíj Veszprémi Egyetem Anyagtudományok és -technológiák Doktori Iskola; Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszék), 2005–2006 Fejlesztőmérnök - Lasselsberger Hungária Kft. Hódmezővásárhelyi Burkolólap Gyára, 2006-tól Laboratóriumvezető - Cemkut Cementipari Kutató-Fejlesztő Kft. Oktatási terület: veszprémi Pannon Egyetem Anyagmérnöki Intézet: Szilikátkémia laboratóriumi gyakorlatok, szilikátipari nyersanyagok és késztermékek analitikai vizsgálata. Kutatási terület: műszaki kerámiák és keményfémek, cementek. 2000-tól a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagja.

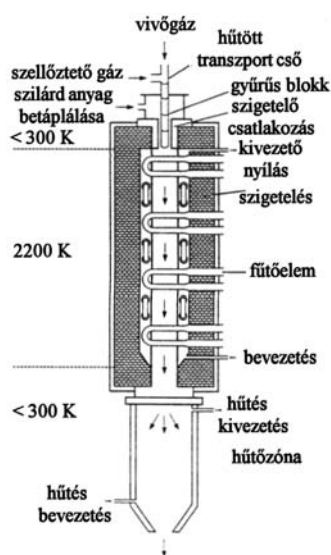
Eniszné dr. Bódogh Margit

Okleveles vegyészmérnök, Veszprémi Vegyipari Egyetem (Szilikátkémiai technológiai ágazat), 1974–76 tudományos továbbképző ösztöndíjas, műszaki doktor (1976) (Veszprémi Vegyipari Egyetem), 1976–81 Budapesti Épületkerámiaiipari Vállalat kutatómérnöke, 1981–2007 Veszprémi Egyetem Szilikátkémiai és -technológiai Tanszék adjunktusa, 2004 PhD (Veszprémi Egyetem Anyagtudományok- és technológiák Doktori Iskola), 2007- Pannon Egyetem Anyagmérnöki Intézetének docense. Oktatási és kutatási területek: szilikátkémia, szilárdtest kémia, hagyományos és műszaki kerámiák, műszaki üvegek, kompozitanyagok előállítása és tulajdonságainak vizsgálata, szilikátipari nyersanyagok minősítése. MTA Anyagtudományi és Szilikátkémiai Munkabizottság, MTA VEAB Szilikátechológiai Munkabizottság, Szilikátipari Tudományos Egyesület tagja.

részen gyűlnek össze, míg az oxidok az olvadék tetején a kisebb sűrűségű salakban. Ez a folyamat tulajdonképpen a vas-oxid és a volfram-oxid „alumintermiás redukciója”. A vas olvadékban átmenetileg fém volfram lesz jelen és karbidizálódik, a WC korlátozottan oldódik a vasban és kristályosodik. A folyamat az alábbi reakcióegyenletekkel írható le:



A reagáló komponensek adott aránya 2500 °C körüli önfenntartó exoterm reakciót biztosít. A reaktánsok 72 tonnas töltetét kis adagokban alumínium lemezből készült edényekbe helyezik. A reakciót cirkulációs kemencében hajtják végre. A kemencének nagy kémiai ellenálló képességűnek és nagy hőmérsékleti stabilitásúnak kell lenni. A kemence belső falát grafitlalt látják el, hogy minimális legyen a hővesztés. A teljes redukció és karbidizáció 60 percen belül befejeződik és kb. 22 tonna WC nyerhető. A meddő elemek (Ca; Mg; Si) oxidos állapotba kerülnek, valamint  $Al_2O_3$  képződik, amely a salakban található. A karbid formában jelenlevő elemek (Ti; Nb; Ta és Mo) kristályos formában jelennek meg. A lehűlt anyag tetején salakréteg, az alján fémes részek találhatók. Az anyag alján levő fémes rész kb. 65% WC-ot tartalmaz a Fe; Mn és fém Al mellett. A salak leválasztása után a fémes részt őrlik és vízzel mossák, az el nem reagált  $CaC_2$  eltávolítsa céljából, majd végül ásványi savakkal oldják ki a vasat, eközben a WC nem szenved változást (1. ábra).



2. ábra Grafit transzport reaktor [5]  
Fig. 2. Graphite transport reactor

Az így nyert WC 40  $\mu\text{m}$  alatti durva és jól kristályosodott szemcséket is tartalmaz; valamint kb. 2% vasat. A széntartalom sztöchiometrikus, a termék nem tartalmaz nitrogént, szabad szenet és  $\eta$ -fázist ( $\text{Co}_6\text{W}_6\text{C}$  és  $\text{Co}_3\text{W}_3\text{C}$ ). A fő különbséget a hagyományosan előállított WC portól nemcsak a durvább kristályméret, hanem az olvadékból kikristályosodott karbidok, és a részlegesen szabad belső finomszemcsehatárok jelentik. Ez utóbbi javítja a karbidok törési szilárdságát. Az eljárás egyik hátránya, hogy nehézfémek képződnek

(főleg  $\text{FeCl}_3$ ), amely megoldandó környezeti problémát jelent. A másik hátrány, hogy a szemcseméret szabályozása nem lehetséges, csak a végtermék WC őrlésével [4,5].

## II. Gyors karbotermikus redukció (RCR – Rapid Carbothermal Reduction) eljárás

Az RCR eljárás a direkt karbidizáció egy másik típusa. A  $\text{WO}_3$  extrém gyors karbotermikus redukciójával a WC por folyamatosan szintetizálódik grafitból készült transzport reaktorban. A  $\text{WO}_3$ -C keverék a folyamat során másodperceken belül  $\text{WC}_{1-x}$  összetételű prekuzorra alakul. A gyors hőkezelésnek két alapvető módja van:

„Áthordásos” módszer: a porkeveréket felülről egy függőleges csökemencébe táplálják, amely a gravitáció hatására a kemence aljára hullik inertgáz atmoszférában. A részecskék 0,2–10 másodpercet tartózkodnak az 1800–2000 °C-os zónában (2. ábra).

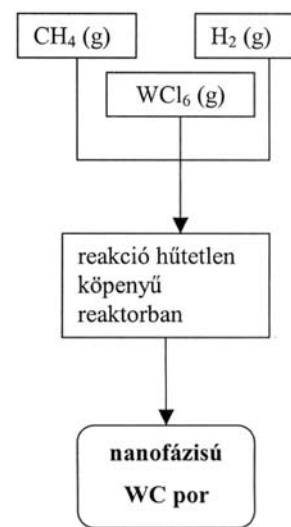
„Csepp” módszer: A porkeverék az előfűtött téglékbe „csepeg”. Az anyag 5 perc és 2 óra közötti ideig tartózkodik 1500 °C-on.

A két módszer kombinációja teszi lehetővé sztöchiometriai összetételű WC előállítását. Először „áthordásos” módszerrel  $\text{WC}_{1-x}$  prekuzort állítanak elő, majd ebből „csepp” módszerrel WC-ot. A két módszer együttes alkalmazásával szubmikronos WC állítható elő, de a 0,2–0,4  $\mu\text{m}$ -es frakció képzésére használható leginkább az RCR eljárás, amely egy új módszer és évi 500 t WC ipari előállítását teszi lehetővé [4,5].

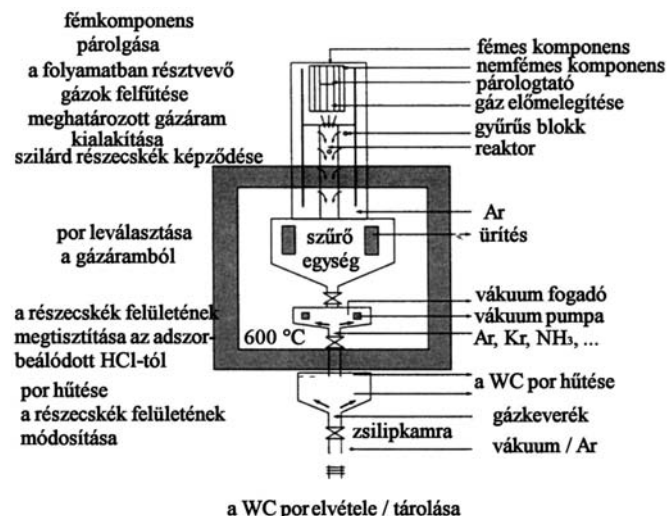
## III. Gázfázisú kémiai reakció (CVR – Chemical Vapor Reaction)

Az eljárás egy fémtartalmú komponens ( $\text{WCl}_6$ ) és egy széntartalmú gázkeverék ( $\text{CH}_4/\text{H}_2$ ) közötti kémiai reakción alapul (3. ábra). Ez az elv már évek óta ismert, de a technikai kivitelezése csak a közelmúltban valósult meg. Az eljárás célja nagyon finom (3–500 nm) szemcseméretű, homogén, szűk szemcseméret eloszlású WC por előállítása. A külön felmelegített reagenseket egy vízszintes forró csőreaktorba táplálják meghatározott feltételek mellett (4. ábra). A falreakciók elkerülhetők a fal men-

tén argonáram biztosításával. Az argonáramot gyűrűs résrendszeren keresztül vezetik a reaktorba, így elkerülhető a reagáló részecskék sebességének jelentős csökkenése a reaktor falközeli zónáiban. Magasabb hőmérsékleten a karbidrészecskék elkülönülnek a gázkomponenstől és csökken az adszorbeálódott gáz mennyisége. Ez tovább csökken a következő vákuum kamrában. A por hűtése és összegyűjtése vákuumban vagy inertgázban történik. Az eljárás még üzemi kísérlet alatt áll, jelenleg nanofázisú TiC és  $\text{Ti}(\text{C},\text{N})$  porok mellett nanofázisú WC előállítására is alkalmas [4,5].



3. ábra A CVR eljárás vázlatja [4]  
Fig. 3. Scheme of CVR process



4. ábra A CVR eljárás [5]  
Fig. 4. CVR process

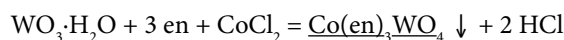
## IV. Permetkonverziós eljárás

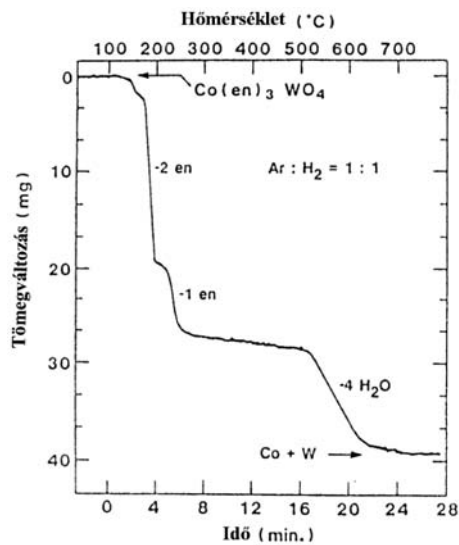
McCandlish és Polizotti [5,7] három lépésből álló szintézist dolgoztak ki a nanofázisú WC/Co kompozitok előállítására. A végtermék mikroszerkezete a szintézis hőmérsékletével befolyásolható. A nanofázisú WC-Co 1000 °C alatti hőkezeléssel előállítható (9. ábra).

A szintézis lépései:

### 1. A prekuzor vegyület előállítása

A prekuzor [tris(etilén-diamin)-kobalt(II)]-volframát(VI), továbbiakban  $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{WO}_4$  előállítható  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ból, etilén-diaminból (en) és  $\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -ból (volframsav). A  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ból vizes oldatot készítenek, a volframsavat etilén-diaminban oldják. A két oldat összeöntésekor képződik a prekuzor a következő reakcióegyenlet szerint, amely hexagonális kristályokból álló csapadék.



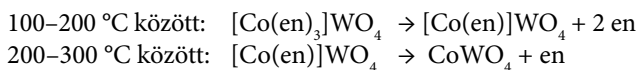


5. ábra [Co(en)3]WO4 bomlásának TG görbéje [4]  
Fig.5. TG curve of decomposition of [Co(en)3]WO4

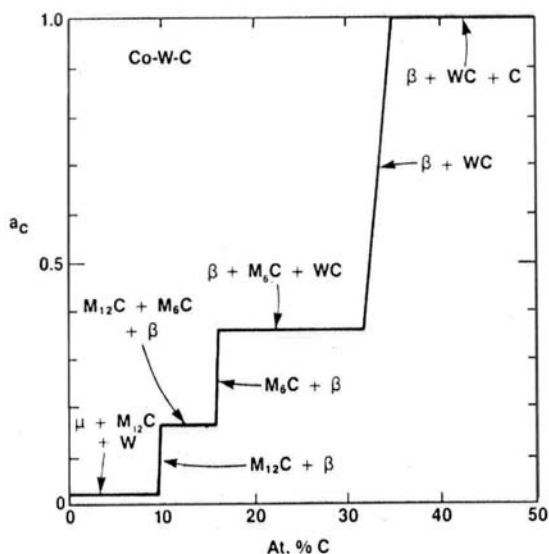
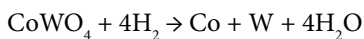
A képződő vegyületben meghatározott a W/Co arány, mégpedig W:Co=1:1, amely megfelel az η-fázisok (Co<sub>3</sub>W<sub>3</sub>C és Co<sub>6</sub>W<sub>6</sub>C) képződéséhez.

**2. A képződött [Co(en)<sub>3</sub>]WO<sub>4</sub> redukív hőbontása**  
Ar:H<sub>2</sub>=1:1 gázelegyenben

TG analízist végeztek a hőkezelés során bekövetkező tömegvesztés meghatározása céljából. A TG görbén látható, hogy az etilén-diamin ligandum 100 és 300 °C között két lépésben távozik (5. ábra):



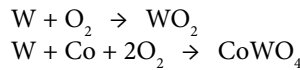
A képződő CoWO<sub>4</sub> 500–700 °C-os hőmérséklet-intervallumban az Ar-H<sub>2</sub> gázelegyenben nagy fajlagos felületű W-Co intermedierré alakul, a következő reakcióegyenlet értelmében:



6. ábra A szénaktivitás és a széntartalom közötti összefüggés [7]  
Fig. 6. Relation between carbon activity and carbon content

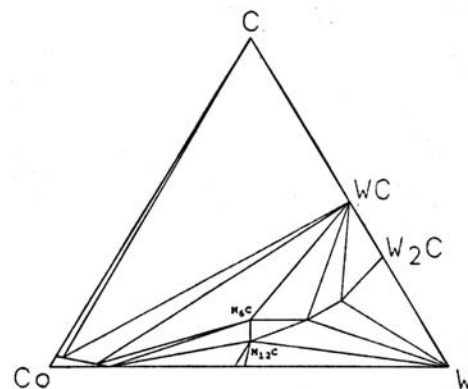
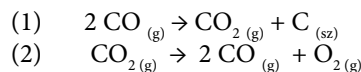
A képződött nagy fajlagos felületű, reaktív W-Co intermedier pásztázó elektronmikroszkópos felvételén megfigyelhető (12. ábra), hogy a W-Co fázis a prekursor hexagonális külső morfológiáját megőrzi, de a W-Co esetében sokkal kisebb a részecskék mérete.

Ezen szemcsék a levegőben spontán égnek. Gyors oxidáció figyelhető meg szobahőmérsékleten 1% O<sub>2</sub> tartalmú Ar-gázban:



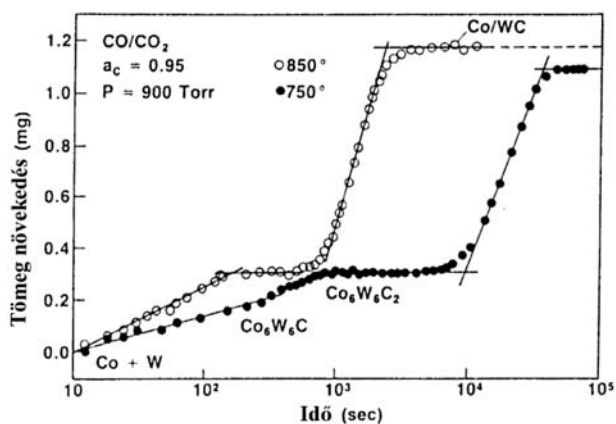
**3. Karbidizáció CO/CO<sub>2</sub> gázáramban**

A képződött W-Co reaktív intermediert CO/CO<sub>2</sub> gázáramban karbidizálják. A gázfázis összetétele meghatározza a rendszer szén-aktivitását. Nagy gázáramlási sebesség mellett a gázáram szénaktivitása a szilárd/gáz reakció lejátszódását nem befolyásolja. A W-Co intermedier nagy fajlagos felülete biztosítja, hogy a reakció minimális hőmérsékleten, minimális idő alatt lejátszódjék. Ez határt szab a WC szemcsék növekedésének. A CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> gázelegyenben szemben karbidizáló gázként előnyben részesítik a CO<sub>2</sub>/CO gázelegyet, mert a CH<sub>4</sub> és a H<sub>2</sub> közötti egyensúly 1000 °C alatti hőmérsékleten nehezen érhető el, így a megfelelő szén-aktivitás ellenőrzése nehézkessé válna. A rendszer szén-aktivitásának állandóságát a következő reakciók biztosítják:



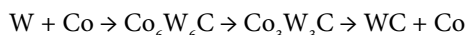
7. ábra Co-W-C háromszertevős rendszer fázisdiagramjának 1500 K-os izoterma metszete  
Fig. 7. Phase diagram of Co-W-C ternary system

A végtermék összetétele a W - C - Co három-összertevős fázis-diagramban található a beállított szén aktivitás mellett. Az η-fázisok összetétele (Co<sub>3</sub>W<sub>3</sub>C és Co<sub>6</sub>W<sub>6</sub>C) rögzített, így az 1:1 W:Co arányú konódavonalon egy-egy pontot határoznak meg az 1500 K-es izoterma metszeten (7. ábra). Adott hőmérsékleten és szén-aktivitásnál tiszta Co<sub>3</sub>W<sub>3</sub>C (=M<sub>6</sub>C) és Co<sub>6</sub>W<sub>6</sub>C (=M<sub>12</sub>C) fázisok képződnek. A szénaktivitás 0,34 – 1,0 közötti változtatásával két fázis van jelen 1500 K-en: hexagonális WC és β-Co(W,C) szilárdoldat (6. ábra). A szén aktivitásának 0,34-1,0 közötti változásával a W és C relatív mennyisége változik a szilárdoldatban. Ezen változás elősegíti a WC oldódását a Co-ban, ezzel befolyásolja a Co-kötőfázis mechanikai tulajdonságait a WC- Co szerszámban.



8. ábra A karbidizációs idő és a tömegváltozás összefüggése [7]  
Fig. 8. Reaction between time of carburization and change of mass

A kísérleteket állandó karbidizációs potenciál, azaz állandó szénaktivitás ( $a_c=0,95$ ) és állandó reagens-gáz nyomás mellett végezték különböző hőmérsékleteken 750 és 850 °C között. A reakció során a tömegnövekedést mérték a karbidizáció idejének függvényében (8. ábra). A tömegnövekedés változása a következő reakciósorozat eredménye:



A reakció 750 és 850 °C között metastabil  $Co_3W_3C$  fázis képződéséhez vezet. A 775 °C alatt képződő WC szénhiányos, összetétele  $WC_{0,9}$ . Ez az összetétel gyorsan WC-dá alakul, ha megfelelő hőmérsékletet és atmoszférát alkalmaznak. A  $Co_3W_3C$  fázis képződése akadályozza a WC és Co képződését  $Co_6W_6C$ -ből. Az  $\eta$ -fázisok kristályszerkezete a szénatomok számától és helyétől eltekintve azonos. Így a  $Co_6W_6C$  átalakulásához  $Co_3W_3C$  fázissá szénatomok diffúziója szükséges. A szénatomok diffúziója könnyebben végbemegy, mint a fématomoké. A WC és Co nukleációjához azonban a fématomok diffúziója szükséges.

McCandlish és szerzőtársai [7] a  $[Co(en)_3]WO_4$ -ból történő nanofázisú WC-Co kompozitok ipari előállításáról számolnak be. A prekursor szárítását porlasztva szárítással oldották meg, a WC/Co kompozit előállításához fluidágyas konverziót alkalmaztak.

A 10. ábra illusztrálja a nanofázisú WC-Co porok (a) laboratóriumi, (b) ipari előállítását.

**A laboratóriumi előállítás lépései:**

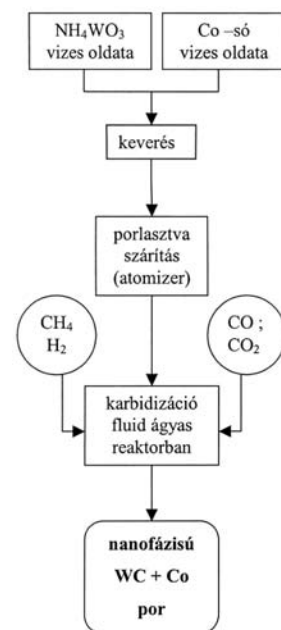
1. A prekursor  $[Co(en)_3]WO_4$  csapadék előállítása
2. A csapadék szűrése, mosása és szárítása
3. A prekursor termokémiai konverziója  $[Co(en)_3]WO_4 \rightarrow WC + Co$

**Az ipari előállítás lépései:**

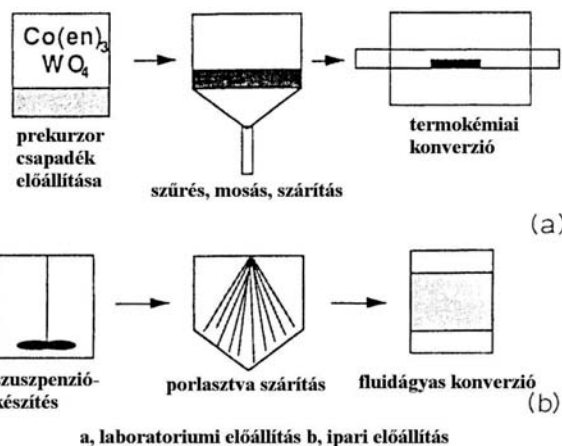
1. A  $[Co(en)_3]WO_4$  prekursor vizes szuszpenziójának elkészítése
2. Porlasztva szárítás
3.  $[Co(en)_3]WO_4 \rightarrow WC + Co$  (a  $[Co(en)_3]WO_4$  por fluidágyas termokémiai konverziója)

A 11. ábra mutatja be a nanofázisú WC gyártástechnológiáját McCandlish és szerzőtársai módszerével.

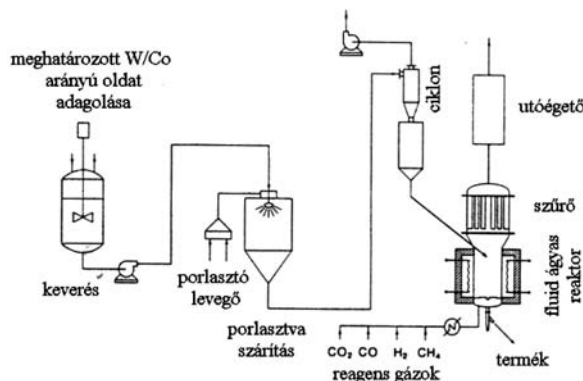
12. ábrán a  $[Co(en)_3]WO_4$  mikroszerkezete látható a redukció-karbidizáció előtt és után. A felső két SEM felvétel laboratóriumi módszerrel előállított csapadékról készült. A kapott porrészecskék nagyjából azonos méretűek és hexagonális morfológiával rendelkeznek, mint a kiindulási porrészecskék. Az alsó két kép az iparilag előállított prekursor, illetve a reakciótermék mikroszerkezetét ábrázolja. Az itt látható szemcsék morfológiája kedvezőbb a porlasztva szárításhoz, mint a hasáb alak [7].



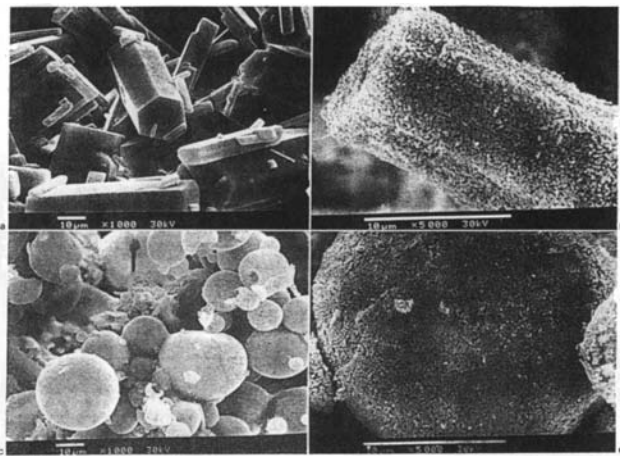
9. ábra A permetkonverziós eljárás vázlatja [4]  
Fig. 9. Scheme of spray conversion process



10. ábra Nanofázisú WC-Co kompozitok laboratóriumi (a) és ipari (b) előállítása [5]  
Fig. 10. Processing of nanophase WC-Co composites; in laboratory (a), in industry (b)



11. ábra A permetkonverziós eljárás technológiai ábrája [5]  
Fig. 11. Technology of spray conversion process



12. ábra A [Co(en)3]WO4 mikroszerkezete a redukció-karbidizáció előtt és után (Fent: laboratóriumi, lent ipari módszerrel előállított anyag.) [7]  
Fig. 12. Microstructure of [Co(en)3]WO4 before and after reduction-carburization

előállítására a cikksorozatunk első részében (2007/1. szám) az ammónium-paravolframátról kiinduló  $WO_3 \rightarrow W \rightarrow WC$  képződésén át végbemenő folyamat [2,6], mivel igen termelékeny és jó lehetőséget biztosít a W fémpor és ezen keresztül a volfram-karbid szennyezőanyagok szabályozására.

Irodalom

[1] Laczkó László – Eniszné Bódogh Margit: *Volfram-karbid/kobalt bázisú keményfémek I. A volfram – karbid por fizikai tulajdonságai és előállítása karbidizációval (szakirodalmi áttekintés)*. Építőanyag 59 2007/1. szám 2-5. oldal  
[2] V. Falkovsky<sup>1</sup> – Yu. Blagoveschenski<sup>2</sup> – V. Glushkov<sup>1</sup> – L. Klyachko<sup>1</sup> – A. Khokhlov<sup>1</sup>: *Nanocrystalline WC-Co Hardmetals Produced by Plasmachemical Method*. 15th International Plansee Seminar May, 2001. Reutte/Tirol/Austria. <sup>1</sup> All-Russia Institute for Refractory and Hard Metals; Moscow; Russia. <sup>2</sup> Institute of Metallurgy and Materials Science RAS; Moscow; Russia  
[3] Paul Schwarzkopf – Richard Kieffer: *Cemented Carbides*. The MacMillan Company 1960.  
[4] Hugh O. Pierson: *Handbook of Refractory Carbides and Nitrides (Properties, characteristics, processing and applications)*. Noyes Publications, Westwood, New Jersey, USA, 1996.  
[5] Erik Lassner – Wolf-Dieter Schubert: *Tungsten (Properties, Chemistry, Technology of the Element, Alloys, and Chemical Compounds). Chapter 9: Tungsten in Hardmetals*. Vienna University of Technology; Vienna; Austria. Kluwer Academic / Plenum Publishes; New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow  
[6] Z. G. Ban – L. L. Shaw: *On The Reaction Sequence of WC/Co Formation Using an Integrated Mechanical and Thermal Activation Process*. Acta Materialia 49 (2001) p. 2933-2939  
[7] L. E. McCandlish – B. H. Kear, B. K. Kim: *Chemical Processing of Nanophase WC-Co Composite Powders*. The Laboratory for Nanophase Materials Research, Rutgers University, Piscataway, New Jersey, USA. Materials Science and Technology [6] (1990) 953-957

Összefoglalás

Cikksorozatunk második részében rövid áttekintést adunk a volfram-karbid bázisú keményfémek kiindulási anyagoként szolgáló volfram-karbid/kobalt porok oldatból történő lecsapást követő szilárd/gáz reakción alapuló, fémolvasztásos és gázfázisú előállítási módszereiről. Szükséges azonban megjegyezni, hogy az itt bemutatott módszerek egy része még üzemi kísérlet alatt áll és ezen eljárások csak kis mértékben járulnak hozzá az összes volfram-karbid termeléshez. Ma a legnagyobb volumenben alkalmazott eljárás a volfram-karbid por

FOLYÓIRATSZEMLE

Az alábbiakban közöljük a „Zement-Kalk-Gips” és a „Cement International” számainak címjegyzékét.

Zement-Kalk-Gips

ZKG. 60. 4. (2007) 43. o  
**Tsakalakis K. G.**: Használt gumiabroncs gazdálkodás az EU cementiparában – gázdasági/környezetvédelmi megközelítés  
ZKG. 60. 4. (2007) 56. o  
**Gebhart W.**: Helyezze üzembe újra a kemencéjét: A kemenceorvos (3. rész)  
ZKG. 60. 4. (2007) 63. o  
**Bes A, Specht E, Keshe G.**: A hűtőzóna hosszúság és a mész rakodási hőmérsékletének számítása  
ZKG. 60. 4. (2007) 74. o  
**Kocabişık S.**: A tüzelőanyag minőség hatása az SO<sub>2</sub> légszennyezésre  
ZKG. 60. 4. (2007) 82. o  
**Beichel A, Schicht E.**: A szárazhabarcs-gyárak tervezési alapelvei  
ZKG. 60. 4. (2007) 88. o  
**Jansen D. J, Wandenbossche J. M, Koubaa A.**: Az újra hasznosított beton finom rész optimalizálása a kohósalakcementben  
ZKG. 60. 5. (2007) 50. o  
**Enders M, Berger M.**: Kvantitatív röntgen diffrakciós analízis (Rietveld-módszer) alkalmazása a cementgyárakban a klinkerminőség ellenőrzésére

ZKG. 60. 5. (2007) 60. o  
**Modi B. K, Agrawal M. C.**: Több komponensű nyersanyagkeverék tervezése a cementgyártáshoz  
ZKG. 60. 5. (2007) 68. o  
**Hamm H, Hüller R, Demnich J.**: Gipszlemezek újrahasznosítása  
ZKG. 60. 5. (2007) 75. o  
**Martauz P, Srigáč, J, Jamnický M.**: A kloridmennyiség csökkentése a cementipari forgókemencék gázatmoszférájában hidroxilapatit szerkezetbe történő szorpciójával  
ZKG. 60. 6. (2007) 62. o  
**Winter Ch, Plank J.**: Az európai szárazhabarcsipar (1. rész)  
ZKG. 60. 6. (2007) 70. o  
**Skibsted J, Andersen M. D, Jakobsen H. J.**: A szilárdtest mágneses magrezonancia (NMR) alkalmazása a portlandcement alapú anyagok vizsgálatára  
ZKG. 60. 6. (2007) 84. o  
**Stark U, Müller A.**: A szemcsealak és szemcseméret hatása az öntömörödő habarcsok bedolgozhatóságára  
ZKG. 60. 6. (2007) 88. o  
**Jansen D.J, Wandenbossche J.M, Koubaa A.**: A beton finom frakció újrahasznosítása salakcementekben  
ZKG. 60. 6. (2007) 94. o  
**Schmidt G, Bier Th. A, és szerzőtársai:** Az előkevert száraz habarcsok öregedése és ennek hatása bedolgozhatóságra  
ZKG. 60. 7. (2007) 50. o  
**Gebhart W, Stutz Th.**: Rutin kemencetá-

masztó görgőelhajlás mérés – meglepő eredményel

ZKG. 60. 7. (2007) 56. o  
**Diky M, Schweie P.**: Döntési mátrix darabos szilárdanyagok szállításához  
ZKG. 60. 7. (2007) 50. o  
**Kolbe F.**: Költséghatékony a ventilátorjavítás? A használati élettartam megnövelése javítással és a lapátkerek optimalizálásával  
ZKG. 60. 7. (2007) 72. o  
**Suri R.**: CO<sub>2</sub> átvitel a cementipari kemencéből a biomaszába

Cement International

Cement International 5. 2. (2007) 79. o  
**Fish H, Burger H.**: A függőleges görgőszalmakkal szerzett tapasztalatok cement és salak finomőrlésénél  
Cement International 5. 2. (2007) 84. o  
**Keysner M.**: Többlet és cserélhetőség – nagyméretű függőleges görgőszalmak a cement nyersőrlésénél  
Cement International 5. 2. (2007) 93. o  
**Reichardt Y.**: Üzemelési tapasztalatok MPS 5600 PC típusú függőleges görgőszalmával nagy finomságú granulát kohósalaklisztek őrlésekor  
Cement International 5. 2. (2007) 96. o  
**Wedel K.**: Az IKN rostélyhűtők teljesítőképessége.  
Cement International 5. 2. (2007) 104. o  
**Israel D, Strunge J.**: A hidraulikus kötőanyagok összetételének gyors meghatározása a cementiparban a minőség igazolása érdekében  
Cement International 5. 3. (2007) 48. o  
**Hillers M, Görner K. és szerzőtársai:** A kalcinálók szimulációja és optimalizálása  
Cement International 5. 3. (2007) 58. o  
**Kühne K.**: Új félszáraz eljárás klinkerégető kemence az oroszországi Mordovcement cégnél  
Cement International 5. 3. (2007) 68. o  
**Hünerlage M.**: Gyűrűs aknakemence alsó égetőkamrájának anyagáram analízise  
Cement International 5. 3. (2007) 76. o  
**Walter M.**: Új építőanyaggyár Moszkva közelében  
Cement International 5. 4. (2007) 50. o  
**Katterfeld A, Gröger T.**: Diszkrét elem-szimulálás és annak ellenőrzése darabos anyagmozgatási technológiáknál  
Cement International 5. 4. (2007) 68. o  
**Mound M. C, Blahous L.**: A cementipari nyersanyagok kémiai összetételének közvetlen elemzése infravörös spektroszkópiával  
Cement International 5. 4. (2007) 73. o  
**Rademacher M, Tränkle U.**: Vetési kísérletek faállomány megerősítésére kezeletlen talajokon  
Cement International 5. 4. (2007) 87. o  
**Schmidt M, Stephan D, Krelaus R.**: Biztató távlatok az építőiparban: nanorészecskék, nanoszópiás szerkezetek, és határfelületi jelenségek, 1. rész

# Polietilén társítása újrahasznosított gumiőrleménnyel és rétegszilikáttal<sup>1</sup>

KÁTAI BÉLA • VGK-Hönnun Kft.

MÉSZÁROS LÁSZLÓ • BME Polimertechnika Tanszék • meszaros@pt.bme.hu

BÁRÁNY TAMÁS PhD. • BME Polimertechnika Tanszék

## Blending of poly(ethylene) with recycled ground tire rubber and nanosilicate

The following article deals with the effects of layered silicates and the electron irradiation on polyethylene based systems which contain scrap rubber powder. The first part covers the tensile properties of several mixtures of polyethylene, nanosilicate, scrap rubber powder without irradiation. The second part is about the joint effects of nanosilicate and irradiation. The conclusion is that the energy-absorbing capacity and the hardness of the blends with scrap rubber powder content increased due to irradiation. This increase is more significant when the blends contain nanosilicate.

## 1. Bevezetés

Napjainkra a műanyagok (polimerek) fontos tényezővé váltak az építőanyagok területén is, különösen jó szigetelőképességük (hő, nedvesség, hang, elektromos), valamint vegyszerállóságuk miatt. Az utóbbinak köszönhetően például épített tározók belső falát alkothatják. Továbbá burkolólapokat és zajvédő falakat is készítenek belőlük, amelyek tartalmazhatnak akár újrahasznosított műanyagokat is, mivel ezek alkalmazása igen fontos feladat [1]. Ez a hőre lágyuló polimerek esetén jórészt megoldott, azonban a térhálós anyagok esetén még igen csekély mértékű. Ilyen a gumi is, amelynek újrahasznosítását leginkább a környezet védelme indokolja, mivel lebomlásuk lassú folyamat, ezért nem tudnak gyorsan visszakerülni az ökológiai körforgásba. Ráadásul az ilyesféle hulladékok mennyisége igen tekintélyes, mivel csak a használt autógumikat figyelembe véve évente 10 millió tonna keletkezik belőlük [2].

Az elhasznált gumiabroncsokat általában raktárakban gyűjtik össze, vagy illegális lerakókban. A lerakott gumik a már említett szigetelő képességük miatt a csapadékvizet visszatartják, így élőhelyet biztosítanak egyes rovaroknak, illetve rágcsálókknak, amelyek fertőzéseket terjeszthetnek. Emellett fennáll a gyulladás veszélye, amikor a lerakó lényegében elolthatatlanul ég, sűrű fekete füstöt és sok szennyező anyagot bocsátva ki magából [3].

Az újrahasznosítás egyik módja lehet az energia visszanyerés. A gumigyárak erősen függenek a kőolajtól, főleg azokban az országokban, ahol nagyon kevés a természetes kaucsuk. Ezekben az országokban a szintetikus kaucsukot nagyobb mennyiségben használják, amit 70%-ban kőolajból készítenek. Emiatt a gumiabroncsra feltétlenül tekinthetünk úgy, mint magas értékű üzemyanyagra, amelynek égéshője közel akkora, mint a kőszénnek, ami az ipari hulladékok közül az egyik legmagasabb érték [2].

Az égetéssel azonban csak egy részét kapjuk vissza annak az energiának, amit a gumi előállításába fektettünk, valamint ha az égetőmű nem megfelelő füstgázsűrítő rendszerrel van ellátva, akkor ez újabb környezeti problémákat okozhat. Mindezek következtében előtérbe került a gumiból származó hulladékok

Káta Béla Tamás

2007-ben végzett gépészmérnökként a BME Polimertechnika Tanszéken, majd még ebben az évben elhelyezkedett egy autóiipari alkatrészeket gyártó vállalatnál termelési mérnök munkakörben. A Szilikátipari Tudományos Egyesület 2007. évi diplomadíj pályázatán megosztott második díjat nyert. 2008-tól egy geotermális erőműveket tervező cég alkalmazottja.

Mészáros László

Gépészmérnök, tanulmányait a BME Polimertechnika Tanszéken végezte. A diploma megszerzése után, 2005-től a BME Polimertechnika Tanszéken doktorandusz hallgató. Tagja az Express Polymer Letters nemzetközi szakfolyóirat szerkesztőbizottságának. Tudományos kutatási területe a nanokompozitok.

Bárány Tamás

2001-től PhD hallgató, majd a doktori fokozat megszerzése után 2004-től egyetemi tanársegéd, 2005-től egyetemi adjunktus a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar Polimertechnika Tanszékén. 30 hazai és nemzetközi cikknek a társszerzője, amelyre több mint 50 nemzetközi független hivatközst kaptak. Ez idő alatt Magyar Állami Eötvös és MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat, továbbá Junior Prima díjat nyert el. Tagja az MTA Szál- és Kompozittechnológiai Bizottságnak, illetve az Express Polymer Letters nemzetközi szakfolyóirat szerkesztőbizottságának.

további új, minőségi felhasználási lehetőségeinek kutatása. Az Egyesült Államokban már az 1980-as években foglalkoztak a használt abroncsokból származó gumiőrlemény aszfaltburkolatokban való felhasználásával. Portugáliában pedig egy 2007-es kormányrendelet kötelezővé tette a gumiőrleménnyel módosított bitumen alkalmazását. A gumiőrlemény mára a bitumenmódosító szerek egyik leggyorsabban terjedő típusává vált. Az ilyen típusú aszfalt magasabb hőmérsékleten lágyul és alacsonyabban keményedik. Továbbá duplájára nő az útburkolat élettartama, kevésbé hajlamos a repedésre, nő a kopásállósága, jobb a vízelvezető képessége és az autók féktávja érezhetően lerövidül. A gumi csillapító hatása miatt kisebb a környezet zaj- és rezgésterhelése. Hátránya viszont, hogy az út készítésénél szigorúbb technológiai feltételeket kell betartani. Az építőiparban szintén előszeretettel alkalmazzák, mivel betonba keverve annak hang-, rezgés- és hőszigetelő képessége javul. Gipszhabarcsba keverve csökkenti a repedésre való hajlamot, és javítja a hőszigetelő képességet [4][5][6].

A gumi hőre lágyuló műanyagokkal való társítása további minőségi felhasználási lehetőségnek ígérkezik. Ilyen alkalmazásoknál a gumit őrlemény formájában társítják a polimerekkel, ahol az utóbbi képezi a mátrix szerepét, a gumi pedig töltőanyagként vesz részt a rendszerben. A két anyag összekapcsolásával termoplastikus elasztomer keletkezik, aminek nagy előnye, hogy egyesíti magában a gumitermékek kedvező tulajdonságait és a hőre lágyuló műanyagok könnyű feldolgozhatóságát. A gumitartalmú blendek mechanikai tulajdonságai azonban igen gyengék, a komponensek rossz kapcsolata (adhéziója) és a gumiőrlemény heterogenitása miatt [7]. Az adhézió javítása céljából az anyagfejlesztő mérnökök több módszert is kifejlesztettek. Az egyik lehetőség, hogy kompatibilizáló adalékot kevernek az alapanyagokhoz, amely rendszerint valamilyen kopolimer [8][9][10]. Az elasztomerek szintén képesek javítani a

<sup>1</sup> Az SZTE 2007. évi Diplomadíj pályázatán díjazott diplomamunka alapján

blend mechanikai tulajdonságait, mivel jelentős változásokat idéznek elő a rendszer fázis struktúrájában [8][11][12].

A mechanikai tulajdonságok nemcsak a két komponens közötti kapcsolat erősítésével, hanem például a mátrixanyag módosításával is elérhető. A rétegszilikátok alkalmazása ma már nem új dolog. A leggyakrabban használt és a legalaposabban tanulmányozott rétegszilikát a montmorillonit. Ez több-kevesebb mértékben minden agyagban előfordul. Ezek az ásványi anyagok nanométeres vastagságú lemezekből épülnek fel. Megfelelő eloszlási eljárással mátrixanyagba véve kedvezően módosíthatják annak tulajdonságait. Ezzel a megoldással olcsón, könnyen, egy lépésben az újrahaznosított anyagot is tartalmazó, jó tulajdonságokkal bíró alapanyagot lehet létrehozni [13].

Megoldás lehet továbbá a gumiőrlemény felületének módosítása besugárással, ami történhet gamma illetve elektron-sugárással is [14]. A besugárzott anyagban olyan reakciók játszódhatnak le, amely a felület reaktivitásához, szabad gyökök keletkezéséhez és lánchasadáshoz vezetnek. Ezek magukkal vonhatnak hidrogén áthelyeződést, illetve a felbomlott láncok által új kötések létesítését. Ha a besugárást a már kész terméken alkalmazzuk, akkor megfelelő mátrixanyag esetén, egyetlen óriásmolekulát alkotó oldhatatlan és hőre nem lágyuló terméket kaphatunk, megnövekedett mechanikai tulajdonságokkal [15].

A kutatásunk célja tehát egy olyan új típusú anyag kifejlesztése, amely újrahaznosított gumiőrleményt tartalmaz és megfelelő mechanikai tulajdonságokkal bír. Ezért a fent említett tulajdonságmódosító módszereket külön-külön, illetve együttesen is vizsgáljuk.

## 2. Alkalmazott anyagok mérési módszerek

Az előállított blendek alapjául egy TIPOLEN OF2016 típusú TVK Nyrt. által gyártott nagy folyóképességű ( $MFI_{190^{\circ}C/2,16\text{ kg}} = 25\text{ g/10 perc}$ ) kis sűrűségű polietilén (LDPE) szolgált. Töltőanyagként ócsai reciklált gumiőrleményt használtunk, amelyhez kompatibilizáló adalékként Ibucell K100 típusú etilénvinilacetát kopolimer (EVA) került bekeverésre. Az alkalmazott nanotöltőanyag típusa Nanofil®SE3010 volt. A komponensek keverése Brabender Plasti-Corder PL 2100 típusú kétcsigás extruderen történt. A granulátumokból ARBURG ALL-ROUNDER 320C 600-250 típusú fröccsöntő gépen próbatéteket fröccsöntöttünk.

A szakító vizsgálatokat egy Zwick Z020 számítógép vezérlésű univerzális szakítógépen végeztük. Az anyagok energiaelnyelő képességének meghatározását egy Ceast Fractovis típusú ejtőművön hajtottuk végre. A Shore D keménységméréseket egy Zwick 3150 típusú keménységmérő berendezésen végeztük.

## 3. Előállított és vizsgált anyagok

Az 1. táblázat az előállított keverékek arányait és jelöléseit tartalmazza. Az anyagok nevei az összetevők tömegegységre vonatkoztatott százalékaiból és neveiknek rövidítéseiből állnak, elősegítve ezzel a gyors és könnyű elemezhetőséget. A továbbiakban a nanotöltőanyag mennyiségét, mint a kész keverékekhez hozzáadott mennyiséget tüntettük fel.

Előállított blendek	LDPE [m%]	SRP [m%]	EVA [m%]	Nano. [m%]
LDPE	100	0	0	0
100PE+1nano	100	0	0	1
70PE30SRP	70	30	0	0
70PE30SRP+1nano	70	30	0	1
50PE30SRP20EVA+1nano	50	30	20	1
100PE+0,5nano	100	0	0	0,5
70PE30SRP+0,35nano	70	30	0	0,35

1. táblázat Előállított blendek összetétele

Table 1. Composition of the blends produced

## 4. Eredmények

Első lépésben a nanorészecskék és a gumiőrlemény hatását besugárzás nélkül vizsgáltuk a szakítási tulajdonságokra (2. táblázat). A nanorészecske alkalmazásáról elmondható, hogy a szakadási tulajdonságokat nem befolyásolta jelentősen, a szakító szilárdságban némi növekedés, míg a szakadási nyúlás tekintetében csökkenés figyelhető meg az alapmátrixhoz képest. A nanorészecskéket tartalmazó kompozitoknál, a szakadási nyúlásból lehet következtetni az eloszlás mértékére. Ha a nanorészecskék eloszlása megfelelő, akkor a szakadási nyúlás nem, vagy csak kis mértékben csökken az alapmátrixhoz képest. Esetünkben viszonylag nagymértékben csökkent, ennek oka tehát valószínűleg a kedvezőtlen eloszlásban keresendő. A nanokompozitoknál gyakori jelenség, hogy a nanorészecskékből álló aggregátumok egymást gátolják az eloszlás során, ekkor a megfelelő lépés a nanorészecskék mennyiségének csökkentése. Így a továbbiakban mi is kevesebb nanorészecskét alkalmaztunk. Ha a gumiőrlemény hatását vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy annak jelenléte (a várakozásoknak megfelelően) csökkentette, mind a szakítószilárdságot, mind a szakadási nyúlást. Amennyiben EVA is volt a rendszerben, a szakadási nyúlás nem csökkent olyan drasztikusan. Összességében elmondható, hogy valamennyi anyag megfelelő húzási tulajdonságokkal rendelkezik, ahhoz, hogy gumyszerű tulajdonságokkal bíró műszaki anyagot lehessen belőle előállítani.

Blendek	Húzó-szilárdság [MPa]	Szórás	Szakadási nyúlás [%]	Szórás
100PE+1nano	9,0	0,1	123,8	10,6
70PE30SRP	6,5	0,1	55,5	2,8
70PE30SRP+1nano	5,8	0,1	35,4	3,0
50PE30SRP20EVA+1nano	5,5	0,1	86,7	2,5
LDPE	8,8	0,1	165,1	24,4

2. táblázat Előállított anyagok húzási tulajdonságai

Table 2. Tensile characteristics of the materials produced

A második lépésben a nanorészecske tartalom csökkentésének hatását vizsgáltuk a szakítási tulajdonságokra. Az eredmények azt mutatják (3. táblázat), hogy az előzőekben tapasztaltakhoz képest a szakadási nyúlás kevésbé csökkent, ez jobb nanorészecske-eloszlást feltételez, így a továbbiakban ezeket a keverékeket vizsgáltuk meg alaposabban, illetve ezeket az anyagokat vetettük alá elektronsugárzás hatásának.

Blendek	Húzószilárdság [MPa]	Szórás	Szakadási nyúlás [%]	Szórás
<b>100PE+0,5nano</b>	8,8	0,1	127,3	10,3
<b>70PE30SRP+0,35nano</b>	6,0	0,1	43,8	3,1
<b>LDPE</b>	8,8	0,1	165,1	24,4

3. táblázat A nanorészecske mennyiségének hatása  
Table 3. Influence of the amount of nano-particles

### 5. A rétegszilikátok és a besugárzás együttes hatása

Az említett anyagokat elektronsugárzás hatásának vetettük alá. LDPE esetén 150 kGy esetén már észlelhető a besugárzás hatása, így kísérleteink során is ezt a dózis értéket használtuk. Gumyszerű anyagok esetén a szakítás nem ad megfelelő tájékoztatást az anyag tulajdonságairól. Az ejtdárdás vizsgálat során sokkal inkább előtérbe kerülnek a gumyszerű tulajdonságok. A besugárzást tekintve pedig a keménységmérés az a vizsgálat, amelyik közvetlen jellemzést ad az anyagban végbe ment változásokról. Így a továbbiakban ezt a két vizsgálatot alkalmaztuk az anyagok minősítésére.

Ejtdárdás vizsgálatoknál kiderült, hogy a besugárzás mind a két keveréknél növeli az energiaelnyelő képességet (4. táblázat). A 100PE+0,5nano anyagnál számottevő mértékben 36%-kal, a 70PE30SRP+0,35nano anyag esetén pedig 14%-kal. Továbbá, ha összevetjük a nanorészecskéket nem tartalmazó megfelelőikkel (100PE, 70PE30SRP), akkor kiderül, hogy a rétegszilikátok jelenlétében jóval nagyobb a javulás. Ugyanis a mátrix anyagnál 16% a gumitartalmúnál pedig 1% közeli. Megjegyzendő, hogy a besugárzott 100PE+0,5nano blend perforációs energiája nagyobb, mint a befoglaló anyagként alkalmazott polietiléné, és majdnem eléri a besugárzott LDPE értékét.

Blendek	Perforációs energia [J/mm]	Szórás
<b>Besugárzás nélküli 100PE+0,5nano</b>	8,9	0,2
<b>Besugárzás nélküli 70PE30SRP+0,35nano</b>	4,1	0,3
<b>LDPE</b>	11,0	0,4
<b>Besugárzott 100PE+0,5nano</b>	12,1	0,5
<b>Besugárzott 70PE30SRP+0,35nano</b>	4,7	0,2
<b>Besugárzott LDPE</b>	12,5	0,2

4. táblázat Az ejtdárdás vizsgálatok során mért értékek  
Table 4. Values measured during the drop-dart tests

Az anyagok keménységére a besugárzás mérsékelten ugyan, de kedvezően hatott, ami mind a két esetben 4% körüli növekedést jelent (5. táblázat). Ez komoly eredményként értékelendő, mivel a 100PE és a 70PE30SRP blendeknél csökkent a keménység, méghozzá tekintélyes, 60%-os mértékben.

Blendek	Shore D [-]	Szórás
<b>Besugárzás nélküli 100PE+0,5nano</b>	20,8	0,2
<b>Besugárzás nélküli 70PE30SRP+0,35nano</b>	17,6	0,5
<b>LDPE</b>	46,3	0,4
<b>Besugárzott 100PE+0,5nano</b>	21,7	0,3
<b>Besugárzott 70PE30SRP+0,35nano</b>	18,4	0,5
<b>Besugárzott LDPE</b>	18,5	0,4

5. táblázat Shore D keménység mérés során mért értékek  
Table 5. Values measured during the Shore D hardness tests

### 6. Összefoglalás

Cikkünkben a rétegszilikátok és az elektronsugárzás hatását tanulmányoztuk az újrahasznosított gumiőrlemény tartalmazó polietilén mátrixú rendszerekre. Első lépésben besugárzás alkalmazása nélkül vizsgáltuk a gumiőrlemény, illetve a nanorészecskék jelenlétét a húzási tulajdonságokra. Az eredményeket alapul véve a nanorészecskék mennyiségének csökkentése mellett döntöttünk, majd újabb anyagokat állítottunk elő. Ezeket az anyagokat már elektronsugárzás hatásának is alávetettük. A besugárzás hatására a gumiőrleményt tartalmazó keverékek esetén mind az energia elnyelő képesség, mind a keménység is növekedett. Ez a növekedés jelentősebb mértékű volt a nanorészecskéket tartalmazó anyagnál, mint a nanotöltőanyagot nem tartalmazó esetben.

### 7. Köszönetnyilvánítás

Ez a munka a GVOP 3.1.1-2004-05-0531/3.0 számú pályázat valamint az OTKA NI 62729 pályázat támogatásával jött létre. Ezúton szeretnénk kifejezni köszönetünket az ARBURG Hungary Kft.-nek, az Arburg Allrounder 320C 600-250 fröccsöntőgép biztosításáért, illetve a FE-MA Kft.-nek a besugárzás elvégzéséért.

### Irodalomjegyzék

- [1] J. Scheirs: *Polimer Recycling*. John Wiley. Chichester, 1998.
- [2] Y. Fang – M. Zhan – Y. Wang: *The status of recycling of waste rubber*. Materials and Design. II. évf. 22. szám (2001), pp. 123-127.
- [3] E. J. Lievana: *Recycling of ground tyre rubber and polyolefin wastes by producing thermoplastic elastomers*. PhD Dissertation, Technical University of Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2005.
- [4] Donauer, E.: *Újrahasznosított gumiőrlemény társítása polietilénnel*. Diplomamunka, BME Polimertechnika Tanszék, Budapest, 2006.
- [5] Thury, P. – Bíró, Sz. – Bartha, L.: *Gumiőrleményel módosított bitumének*. Műanyag és Gumi. XLI. évf. 6. szám (2004), pp. 213-214.
- [6] <http://www.theengineer.co.uk>
- [7] A. A. Phadke – S. K. De: *Effect of cryo-ground rubber on melt flow and mechanical properties of polypropylene*. Polymer Engineering and Science. XXVI. évf. 15. szám (1986), pp. 1079-1087.

- [8] Y. Li – Y. Zhang – Y.X. Zhang: *Morphology and mechanical properties of HDPE/SRP/elastomer composites: effect of elastomer polarity*. Polymer Testing. XXIII. évf. 1. szám (2004), pp. 83–90.
- [9] P. K. Pramanik – W. E. Baker: *Toughening of ground rubber tire filled thermoplastic compounds using different compatibilizer systems*. Plastics, Rubber and Composites Processing and Applications. XXIV. évf. 4. szám (1995), pp. 229–237.
- [10] J.R. M. Duhaime – W. E. Baker: *Reactive blending of polyethylene and scrap rubber*. Plastics, Rubber and Composites Processing and Applications. XV. évf. 2. szám (1991), pp. 87–93.
- [11] Y. Li – Y. Zhang – Y. X. Zhang: *Structure and mechanical properties of SRP/HDPE/POE (EPR or EPDM) composites*. Polymer Testing. XXII. évf. 8. szám (2003), pp. 859–865.
- [12] A. K. Naskar – A.K. Bhowmick – S.K. De: *Thermoplastic elastomeric composition based on ground rubber tire*. Polymer Engineering and Science. XLI. évf. 6. szám (2001), pp. 1087–1098.
- [13] S. Kamel: *Nanotechnology and its applications in lignocellulosic composites, a mini review*. eXPRESS Polymer Letters. I. évf. 9. szám (2007), pp. 546–575.
- [14] P. Rajalingam – J. Sharpe – W.E. Baker: *Ground rubber tire/thermoplastic composites: Effects of different ground rubber tires*. Rubber Chemistry and Technology. LXVI. évf. 4. szám (1993), pp. 664–677.
- [15] Mészáros L.: *A felületkezelés hatása a PA6 mátrixú nanokompozitok szerkezetére és tulajdonságaira*. Diplomamunka, BME Polimertechnika Tanszék. Budapest, 2005.



## MÁTÓ GYULA: MIBŐL ÉPÍTEM...?

A téglá és a cserép a föld stabilitását, az otthon melegét, a családi békét és az összetartozást szimbolizálja. Már az ősidőkben felfedezték, hogy az ember és a természet elválaszthatatlan egységet alkot. Az ősi vallások szerint a természet a lélek tápláléka, hatással van életminőségünkre, hangulatunkra, egészségünkre.

Mára ezt úgy tűnik, igyekszünk minél jobban elfelejteni és egyre több mesterséges anyaggal vesszük körül magunkat, holott nem kell lemondanunk a XXI. századi technológiával készült építőanyagokról akkor sem, ha természetes otthonban akarunk élni. A természetes alapanyagú, modern technológiával készülő égetett kerámia építőanyagokkal, a téglá és a cserép felhasználásával természetközeli, harmonikus és élettel teli otthont alakíthatunk ki.

Ez az otthon, ez a ház egyben biztonságos, stabil építmény, ami megfelel a kor egyre bővülő igényeinek, szigorodó követelményeinek. A masszív építőanyagoknak köszönhetően az otthon hőszigetelése, hőtartó képessége jó, tehát télen, nyáron kellemes klímát biztosít lakóinak. A masszív falak megvédenek a kellemetlen külső zajoktól és a tető is ellenáll az egyre szélsőségesebb időjárási körülményeknek.

A család számára a lakás vagy ház nemcsak az otthont, de egyben a legfőbb vagyontárgyat is jelenti, ezért az is fontos szempont, hogy ennek értéke hosszú távon megmaradjon. A masszív építőanyagok, mint a cserép



### Szakértelem biztos alapokon

CÍM: 1034 BUDAPEST, BÉCSI ÚT 122-124. • LEVÉLCÍM: 1300 BUDAPEST, PF.: 230  
TEL.: +36 1 388 3793, +36 1 388 4199, +36 1 368 8433 • FAX: +36 1 368 2005  
E-MAIL: CEMKUT@MCSZ.HU • INTERNET: WWW.CEMKUT.HU

#### SZOLGÁLTATÁSAINK:

- Terméktanúsítás, üzem és üzemi gyártásellenőrzés alapvizsgálata, tanúsítása, folyamatos felügyelete
- Cement, nyersanyagok, cement-kiegészítő anyagok, mész és mésztermékek, gipsz és gipsz kötőanyagok fizikai és kémiai vizsgálata
- Habarcsok, betonok vizsgálata
- Cementek betontechnológiai vizsgálata európai szabványok szerint
- Beton-kiegészítő anyagok és adalékanyagok alkalmassági vizsgálata, betontermékek vizsgálata
- Szilikátipari nyers-és alapanyagok, gyártásközi anyagok, szilikátbázisú építőanyagok kémiai, termoanalitikai vizsgálata
- Helyhez kötött technológiai légszennyező források, munkahelyi, környezeti levegő és zaj vizsgálata, értékelése; egyéb légtechnikai mérések elvégzése
- Tanácsadás, Szakértés, Kutatás-fejlesztés

A NAT ÁLTAL NAT-6-0037/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT TANÚSÍTÓ,  
NAT-3-0006/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT ELLENŐRZŐ,  
NAT-1-1249/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT VIZSGÁLÓ;  
A 4/1999. (II.24.) GM RENDELET ALAPJÁN 122/2007 SZÁMON KIJELÖLT,  
AZ EURÓPAI UNIÓBAN 1414 AZONOSÍTÓ SZÁMON BEJEGYZETT SZERVEZET

és a téglá, évszázadokig megőrzik minőségüket, ezért a belőlük készült házak értéküket is megtartják.

Könyvünk részletes műszaki tartalmával hasznos szakkönyv építőmérnökök és építésszek számára, de ajánlom szakmájuk iránt elkötelezett építőanyag-kereskedőknek is, mert a Magyarországon gyártott terméktípusok mindegyikéről információt nyújt, a gyártók megnevezésével. A kerámia termékek szerelmesei – akik szép számmal akadnak nálunk is, akár csak szerte a világban – számos hasznos és új tudnivalóval gazdagodhatnak a könyvet olvasva.

Végül, de nem utolsósorban ajánlom a könyvet mindazoknak, akik építkezni szeretnének, netalán már bele is vágta ebbe a nagy vállalkozásba, és laikusként is szeretnének többet megtudni arról, miből épül családjuk leendő otthona.

Kató Aladár  
a Magyar Tégglás Szövetség elnöke

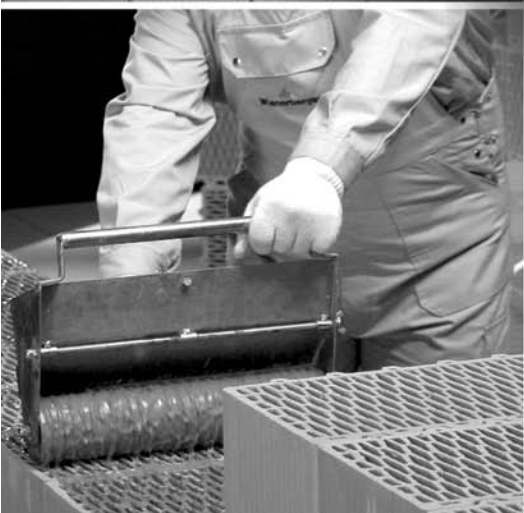
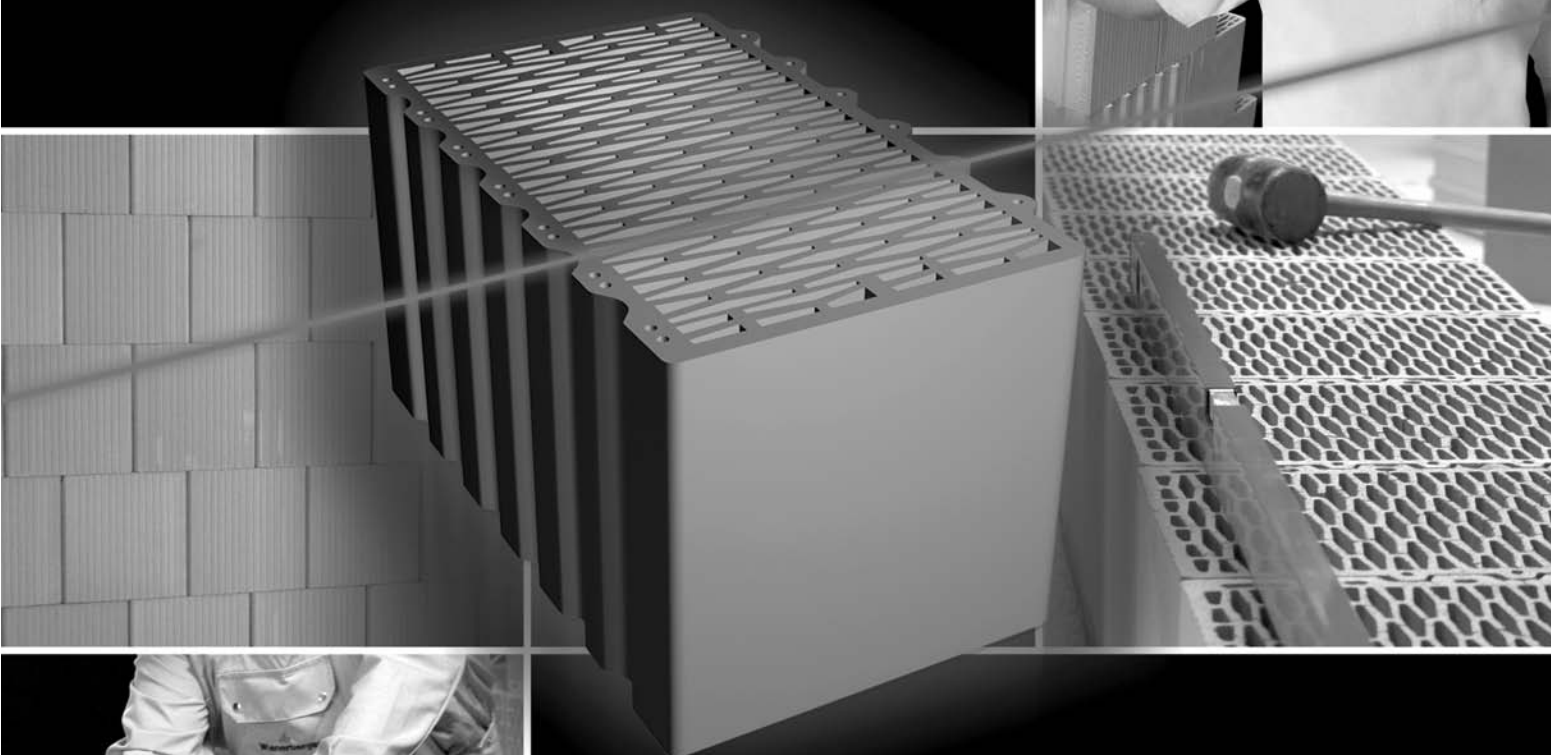
A kiadvány ajánlása, megjelenési formája és a Szövetség elérhetőségei megtalálhatók a Magyar Tégglás Szövetség honlapján: [www.tegglapont.hu](http://www.tegglapont.hu). Fogyasztói ár: 4200 Ft

Könyvesbolti értékesítése bizományosi formában a Lira és Lant Rt. üzlethálózatában, és a Terc Kft. hálózatában történik. Előzetes időpont egyeztetés alapján Óhegyiné Erzsébet titkárral, megvásárolható a könyv a Szövetség irodájában is. Tel.: 06-1/201-7056, 06-30/2699-069.

# POROTHERM PROFI

Tégla, síkra csiszolva!

# SIMÁN!



## Új téglatechnológia Magyarországon!

- Milliméter pontos, síkracsiszolt blokktegla,
- Komplex rendszer, kiegészítő elemekkel,
- Tégla és vékony falazó habarcs az építkezés helyszínére szállítva,
- 4-22%-kal jobb hőszigetelő képesség,
- Falvastagságtól függően akár 80%-kal kisebb habarccsükséglet,
- Kevesebb habarcs, kevesebb bevitt nedvesség, gyorsabb munka,
- Kevesebb hulladék, tisztább építkezés,
- Kiképzett kivitelezők,
- Burkoló munka pontosságú falazás.

Mindezeknek köszönhetően a falazás ideje akár harmadával is csökkenhet, és az eredménye még jobb épületfizikai tulajdonságokkal rendelkező esztétikus falazat.

**Keresse a Wienerberger által kiképzett és ellenőrzött kivitelezőket  
– a Porotherm Profikat!**

 **POROTHERM**

További információ:  
**Wienerberger Téglaiipari zRt.**  
Tel.: (1) 464 7040,  
info@wienerberger.hu,  
www.wienerberger.hu

# Dilatometry of stove tile ceramic material Letovice

**GABRIEL VARGA** ▪ Dpt. of Physics, Constantine the Philosopher University ▪ gvarga@ukf.sk

**IGOR ŠTUBŇA** ▪ Dpt. of Physics, Constantine the Philosopher University ▪ istubna@ukf.sk

## Letovice-i kályhacsempe kerámia anyagának dilatometriája

A kaolin és a kvarc fontos szerepet töltenek be a kályhacsempe anyagában, és szembetűnően befolyásolják a dilatogramot. 900–1100 °C közötti hőmérsékleten megy végbe a spinell és a mullit kialakulása, és megjelenik az üveges fázis is. A minták ismételt égetései nem befolyásolják a dilatometrikus viselkedést, ez arról tanúskodik, hogy a kerámia anyag már az első égetés után stabilizálódik. A 20–530 °C közötti hőmérséklet tartományban az égetett kerámiák lineáris hőtágulási együtthatójának értéke  $6,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

## Introduction

The reliance on the tile stoves in houses appears outmoded if compared to gas or electrical heating. The related energetic problems mandate using some alternative and cheap energy carriers such as wood. Ceramic tile stoves of the classical type not only offer a problem solving option but also are stylish and decorative in the houses.

Ceramic material for such stove tiles is typically made from commercial materials that are mixed by a formula, which was developed through empirical experience during the years of testing until the required quality was reached. A literature search reveals that the ceramic material for tiles was not apparently studied extensively. Furthermore, many of the physical properties remain unknown.

It is assumed that the expected properties of the stove tile material are chemical and heat resistance. As a stove tile undergoes testing to high temperature gradients, on the inner side the temperature may reach 900 °C, while the temperature is only 80–90 °C on the outer side. To stand such temperature difference without damage, the tile must have low thermal expansion.

So it is reasonable to perform thermodilatometric study of the stove tile material to gain more knowledge about processes, which take place during firing. It may be assumed that thermodilatometry is one of the most important methods which can be applied for investigation of sintering of ceramic materials. Axiomatically sintering is accompanied with shrinkage of the sample, and can be successfully measured with a dilatometer [1].

The objective of this article is to provide a dilatometric study of the ceramic material which is used for making fireproof ceramic tiles at the ceramic plant Keramika Letovice (Czech Republic).

## Samples and method of measurement

Material for the samples was combined from some commercial raw materials, most of which contain significant part of kaolin. The resulting chemical composition of the dried form is showed in Tab. 1.

**RNDr. Gabriel Varga**  
(19.10.1979., Slovakia. Nationality: hungarian)  
Education: 2005: Constantine the Philosopher University in Nitra, chemistry – computer science (degree - Mgr.). 2005, 2007: Slovak Technical University - Summer School of Thermal Analysis – certificate. 2006: Constantine the Philosopher University in Nitra – graduated as doctor of natural sciences (RNDr.). 2005: Constantine the Philosopher University in Nitra - PhD. student.  
Field of research: Physics of condensed matter and acoustic – Heatproof ceramic materials.

## Doc. Ing Igor Štubňa, CSc.

(19. 5. 1941., Slovakia)  
Education: 1965: Dipl. Ing. degree from the Electrophysical faculty of Sankt Petersburg Electrotechnical University physics of solid state. 1980: PhD (CSc.) degree from the Institute of Physics of Slovak Academy of Sciences (PhD thesis on mechanical properties of electroporcelain).  
Field of research: Mechanical and thermophysical properties of the kaoline-base ceramics, firing of ceramics, measurement of the dynamical mechanical properties (sound, moduli of elasticity).

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	L.O.I.
23,08	1,47	0,68	62,4	1,5	0,4	0,72	2,45	7,3

Table 1. Chemical composition of the green ceramic mixture (mass %)  
1. táblázat A kerámia nyersanyag kémiai összetétele (tömeg %)

The samples were prepared from the water suspension by casting to the gyps form. After drying the samples have the dimension 4×4×35 mm. The dilatometric analysis was performed with the push-rod dilatometer [2]. The maximum temperature 1100 °C was reached by a heating rate 5 °C/min.

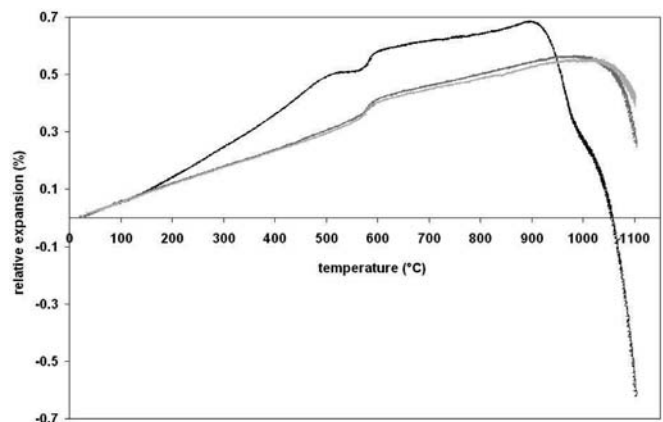


Fig. 1. Dilatometric curves of the 1st heating (black) and 2nd and 3rd heating (gray)  
1. ábra Az első égetés (fekete), illetve a második és harmadik égetés (szürke) dilatogramjai

## Results and discussion

During the heating, the green sample changed its structure and composition. Thus these changes determined the dilatometric behavior. The results of dilatometric analysis are shown in Fig. 1.

It is known that the physically bounded water escapes from the pores and surfaces of the crystals in the temperature region 20–150 °C [3, 4]. This process did not manifest itself in Fig. 1,

even though the sample contains about 1 mass % of the free water. Dehydroxylation begins after reaching 450 °C. In pure kaolin, dehydroxylation was accompanied with shrinkage of the sample [4, 5]. However in this case, only a short plateau is apparent; then after a steep course of the curve appears. This is caused by the  $\alpha \rightarrow \beta$  transition of the quartz at 573 °C. It may be expected that a contraction of the sample takes place after this transition. This is attributed to the fact that the sample contains primarily kaolin. The curve of the first heating however, did not reflect that result. Thus it is assumed that the sample contains significant amount of other minerals, which do not undergo to dehydroxylation and thermal expansion continues over ranges of the heating. At the temperatures 900–950 °C, steep contraction appears apparently caused by the transition of the metakaolinite into spinell and primary mullite [6, 7]. It may be assumed that glassy phase is created at the highest temperatures. That was verified by the second and the third heating curves.

It was discovered that the sample contains significant part of glassy phase and unsolved quartz grains. A presence of the glassy phase causes the softening of the material at temperatures above 1000 °C as recorded by the push-rod dilatometer.

The ceramic tiles are fired two times in the ceramic plant, therefore the test firing was repeated to simulate the industrial praxis. The end result after the second heating does not change the dilatometric properties as evidenced by the two lower dilatometric curves in Fig. 1. The dilatometric line of the fired ceramics is linear in the most important temperature region from an exploitation point of view. A coefficient of the linear thermal expansion is  $6.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  for the fired ceramics in the region of 20–530 °C.

To be able to specify description of dilatometric behavior of the investigated material in greater details, additional analysis, mainly XRD, is necessary.

## Conclusion

In the ceramic plant, Keramika Letovice, kaolin plays significant role, in the materials used and markedly affects the dilatometric curve. At temperatures 900–1100 °C creation of the spinell, mullite, and glassy phase occurs. Repeated firings of the samples do not affect dilatometric behavior, which indicates that the ceramic material is stable after the first firing.

## Acknowledgement

This work was supported by the grant VEGA 1/3179/06. The authors want to thank the administration at the ceramic plant Keramika Letovice for the samples made available and for general support for the research.

## References

- [1] Paganelli, M.: *Using the optical dilatometer to determine sintering behavior.* Am. Cer. Soc. Bull., 81, 2002, 25-30
- [2] Štubňa, I. – Važanová, A. – Varga, G. – Hrubý, D.: *Simple push-rod dilatometer for dilatometry of ceramics.* In: Proc. Conf. Research and teaching of physics in the context of university education, SPU Nitra, Nitra 2007, 69-74
- [3] Hanykýř, V. – Kutzendrfer, J.: *Technologie keramiky.* Silis Praha a Vega Hradec Králové, 2000
- [4] Čičel, B. – Novák I. – Horváth, I.: *Mineralogy and crystallochemistry of clays.* SAV, Bratislava 1981
- [5] Brindley, G. W. – Sharp, J. H. – Patterson, J. H. – Narahari, B.N.: *Kinetics and mechanism of dehydroxylation process, I. temperature and vapor pressure dependence on dehydroxylation of kaolinite.* The Amer. Mineralogist, 52, 1967, 201-211
- [6] Brindley, G. W. – Nakahira, M.: *The kaolinite-mullite reaction series: I. A survey of outstanding problems.* J. Amer. Ceram. Soc., 42, 1959, 311-314
- [7] Brindley, G. W. – Nakahira, M.: *The kaolinite-mullite reaction series: II, Metakaolin.* J. Amer. Ceram. Soc., 42, 1959, 314-318

## EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

### MEGHÍVÓ

A Szilikátipari Tudományos Egyesület tisztelettel meghívja Önt

**2008. május 14-én**

(szerdán) 10 órakor tartandó

**XXXI. Küldöttgyűlésére.**

Helyszín:

MTESZ Budai Konferencia Központ

(Budapest II., Fő u. 68.

VII. emelet 700.)

### 60 éves az ÉPÍTŐANYAG folyóirat!

2008-ban ünnepli

60 éves fennállását

az Építőanyag folyóirat.

A 2008. évi Küldöttgyűlés

plenáris előadása az

Építőanyag folyóirat

60 évéről szól majd.

Szilikátipari Tudományos Egyesület

Beton Szakosztálya

**2008. április 10-én**

14.00 órakor

ankétot szervez a

**Beton tulajdonságai magas**

**hőmérsékleten** címmel.

Az ankét a Magyar Mérnöki Kamara

által akkreditált,

pontot érő rendezvény.

Helyszín:

MTESZ Budai Székház 219.

Szilikátipari Tudományos Egyesület

Üveg Szakosztálya

**Üvegipari Szakmai Konferenciát**

szervez

**2008. április 22-én**

10.00 órakor.

Helyszín:

MTESZ Budai Székház 219.

**HAMAROSAN INDUL ÚJ HONLAPUNK...**

**WWW.SZTE.ORG.HU**

## BŐVEBB INFORMÁCIÓ AZ SZTE TITKÁRSÁGÁN

# Impact of nitrogen atmosphere on sintering of alumina ceramics

JUDIT CSÁNYI TAMÁSNÉ ▪ University of Miskolc ▪ femjuci@gold.uni-miskolc.hu

LÁSZLÓ A. GÖMZE ▪ Department of Ceramics and Silicate Engineering ▪ femgomze@gold.uni-miskolc.hu

## A nitrogén atmoszféra hatása az alumínium-oxidkerámiák zsugorítására

Hagyományos szennyezettségű  $Al_2O_3$  porok semleges nitrogén gázközegben történő zsugorítása során az  $\alpha-Al_2O_3$  mellett egy új fázis is megjelenik, amely javítja a kerámia mechanikai jellemzőit.

A tanulmány ismerteti a zsugorított minta mikroszerkezetét, amelyet SEM, EDAX s RTG-diffrakciós módszerrel vizsgáltak. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a hőkezelés egy új fázis, az ALONC kialakulásához vezet.

## 1. Introduction

Several industries, like electronics have been using products made of very high purity (>99,9%)  $Al_2O_3$  powder because of their excellent mechanical and electrical properties. These products are mainly produced by dry pressing, sintering. In order to achieve the special mechanical features the use of the right technology is as important as the selection of the raw material.

Many studies are investigating the sintering behaviour of alumina, its microstructure [1, 2, 3]. Our work until now has focused on obtaining deeper knowledge about these properties and on the description of mechanical characteristics of alumina, heat treated in nitrogen atmosphere [4].

Heat treatment in nitrogen gas is a well-known technology for steels, resulting the increase of surface hardness of steels, their wear resistance, resistance to repeated use and corrosion. In this procedure alloy elements – carbon, nitrogen, silicon, and aluminum – are entered into the surface layer of the steel by diffusion – modifying, improving its mechanical and chemical properties [5, 6, 7].

The purpose of the present study is to present the results of heat treatment in nitrogen inert gas of alumina ceramics, and to discover the changes in the microstructure of the surface layer.

According to the literature several authors are dealing with the use of nitrogen atmosphere by adding other additives (AlN) [8, 9, 10, 11]. During the sintering the nitrogen – entered in the form of gas or solid substance (AlN) – and its reaction with the rigid, solid material produces a new substance, a very tough material, keeping its mechanical properties. The result of heat treatment in nitrogen inert gas is the production of AlN and ALON, besides  $Al_2O_3$ . AlN has several excellent properties, its thermal conductivity, specific resistance is high, the dielectric constant is moderately low. AlN cannot be found in the nature. It can be produced by nitridation of metal aluminum powder, or by the carbothermic reaction of alumina powder [12]. ALON is a kind of polycrystalline material, the structure of which is just the inverse of spinel. It is a glass-like, poreless material of great hardness, but with low heat conductivity. Among the methods to be used for the production of alumina nitride phase the most popular are simultaneous reduction and nitridation of  $Al_2O_3$ , oxynitridation of metal aluminum during firing, its gas phase reaction with  $AlCl_3$ , direct reaction between  $Al_2O_3$  and AlN [9].

Tamásné Csányi Judit

Anyagmérnöki diplomát szerzett 2001 nyarán a Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karán.

Tanulmányait doktoranduszként a jelenlegi Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszéken folytatta 2001–2004 között. 2003-ban tanulmányi ösztöndíjat nyert, így az Epcos Deutchlandsberg AG elektronikai vállalatnál kerámia-filmek fémzésését tanulmányozta. 2004 óta, Szombathelyen az Epcos Elektronikai Alkatrész Kft. fejlesztőmérnökeként dolgozik. 2007-ben sikeresen megvédte műhelyvitáját.

Dr. Gömze A. László

1973-ban szerzett gépészmérnöki oklevelet a Moszkvai Építőmérnöki Egyetemen. Szilikátevgyész oklevelét 1979-ben kapta a Mogyorósegyesi Kémia-technológiák Egyetemen. 1985-ben a műszaki tudományok kandidátusa - kiténtés-

sel. Szakmai pályafutását az Épületkerámia-ipari Vállalatnál kezdte, ahol részt vett a Kerámia Téglagyár, a Padlólap II. és az új Órbottyán II. Téglagyár tervezésében. 1977-ben már a KEVITERV Egyedi Gépek és Létesítmények tervező osztályát irányította. Még ebben az évben tanársegéd lett Szaladnya Professor mellett a Miskolci Egyetemen. Ugyanitt 1999-től a Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék vezetője. Több szabadalom és találmány szerzője. Hazai és külföldi publikációjának száma meghaladja a 200-at.

According to the literature the reaction of  $Al_2O_3$  and AlN produces ALON phase above 1650 °C, which can be made by plasma spraying, adding AlN, sintered in nitrogen gas.

In the *plasma spraying technology* first the  $Al_2O_3$ /AlN composite powder is sintered in Ar/ $N_2$  plasma ( $\approx 10000K$ ), which is direct nitridation of alumina. With this method cubic lattice AlN can be produced, containing N- and O-ions. The AlN and  $\gamma-Al_2O_3$  content of the thus produced material is growing compared to the AlN and  $Al_2O_3$  content of the original (starting) material. Thus further heat treatment is required in nitrogen gas at 800–1200 °C for 2 hours with temperature holding. As a result of later heat treatment the AlN will be of hexagonal lattice, the AlN quantity will increase, but the  $\gamma-Al_2O_3$  content will decrease. [13]

The quantity of AlN added to  $Al_2O_3$  and the sintering temperature influence significantly the material microstructure.

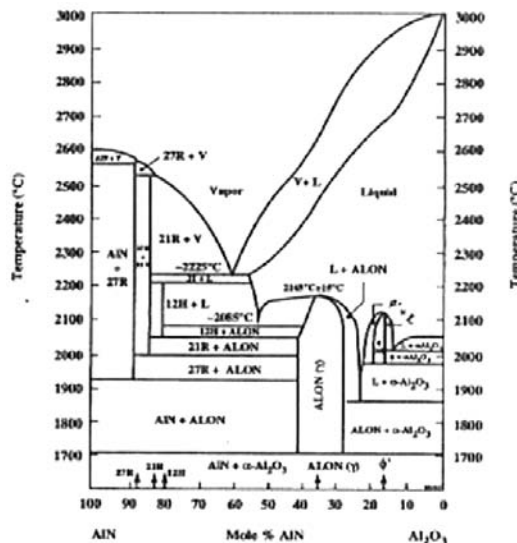
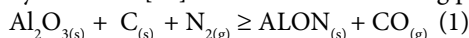


Fig. 1. Phase diagram of AlN-  $Al_2O_3$   
 1. ábra AlN- $Al_2O_3$  fázisdiagram  
 (Taken from: Allen M. Alper: Phase Diagrams in Advanced Ceramics 29. [14])

During sintering in nitrogen gas homogenous microstructure is achieved with lower (<10 mol%) AlN content, AlON appears on the contact surface of alumina. At higher AlN content the produced AlON is around the grain boundary of alumina.

McCauley and Corbin sintered *in situ* the AlN and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powders, grinded together. Several combinations of production parameters were discovered. As shown by Figure 1 the liquid phase can be found in a very narrow stripe of the solid phase at high temperature. The results of sintering at 1975 °C are grain porosities, but the higher temperature (2025 °C) produces much less porosity and ALON.

The method was improved later, the starting powder is 0,5µm and smaller grain size distribution ALON powder, formed by preliminary reactions [15]. Reaction of the starting powder:



Tabary, Servant and Alary observed, that carbon is present in two forms. On the one hand in the form of graphite, not entering into reaction during melting, on the other in a form embedded into separations, becoming an Al-O-N-C quaternary system.

Figure 2 shows the phase structure of „ALONC” in Mol quantity along the line connecting points a P<sub>1</sub> (25% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 75% AlN) and P<sub>2</sub> (60% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-20% AlN – 20% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>). The intersection point of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> section can be 26,5mol% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>, not following the literature value. Thus Al<sub>4</sub>O<sub>4</sub>C can be found at 20 mol% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> and Al<sub>2</sub>OC, and also at 50 mol% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>. Three dominant AlN based compositions can be distinguished. The general form is AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in pseudo-binary system it is Al<sub>n</sub>O<sub>3</sub>N<sub>(n-2)</sub>. In the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> pseudo-binary phase this formula becomes Al<sub>(x+4)</sub>O<sub>(1.5x)</sub>C<sub>3</sub>, where x = 8; 6; 5; 4,4 and 4; and the M/X = n/n+1 ratio is equal to 4/5, 5/6, 6/7, 7/8, and 8/9, where M=(n<sub>Al</sub>) and X=(n<sub>O</sub>+n<sub>C</sub>). [16]

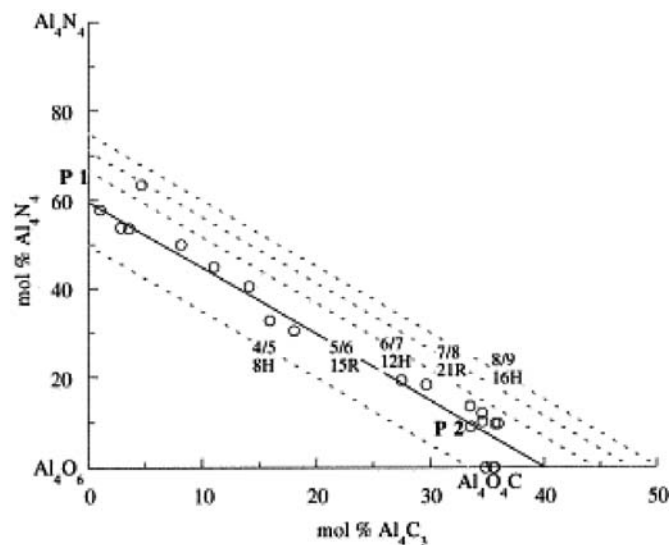


Fig. 2. Content of ALONC phase in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>4</sub>N<sub>3</sub>-Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> pseudo-ternary system  
2. ábra Az „ALONC” fázis összetétele az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>4</sub>N<sub>3</sub>-Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> pszeudo-ternér rendszerben

(Taken from: Tabary, Servant, Alary: Journal of the European Ceramic Society p. 1918)

## 2. Test conditions

During the experiment the sintering abilities of alumina powders of different purity were investigated with the use of nitrogen gas. Table 1 shows the compound of the powders

applied by us, according to the datasheet of the manufacturer partly 3% polyvinyl-ester, polyvinyl-ethanol, polyvinyl-glycol, partly 6% magnesium-silicate and 5% alkali-earth metal carbonate are needed to the preparation of pressing powders. Of the Kreutz SPG 95 and Alcoa CT 3000 SDP alumina powder, shown in Table 1. annular specimen were made with bilateral pressing by the mechanical press of Mikeron Kft, where the diameter of the pressing tool dowel was 34,6 mm, the diameter of the housing was 47,7 mm.

Compound	Kreutz SPG 95	Alcoa CT 3000 SDP
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≈ 95%	99,7%
SiO <sub>2</sub>	2,2%	0,02%
MgO	1,40%	0,1%
CaO	1,10%	0,03%
Na <sub>2</sub> O	< 0,2%	0,08%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,3%	0,02%

Table 1. Content of applied pressing powder  
1. táblázat A felhasznált préspor összetétele

Part of the raw specimen was pre-sintered in normal way, at 1250 °C, the remaining part in nitrogen gas at 1420 °C in composition-type resistor furnace. The pre-sintered semi-finished product was sintered at 1640 °C in Nabel HT128 type furnace of Mikeron Kft.

The additive content of pressing powders was tested by DSC-equipment. Microstructure of the burnt specimen was tested by SEM, EDAX and X-ray diffraction meter.

## 3. Results

The DSC diagram of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powders was taken into account to the establishment of test conditions (Figure 3). The investigation confirmed that in the presence of oxygen the organic materials begin to evaporate at 240–250 °C out of the 95 and 99,7% content

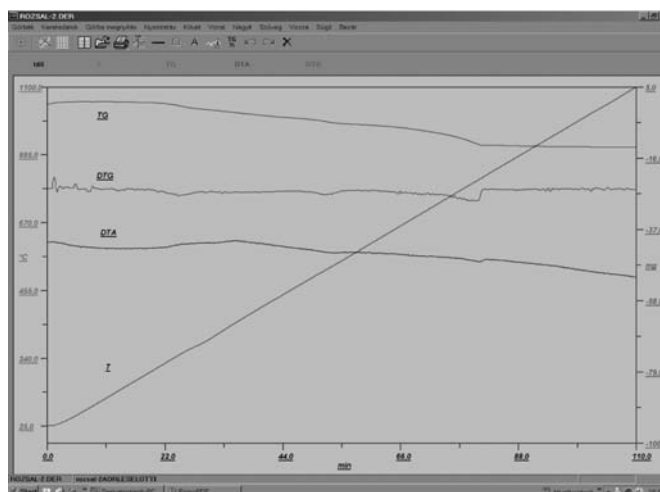


Fig. 3. DSC analysis of 95% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
3. ábra 95% tartalmú Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kerámia DSC vizsgálata



The structure of ceramics heat treated in nitrogen gas was determined on the basis of X-ray diffraction test. The results are shown on Figure 7. It can be seen that next to the tips of  $Al_2O_3$  carbon in crystal form, and also  $Al_4N_3CO$  (ALONC) had appeared. Most of the ALON tips fit to the diffractogram, its presence is still not completely proved. The results of our experiments are significant, since we have proved, that already at relatively low temperature ALONC is produced in alumina ceramics of traditional „contamination” pre-sintered in nitrogen gas.

Observations of Tabary, Servant and Alary support our findings, that carbon is present in two forms. Once in the form of graphite, which does not enter into reaction during melting, and in the form of *Al-O-N-C* quaternary system.

#### 4. Conclusion

1. Our tests clearly confirm that during sintering of  $Al_2O_3$  nitrogen gas exercises similarly positive impact on the material structure and mechanical behaviour of the ceramics, as is the case with nitriding, or carbo-nitriding of steel alloys. It was proved by SEM photos that close to the surface of the sintered body 0,1  $\mu m$  granules develop and distribute in large volume in the material structure, owing to the presence of which the water and gas compactness and mechanical stability of the material system is significantly increasing.

2. On the basis of the tests it can be stated, that with the use of the right production technology (pressing, sintering atmosphere, sintering temperature) excellent quality products can be produced of the 92 – 99,7%  $Al_2O_3$ -content basic materials of traditional „contamination”, which had only be produced until now of the 4th and 5th generation high purity  $Al_2O_3$ .

#### References

- [1] Shui, A. – Kato, Z. – Tanaka, S. – Uchida, N. – Uematshu, K.: *Development of anisotropic microstructure in uniaxially pressed alumina compacts*. Journal of the European Ceramic Society 22 (2002) 1217-1223
- [2] Shui, A. – Saito, M. – Uchida, N. – Uematsu, K.: *Origin of shrinkage anisotropy during sintering for uniaxially pressed alumina compacts*. Powder Technology 127 (2002) 9-18
- [3] Sathiyakumar, M. – Gnanam, F. D.: *Influence of additives on density, microstructure and mechanical properties of alumina*. Journal of Materials Processing Technology 133 (2003) 282-286
- [4] Csányi, J. – Gömze, A. L. – Kövér, Zs. I.: *Néhány nagy tisztaságú  $Al_2O_3$  műszaki kerámia hajlítási tulajdonságai vizsgálata*. Építőanyag, 56. évf. 3. szám (2004.) pp.101-107
- [5] Zorkóczy B.: *Metallográfia és anyagvizsgálat*. Tankönyvkiadó, Budapest 1968.
- [6] Verő J.– Káldor M.: *Fémtan*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
- [7] Tóth, T.: *Fémtan II-III*. Nemzeti Tankönyvkiadó, 1993.
- [8] Tabary, P. – Servant, C. – Alary, J. A.: *Effects of a low amount of C on the phase transformations in the  $AlN-Al_2O_3$  pseudo-binary system*. Journal of the European Ceramic Society, Vol. 20. (2000) pp. 1915-1921
- [9] Kim, Y. W. – Park, H. C. – Lee, Y. B. – Oh, K. D. – Stevens, R.: *Reaction sintering and microstructural development in the system  $Al_2O_3-AlN$* . Journal of the European Ceramic Society, Vol. 21 (2001) pp. 2383-2391
- [10] Maghsoudipour, A. – Moztarzadeh, F. – Saremi, M. – Heinrich, J. G.: *Oxidation behaviour of  $AlN-Al_2O_3$  composites*. Ceramics International 30 (2004) pp. 773-783
- [11] Nivot, C. – Valdivieso, F. – Goeriot, P.: *Nitrogen pressure effects on non-isothermal alumina sintering*. Journal of the European Ceramic Society Vol.26 (2006) pp. 9-15
- [12] Okasa, T. – Toriyama, M. – Kanzaki, S.: *Journal of European Ceramic Society*. Vol. 20, 2000. pp.783-787
- [13] Cao, L. H. – Khor, K. A. – Fu, L. – Boey, F.: *Journal of European Ceramic Society*. Vol. 89-90, 1999. pp.392-398
- [14] A. M. Alper: *Phase Diagrams in Advanced Ceramics*. Academic Press, Inc., London, 1995. pp.15-83.
- [15] Hongyu, G. – Yansheng, Y. – Aiju, L. – Yingcai, L. – Yuhua, Z. – Chunsheng, L.: *Materials Research*. Bulletin, Vol. 37, 2002. pp.1603-1611
- [16] Tabary, P. – Servant, C. – Alary, J. A.: *Journal of European Ceramic Society*. Vol. 20, 2000. pp.1915-1921
- [17] W. D. Kingery, H. K. Bowen, D. R. Uhlmann: *Introduction to Ceramics*. John Wiley & Sons, New York, 1976.

## VI. NEMZETKÖZI PERLIT KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

A magyar perlit 50 éve és jövője a környezetvédelem és a klímaváltozás jegyében  
Budapest, 2008. szeptember 12-13.

### PROGRAM

#### SZEPTEMBER 12.

Helyszín: BME Díszterem

(1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. K. ép. I. 69.)

- 8.00– 9.00 REGISZTRÁCIÓ
- 9.00–10.00 MEGEMLÉKEZÉS A MAGYAR PERLIT 50 ÉVÉRŐL  
PROTOKOLL ELŐADÁSOK
- 10.00–10.15 KÁVÉSZÜNET
- 10.15–12.45 5 ELŐADÁS (NEMZETKÖZI KITEKINTÉS A FELHASZNÁLÁS ÚJ  
TRENDEIT ILLETŐEN)
- 12.45–14.00 BÜFÉEBÉD
- 14.00–16.30 5 ELŐADÁS (SZAKMAI TAPASZTALATOK A PERLIT  
FELHASZNÁLÁSÁVAL KAPCSOLATBAN: ÉPÍTŐIPAR,  
MEZŐGAZDASÁG, KÖRNYEZETVÉDELEM, SZŰRŐIPAR)

BLOKKOK VÉGÉN 15 PERC KONZULTÁCIÓRA NYÍLIK LEHETŐSÉG.

#### SZEPTEMBER 13.

Választható programok:

1. EGÉSZ NAPOS SZAKMAI KIRÁNDULÁS
  - INDULÁS A SZÁLLODÁTÓL BUSZZAL 7.30-KOR
  - LÁTOGATÁS AZ ÚJ PERLIT ÜZEMBE – OLASZLISZKA
  - EBÉD – PÁLHÁZA
  - BÁNYA, ELŐKÉSZÍTŐMŰ MEGTEKINTÉSE,  
RÉSZVÉTEL AZ ÚJ PERLIT EMLÉKMŰ AVATÁSÁN – PÁLHÁZA
  - HAJÓKIRÁNDULÁS SÁROSPATAKRÓL A BODROGON,  
MAJD BORKÓSTOLÁSSAL EGYBEKÖTÖTT TOKAJI PINCELÁTOGATÁS
  - VISSZAÉRKEZÉS A SZÁLLODÁHOZ 21.00-KOR

vagy

2. FÉL NAPOS SZAKMAI KIRÁNDULÁS
  - INDULÁS A SZÁLLODÁTÓL BUSZZAL 9.00-KOR
  - LÁTOGATÁS A SAINT-GOBAIN WEBER TERRANOVA TELEPHELYÉN,  
PILISVÖRÖSVÁRON
  - VISSZAÉRKEZÉS A SZÁLLODÁHOZ 14.00-KOR

További információ és jelentkezési lap igénylése: Szilikátipari Tudományos Egyesület

Tel./fax: 06-1/201-9360 • E-mail: mail.szte@mtesz.hu

# Ásványbányában keletkező sajátfiller újrahaznosítási lehetőségeinek vizsgálata útépítési alapanyagként\*

GÉBER RÓBERT • Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék • femgeber@uni-miskolc.hu

Géber Róbert

2007-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán diplomázott szilikátechológus anyagmérnökként. Jelenleg a Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék első évfolyamos doktorandusz hallgatója. Kutatásában a különböző összetételű aszfaltkeverékek és azok alapanyagainak anyagszerkezeti, valamint reológiai tulajdonságainak vizsgálataival foglalkozik.

## The examination of recycling opportunity of mineral fillers as base materials in road construction

Building industry is one of the most important industry in present days. The application of various silicate industrial materials are grown up. The best-known utilization area of these materials is road construction. The applied technologies are multiple, it is necessary to create and develop different asphalt pavements, because of the geographical conditions.

The author is dealing in this article with the utilization of volcanic origin mineral fillers in road construction. He is looking for answers that how could be substituted limestone powder – which is the most used asphalt filler in Hungary – with another mineral material. It would be – economically – practical to take the advantage of these raw materials.

In these investigations there were examined 4 different mineral fillers (limestone filler, andesite and basalt fillers), which are the most used fillers in the road constructions in Hungary. During the investigations microstructural tests (grain structure, specific surface and scanning electron-microscope) and lifetime tests (sedimentation /to define the hydrophile coefficient/), swelling on standard asphalt specimens) were executed.

The author try to find a relationship between the measured parametres (specific surface, hydrophile coefficient, swelling value). The tests are important, because in the knowledge of the results it is possible to select those fillers, which are convenient for road construction.

## 1. Bevezetés

Az aszfalt olyan építőanyag-keverék, amelyben különböző ásványi adalékanyag-szemcséket bitumen kötőanyag von be, megfelelő tömörítési technológia alkalmazásával pedig eléri szilárdságát. Szilárd részét az ásványi adalékanyag nagyobb szemcséi alkotják, ezek adják a réteg teherbíró kővázát, a kisebb szemcsék pedig (pl. a töltőanyagok, vagy fillerek) a habarcs-szerű kitöltésben játszanak szerepet [1].

Az aszfaltkeverékek töltőanyagai a burkolatban stabilizáló és hézagkitöltő szerepet töltenek be. A gyakorlatban töltőanyagként általában mészkőlisztet használnak, azonban – gazdasági okokból is – a vulkáni eredetű kőzetek (andezit, bazalt) leválasztott nagyon finom frakcióját ( $d < 0,09$  mm) is visszaadagolják (exhausztorpor/szállópor/sajátfiller). Töltőanyagként alkalmazható még filterpernye, cement, kohósalak is [2].

A mészkőlisztnek (fillernek) különleges szerepe van az aszfaltokban. Egyrészt kitölti a kis hézagokat, másrészt a mészkőből őrölt finom szemcsék porózusak, ezáltal lekötik a bitumen lágyabb részeit. A bitumen a finom szemcsékkel habarcsot (aszfalthabarcs) képez, és a mészkőliszt ezt a bitumenes habarcsot szívósabbá teszi. A kőváz szemcséit stabil bitumenes habarcs vonja be, ezáltal erős kötést biztosít a keverék szemcséi között [3].

Az aszfalt beépítéskor a hengerléssel, beépítés után pedig a forgalom hatására tömörödik, és így egy stabil, nagy kohéziójú aszfaltréteg alakul ki, amely mind az időjárásnak, mind a forgalom hatásainak hosszú évekig jól ellenáll [4, 5, 6].

A szerző jelen – diplomamunka alapján készített – cikkében az ásványbányában keletkező, vulkáni eredetű sajátfillerek útépítésben való felhasználásával foglalkozik. Arra keresi a választ, hogy az eddig töltőanyagként (fillerként) használt

mészkőlisztet milyen más eredetű ásványi adalékanyag-gal lehetne helyettesíteni. Az ország földrajzi adottsága miatt célszerű lenne – gazdasági szempontból is – kihasználni ezen nyersanyagok alkalmazását. Az elvégzett vizsgálatok alapján közelebb kerülhetünk ahhoz, hogy töltőanyagként egy olyan ásványi töltőanyagot válasszunk ki, amely az aszfalt számára a mészkőliszthez hasonló előnyös tulajdonságokkal rendelkezik.

## 2. A sajátfillerek mikroszerkezeti vizsgálatai

A vizsgálatok során 3 ásványi töltőanyag, illetve etalonként egy mészkőliszt anyagszerkezeti és élettartam-vizsgálataira került sor. A vizsgált anyagok az alábbiak voltak:

- alsószolcai mészkőliszt,
- tállyai andezit filler,
- szobi andezit filler,
- uzsai bazalt filler.

A mérések során a töltőanyagok ásványi összetételének meghatározása után szemcseszerkezeti, fajlagos felületi, és elektronmikroszkópos vizsgálatokra került sor. A mérések a Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék laboratóriumában történtek, ahol mind az elméleti háttér [7, 8, 9], mind pedig a lehetőségek és berendezések adottak voltak a vizsgálatok végrehajtásához.

### A fillerek ásványi összetételének meghatározása

A vizsgált anyagok ásványi összetételének meghatározása SIE-MENS Brucker D8 típusú röntgen – diffraktométer segítségével történt. Az 1. ábrán a vizsgált anyagok röntgen diffraktométerrel meghatározott ásványi összetétele került feltüntetésre.

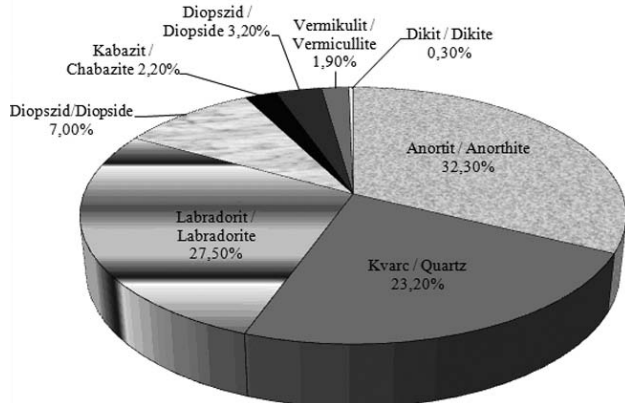
Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy az alsószolcai mészkőlisztet 100%-ban kalcit alkotja, míg a vulkáni ásványok összetétele rendkívül gazdag. Noha az andezitek különböző

\* Az SZTE 2007. évi Diplomadíj pályázatán díjazott diplomamunka alapján

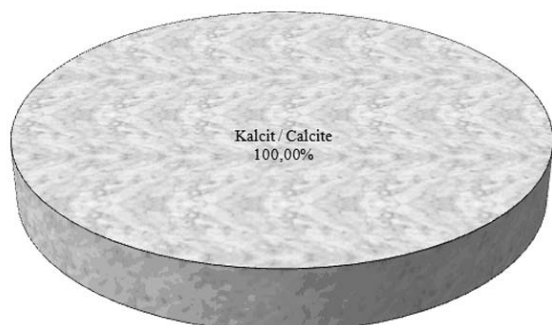
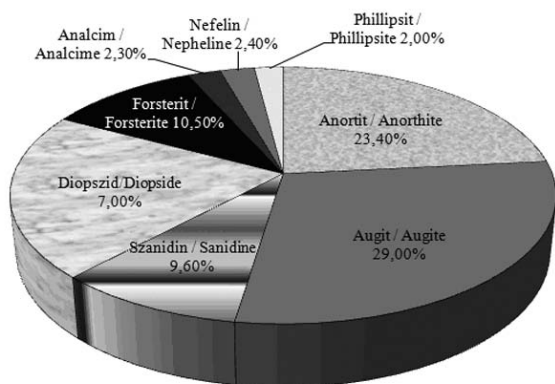
Tályai andezit / Andesite filler (Tályia)



Szobi andezit / Andesite filler (Szob)



Uzsi bazalt / Basalt filler (Uzsa)



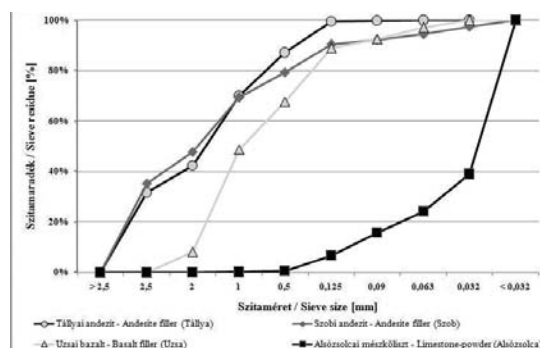
1. a, b, c, d ábra A fillerek ásványi összetétele  
Fig. 1. Mineral content of fillers

földrajzi területekről származnak, összetételükben mégis sok azonos ásvány fedezhető fel. A legösszetettebb anyag a vizsgált sajátfillerek közül az uzsi bazalt volt.

**Szemcseanalízis**

Az aszfaltbeton típusú anyagok tulajdonságait az ásványi anyagok szemeloszlási görbéje és az egyes adalékanyag – frakciók milyensége igen erősen befolyásolja. Az ásványi adalékanyag nagyobb szemcséi még nagy belső sűrűldést eredményezve egymáshoz tudnak támaszkodni, a keletkező hézagokat a kisebb szemcsék töltik ki; ezen a kisebb szemcsék közötti hézagokat pedig megfelelő arányban a mind kisebb szemnagyságú finomabb anyagok. Az egyes szemcsék közeit töltik ki az egyre kisebb szemcsék, folytonos módon.

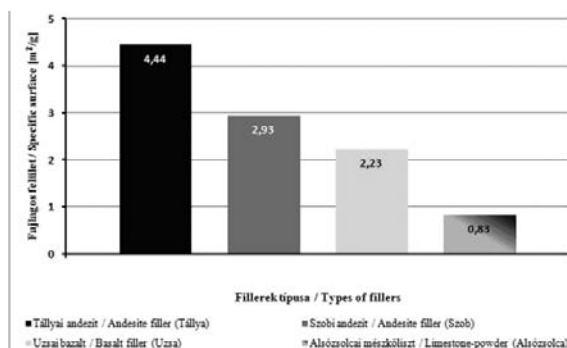
A szemcseanalízis során a rendelkezésre álló szitákkal meghatároztuk a töltőanyagok szemeloszlás görbéit, melyet a 2. ábra szemléltet. Jól látható, hogy a töltőanyag-frakciók (d < 0,09 mm) mind a 4 anyag típusnál felfedezhetőek, igaz, különböző mennyiségben. Legnagyobb mértékben a mészkőliszt rendelkezik ezen frakciókkal.



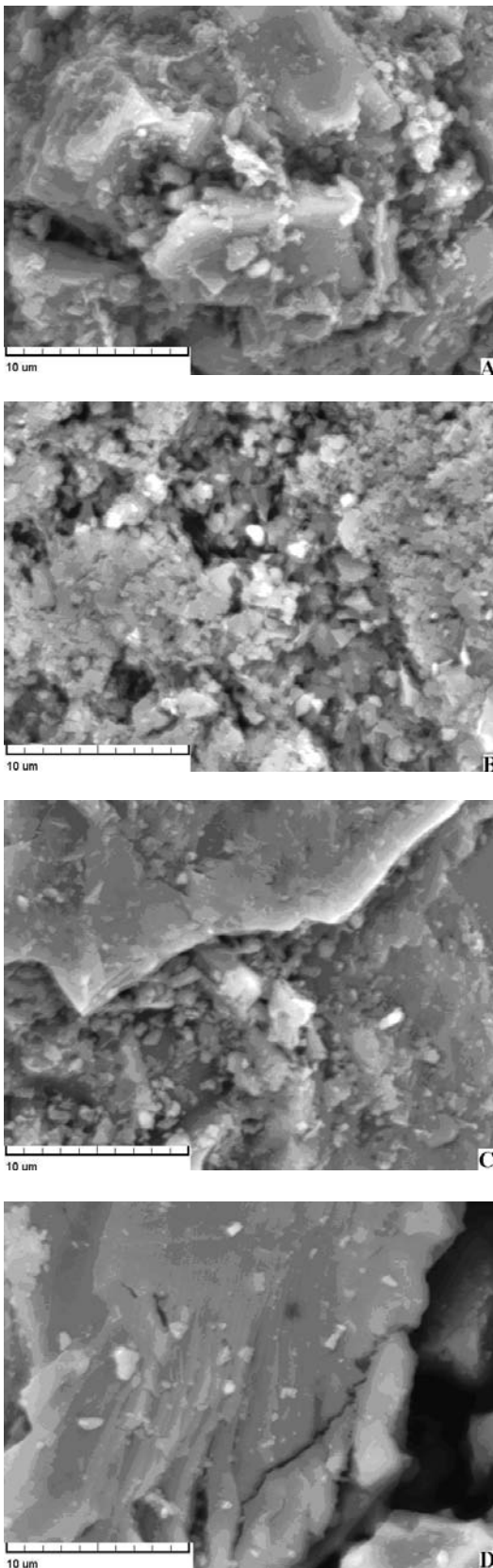
2. ábra A fillerek szemeloszlása  
Fig. 2. Grain size distribution of fillers

**A fajlagos felület meghatározása**

A vizsgált töltőanyagok fajlagos felületének meghatározása a Micromeritics gyártmányú TriStar 3000 készülékkel történt. A minta előkészítését (gáztalanítását) Micromeritics gyártmányú SMARTPREP készülékkel végeztük el. A berendezés a fizikai adszorpció és a kapilláris kondenzáció elméletet alkalmazza annak érdekében, hogy a szilárd anyagok porozitásáról, valamint felületük nagyságáról szolgáltatson információt. A fillerek BET-féle fajlagos felületéről a 3. ábra ad áttekintést.



3. ábra Fillerek BET-féle fajlagos felülete  
Fig. 3. Specific surface of fillers by BET-method



4. ábra Fillerek SEM felvételei  
A. Tállyai andezit, B. Szobi andezit, C. Uzsai bazalt, D. Alsózsolcai mészkőliszt  
N = 10.000X

Fig. 4. SEM pictures of fillers  
A. Andesite filler (Tállya), B. Andesite filler (Szob), C. Basalt filler (Uzsa), D. Limestone powder (Alsózsolca)  
Z = 10.000X

Az eredmények azt mutatják, hogy a mészkőliszt rendelkezik a legkisebb fajlagos felülettel, ami előnyös, mivel alkalmazásakor nem kell bitumentöbbséggel számolni. Az andezitek és a bazalt a mészkőlisztnél nagyobb fajlagos felülettel rendelkeznek, amely a bitumenfelhasználás szempontjából nem előnyös, hiszen nagyobb mennyiségű bitument kell a keverés során az aszfaltkeverékbe adagolni. Ez azonban nem jelenti a sajátfillerek felhasználásának elvetését.

### Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálatok

A 4 töltőanyag elektronmikroszkópos vizsgálatokat végeztünk el. A mérés AMRAY 1830 I típusú PV 9800 EDAX energiadiszperzív mikroszondával felszerelt pásztázó (scanning) elektronmikroszkóp (SEM) segítségével történt.

Megvizsgáltuk az ásványi anyagok felületét, és a felvételek alapján megállapítható, hogy az andezitek és a bazalt felületén sok kisebb kristály helyezkedik el, ezáltal érdesítve azok felületét. Az érdes felület pedig nagy fajlagos felületet eredményez. Ezt a megállapítást alátámasztják a fajlagos felület mérésének eredményei is.

A mészkőliszt felülete sima, tehát fajlagos felülete is lényegesen kisebb. Az elkészített SEM felvételeket a 4. ábra szemlélteti.

### 3. A sajátfillerek élettartam vizsgálatai

#### A hidrofil tényező meghatározása

A bitumenhez a hidrofób anyagok jól tapadnak, felületükön abszorbeálják a bitumet. Ezeknek a fillereknek megvan a kölcsönös kapcsolata a bitumennel, emiatt az aszfaltbeton jó hő- és vízálló képességgel, és nagy szilárdsággal rendelkezik [10, 11, 12].

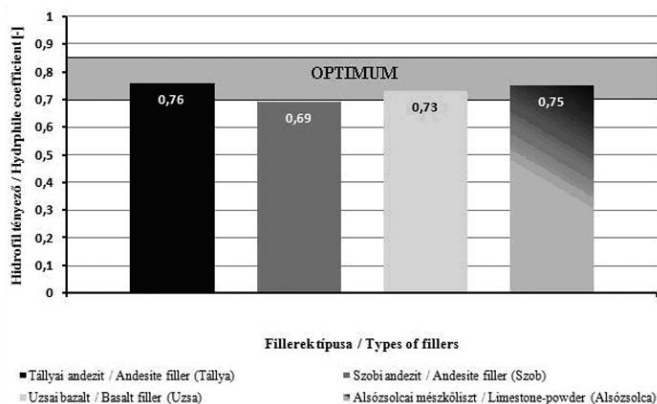
A vizsgálat során a sajátfillerek víz és petróleum abszorbeáló képességét hasonlítottuk össze, a fillerek ülepedését vizsgáltuk. A hidrofil tényező azonos száraz térfogatú, nagy fajlagos felületű közet 72 órányi vízben, illetve petróleumban történő ülepedés után kapott térfogatának hányadosa. A hidrofil tényező a következő (1.) összefüggéssel határozható meg [3]:

$$\text{ahol:} \quad \eta = \frac{V_{\text{víz}}}{V_{\text{petróleum}}} \quad (1.)$$

- $\eta$ : hidrofil tényező
- $V_{\text{víz}}$ : a kőlisztnak vízben mért térfogata 72 órás ülepedés után
- $V_{\text{petróleum}}$ : a kőlisztnak petróleumban mért térfogata 72 órás ülepedés után

A hidrofil anyagokból készített fillerek térfogata a vízben nagyobb, mint a petróleumban, következésképpen a hidrofil tényező értéke is nagy lesz. A hidrofób tulajdonságú anyagok esetén az ülepedési térfogat a petróleumban nagyobb, így módon ezen anyagok hidrofil tényezője is kisebb lesz. Ha a tényező értéke 1-nél nagyobb, akkor a filler hidrofil, 1-nél kisebb érték esetén hidrofób tulajdonságú. A fillerek hidrofil tényezőinek értékeit az 5. ábra szemlélteti.

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy mind a négy filler hidrofób tulajdonságú, amely a bitumennel való kapcsolat miatt jelentős. A jó kőliszt hidrofil tényezője 0,7–0,85 között mozog. A tállyai andezit filler, az uzsai bazalt filler, valamint



5. ábra Fillerek hidrofil tényezőinek értékei  
Fig. 5. The hydrophile coefficients of fillers

az alsószolcai mészkőliszt is ebbe a szürkével jelzett optimális tartományba esik, ezért útépitési célokra való felhasználásuk ilyen szempontból célszerű. A szobi andezit ugyan kevésbé elmarad az optimumtól, azonban ennek ellenére alkalmazható töltőanyagként.

### Duzzadásvizsgálat

A töltőanyagok duzzadásvizsgálatának elvégzését a különböző összetételű aszfaltkeverékek vízfelvétele, tapadásának, valamint a fillerek káros térfogatváltozásának meghatározása érdekében végeztük el. A mérés során természetesen a cél a töltőanyagok, fillerek hatásának megfigyelése volt; pontosabban az, hogy milyen befolyással bírnak ezek a töltőanyagok az aszfalt-ra, milyen változásokat idéznek elő az aszfaltkeverékekben.

A méréshez szabványos Marshall-próbatesteket készítettünk. A duzzadási értéket az alábbi (2.) összefüggéssel határoztuk meg [4]:

$$D = \frac{(G_4 - G_3) - (G_2 - G_1)}{(G_2 - G_3)} \quad (2.)$$

- ahol:
- G1: a próbatest tömege vízben, légritkítás után
  - G2: a próbatest tömege légritkítás és letörés után
  - G3: a próbatest tömege vízben, temperálás után
  - G4: a próbatest tömege temperálás és letörés után

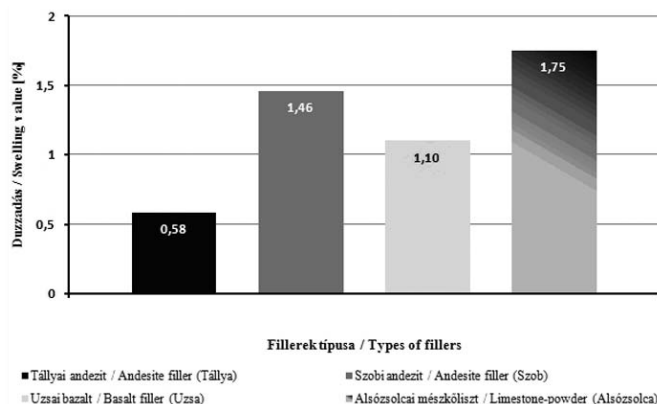
A duzzadásvizsgálat eredményeit a 6. ábrán mutatjuk be.

Duzzadásvizsgálattal az aszfaltok töltőanyagainak vízfelvevő hatását vizsgáltuk. Szabvány által előírt érték szerint maximum 4%-os duzzadás engedhető meg. Ennél nagyobb arányú duzzadás meggyengíti a kötőanyag és a kőváz közötti kapcsolatot.

Legnagyobb mértékben az alsószolcai mészkőliszt és a szobi andezit filler duzzadt, a legkisebb duzzadási értéket pedig a tályai andezit mutatta. Mivel azonban mindegyik filler ezen a határon belül van, ezért felhasználásuk során káros jelenséggel nem kell számolni.

### 4. Az eredmények összegzése

A szerző jelen cikkében az ásványbányában keletkező sajátfillerek és egy mészkőliszt különböző vizsgálataival foglalkozott. Célja az volt, hogy olyan sajátfillereket találjon, amelyek a mészkőliszt aszfaltban betöltött szerepét, kitűnő tulajdonságait



6. ábra Fillerek duzzadása  
Fig. 6. Swelling values of fillers

helyettesíthetik. Munkája során 3, a magyarországi útépitések során alkalmazott aszfalt töltőanyagát (fillert) vizsgálta meg, és hasonlította össze egy referencia anyagként használt mészkőliszttel.

Az elvégzett mikroszerkezeti és élettartam vizsgálatok során meghatározásra került a fillerek szemcseeloszlása, mely alapján megállapítható, hogy a vizsgált anyagok rendelkeznek a szükséges fillerfrakciókkal. Ugyan a töltőanyagok BET-féle fajlagos felülete – ásványi összetételükből adódóan – a mészkőlisztnél lényegesen nagyobb – ezeket alátámasztják az elvégzett Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálatok is –, azonban kedvező hidrofil tulajdonságuk, és kis duzzadóképességük miatt az aszfaltban történő alkalmazásuk mégis célszerű.

### Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton mond köszönetet tervezésvezetőjének, Dr. Gömze A. Lászlónak, aki szakmai segítségével és tanácsaival hozzájárult a diplomamunka elkészítéséhez.

### Irodalomjegyzék

- [1] Nemesdy Ervin: *Útpályaszerkezetek*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [2] Magyar Útügyi Társaság Munkabizottsága: *Útépitési aszfaltkeverékek és útpályaszerkezeti aszfaltrétegek*. Budapest, 2001.
- [3] L. B. Gezencvej: *Aszfaltbeton útburkolatok*. Közdok, 1964.
- [4] *Töltőanyagok aszfaltkeverékekhez*. MSZ-07-3111-1989
- [5] Palotás László: *Mérnöki kézikönyv IV. kötet*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [6] Skovrankó Ernő: *Aszfalt technológiai alapismeretek*. Kézirat, Bau-Teszt Kft. Miskolc (2002.11.11.)
- [7] Dr. Gömze A. László: *Investigation and Modelling of Rheological Properties of Ceramic and Silicate Material*. MicroCAD 2006.
- [8] Dr. Gömze A. László – Kovács Ákos: *Aszfaltkeverékek reológiai tulajdonságainak vizsgálata*. Építőanyag, 57. évf. 2. szám, 2005
- [9] Dr. Gömze A. László – Eller E. A.: *Extrudálható azbesztcement masszák reológiai vizsgálata*. Építőanyag, 35. évf. 1. szám, 1983.
- [10] Dr. Gömze A. László – Puskás Nikolett – Paróczai Csilla – Kovács Ákos: *COLAS-ÉSZAKKŐ BÁNYÁSZATI KFT. sajátfillereinek hidrofil és hidrofób vizsgálata-ásványi anyagok olajfelvevő képességének meghatározása*. Kutatási zárójelentés, Miskolc, 2005.
- [11] Dr. Gömze A. László és mások: *COLAS-ÉSZAKKŐ BÁNYÁSZATI KFT. sajátfillereinek hidrofil és hidrofób vizsgálata-ásványi anyagok olajfelvevő képességének meghatározása*. Kutatási zárójelentés, Miskolc, 2006.
- [12] Dr. Gömze A. László – Géber Róbert: *Investigation of hydrophile and hydrophobe properties of andesite and limestone fillers used in asphalt-mixtures*. MicroCAD 2007. (Section: Material science and material processing technology)

# Ásványi vakolatok napjainkban

Pozsonyi László • Saint-Gobain Weber Terranova Kft.

## Mineral based renders in our days

There is an ever growing demand for harmonizing with nature and ecologically adequate construction processes and a healthy way of life. The natural components and excellent properties of the precious renders as well as the unique beauty of classical rendering structures will expectedly necessitate the production of such renders for a long time ahead.

Minden eddiginél nagyobb ma az igény a természettel összhangban levő, ökológiailag megfelelő építkezés és egészséges élet iránt. A nemesvakolat természetes összetevőinek és kiváló tulajdonságainak köszönhetően a környezettudatos építkezés élén áll, így várható, hogy hazai használatuk ismételten teret hódít.



## Örök szépség

Az ásványi nemesvakolatok értékes ásványi nyersanyagokból előállított színes gyári szárazhabarcok. Alkotóelemei: dolomit, szerves pigmentek, mész és cement kötőanyag. Elsődleges alkalmazásuk homlokzatok védelme és díszítése,

azonban egyre gyakrabban használják belső terek és falfelületek díszítésére is. Közvetlenül a természetből nyert összetevőinek köszönhetően hosszú élettartam, kitűnő ökomérleg és kiváló feldolgozási tulajdonságok jellemzik.

Az ásványi vakolatok a Közép-Európában uralkodó klímában a lehető legjobb védelmet nyújtják az épületeknek. Aki egy nemesvakolatos homlokzat mellett dönt, évtizedekig örülhet neki. A mész-cementes vakolatok átlagos élettartama 50 év, mely lényegesen magasabb, mint más homlokzatképző anyagoké.

Egy ház végső megjelenését a homlokzata adja, amely meghatározza az épület arculatát, egységét. A nemesvakolatos homlokzat fedővakolatának köszönhetően a struktúrák csaknem kimeríthetetlen palettáját és a korlátlan kreativitás lehetőségét nyújtja az építészek és építetők számára. A homlokzat végső karakterét meghatározza a nemesvakolat szerkezete és a feldolgozásának módja. A modern feldolgozási technikák sokrétűsége lehetővé teszi a szakemberek számára a szinte határtalan számú homlokzati díszítések kialakítását. A kreativitásnak nem lehet határt szabni.

A nemesvakolatoknál a fényálló színező pigmentek az építőanyag részét képezik. Ezáltal meleg, természetes színárnyalat jön létre, amely időtlen szépségű. A vakolat teljes egészében színes és mint minden természetes építőanyag, a felületének színe a vakolatalap és a feldolgozási körülmények, valamint az időjárás hatására változik. A homlokzatok dekoratív kialakítására a nemesvakolatok széles skálájú színválasztéka áll rendelkezésre, amellyel homlokzat harmonikusan illeszthető egy városképbe.

Mivel a nemesvakolat teljes egészében színezett, ezért megjelenését és tartósságát nem befolyásolja az enyhe lemor-

zsolódás. Az öntisztításnak ezzel a hatásával a felülete mindig a legszebb arcát mutatja. Tartósan nem tapad meg rajta a por és védelmet ad a csírák, valamint a spórák ellen.

A nemesvakolatok a mindenkori környezeti feltételeknek megfelelően nedvességet tudnak felvenni és azt gyorsan le is tudják adni. Így a falakat szárazon tartják, anélkül hogy lezárnák azokat, ezáltal biztosítják a kellemes belső lakóklímát valamint a tartós védelmet az időjárás külső hatásai ellen.

## Hőszigetelés és nemesvakolat

A gyorsan növekedő energiaköltségek és az erősödő környezettudatos gondolkodás egyre nagyobb jelentőséget ad a teljes hőszigetelő rendszereknek. A hőszigetelő rendszerek egyik legfontosabb eleme a fedővakolat, mely az épület külső megjelenését biztosítja. A homlokzatok fedővakolata közvetlenül ki van téve a mechanikai hatásoknak és időjárás igénybevételének. A nemesvakolat pozitív tulajdonságainak köszönhetően az ásványi teljes hőszigetelő rendszerek optimális színvakolata lehet.

A nemesvakolat jó minőségű ma is modern építőanyag, amely a kor építészetéből nem hiányozhat. Természetes anyagként a korszerű, környezetbarát és egészséges építkezés minden követelményét teljesíti. A Saint-Gobain Weber Terranova Építőanyagipari Kft. nagymértékű gazdasági és ökológiai felelősséggel folyamatosan dolgozik az ásványi vakolatok továbbfejlesztésén azzal az igénnyel, hogy az építési termékeket az aktuális és jövőbeni követelményekhez igazítsa. A **Weber Terranova** által kifejlesztett **weber.therm mineral** ásványgyapot lapos teljes hőszigetelő rendszer elsőként egyesíti a hőszigetelő rendszerek előnyeit a nemesvakolat tartós szépségével. A **weber.therm mineral** a magyarországi piacon hiánypótló szerepet tölt be:



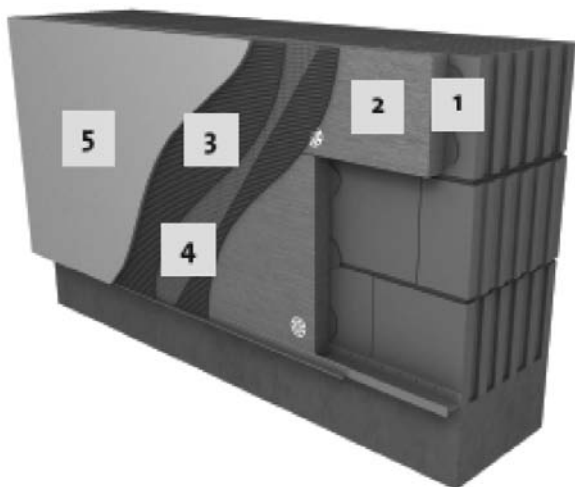
először teszi lehetővé a kapart vagy díszített struktúrájú nemesvakolat alkalmazását a teljes hőszigetelő rendszerre.

A rendszer jó hőszigetelő, és páraáteresztése is kiváló. Köszönhető ez az ásványgyapot hőszigetelő lapnak, az ásványi összetételű mineral ragasztónak, valamint a nemesvakolatoknak.

A puha ásványgyapot lapos szigetelő rendszer külső mechanikai terhelés elleni védelmét kiválóan biztosítja a nemesvakolat-homlokzat. Mindemellett a tűzvédelemnél sem kell kompromisszumokat kötni, mivel a nemesvakolatok éghetetlenek (A1 osztály: nem éghető). Hangszigetelés szempontjából is kiváló választást jelent a nemesvakolatos teljes hőszigetelő rendszer. Nagy felületi súlya és rusztikus struktúrája révén ideálisan szigeteli a belső tereket. A természetes rendszerelemekből álló **weber.therm mineral** hőszigetelő rendszer alkalmazásával komfortos lakókörnyezet alakítható ki.

### A weber.therm mineral rendszer rétegfelépítése:

1. **weber M765 mineral ragasztó**  
a hőszigetelő lapok ragasztásához
2. **ásványgyapot hőszigetelő lapok**  
javasolt vastagság 6–8 cm, a hőszigetelési igénytől függően (hővezetési tényező  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ )  $\mu = 1,4$
3. **weber M765 mineral ragasztó**  
vastaggyazatú ragasztó az üvegszövet háló beágyazásához
4. **weber.therm durva üvegszövet háló**
5. **színvakolat: weber.ter classic F vagy weber.ter classic M**  
finom vagy medium nemesvakolat



Csak a kellemes közérzet és a kényelem tesz egy házat otthonná, ehhez járulnak hozzá a nemesvakolatok.

A **weber.therm mineral** hőszigetelő rendszer kiemelt előnyei:

- Természetes, környezetbarát
- Hosszú élettartam
- Változatos struktúrák



### A pilisvörösvári dolomit előfordulás

A pilisvörösvári dolomit-előfordulás, a Dunazug hegységhez tartozó Pilis hegységben található, Budapesttől mintegy 16 km-re, Pilisvörösvár határában. A nyersanyag előfordulás jól karsztosodott, triász kori, murvásodó-porlódó, alacsony szennyezőanyag tartalmú, különösen fehér dolomit. Mivel vasoxid tartalma 0,04% alatti és az egyéb szennyezők ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) koncentrációja is rendkívül alacsony Közép-Európa egyik legkiválóbb minőségű előfordulásaként vált ismertté.

A jövesztés vízszintes szeletosztásos technikával történik; buldózer lazítja és tolja le az anyagot a munkaszintről, amit rakodógéppel teherautóra raknak és átszállítanak az előkészítőműbe.

A bányában található egy különálló osztályozó berendezés, amelynek adagolása és termékkihordása szállítószalaggal történik. A szalagra egy SRS típusú marótárcsás rakodógépről kerül az anyag a bányafalról.

A bányabeli osztályzás – amely egy 90 mm-es állórácsból és egy kétsíkú, 6 és 15 mm-es szitalapokkal szerelt vibrátorból áll – frakcióra bontja a nyersanyagot: kőporra (0–6 mm), murvára (6–15 mm) és útépitési dolomitra (15–90 mm). Ezeket a frakciókat és az osztályozatlan dolomitot (0–150 mm) bányatermékként értékesítjük.

### Az előkészítőmű

Az előkészítőmű jelenlegi formáját 1998-as beruházás után nyerte el, de fejlesztése folyamatos. Ezen beruházásra egyrészt a vakolatgyártó üzem egyre növekvő nyersanyagigénye, másrészt a jobb minőségű őrlemény, a megfelelő mennyiségű és szemcseeloszlású – a nemesvakolat-gyártás szempontjából fontos – frakciók gyártásához volt szükség.

A szemcsék kubikus formáját – ez a forma a legkedvezőbb a nemesvakolat gyártás számára – a különleges kialakítású, egyhengeres, rovátkolt hengerpalástú, Big Shark típusú hengeres törők biztosították leginkább. A törő egy rovátkolt, forgó hengerből és egy állórészből áll, melynek közelítésével állíthatjuk be a kívánt résméretet. A töret maximális szemcseméretét a rovátkák mélysége és sűrűsége, valamint természetesen a résméret adja. A törők nagy előnye még, hogy igen

kicsi a helyigényük, hátrányként viszont elmondható, hogy ha egy kis fémdarab bekerül a rendszerbe, nagy károkat okozhat, emellett a karbantartási költségek is magasak.

A Big Shark török mellett a nyersanyag előkészítéshez használunk még pofás törőt és kúpos törőt is, ill számos osztályozó berendezést.

Tavalyi beruházásunk eredménye az új háromjáratú szárítódob, melynek segítségével 20%-al meg tudtuk növelni a szárítás teljesítményét.



## Nemesvakolatok minőségellenőrzése

A termékeink minőségellenőrzése több lépcsőből áll.

Első lépcsőnek nevezhetjük az alapanyagok folyamatos vizsgálatát. A beérkező (vásárolt) alapanyagok esetén minden anyagot külön vizsgálunk (minősítünk). A saját termelésű dolomitot naponta vetjük alá vizsgálatoknak. A termékek természetesen nem mehetnek ki ellenőrzés nélkül, így a kész termékeket szintén megvizsgáljuk.

A termékek minőség-ellenőrzése az

EN-MSZ normák mellett saját belső vizsgálatok formájában is történik.

Természetesen új termékek esetében a termék minőségének megfelelő biztosítására egyéb – nem kötelező – vizsgálatok elvégzését is megteszük (például EOTA vizsgálat), amelynek során a termék az átlagosnál sokkal nehezebb körülmények között vizsgázik.

Ez például a **weber.therm mineral** rendszer esetén a következőképpen történt:

28 napos kötés után 20 napig naponta 3 órán keresztül 70 °C-nak és 10% relatív páratartalomnak, 1 órán keresztül 15 °C-n esőztetésnek (1 l/m<sup>2</sup>) majd 2 órán keresztül 20 °C-n szárításnak tettük ki a rendszert. A huszadik nap után öt cikluson keresztül 8 órán át 50 °C és 10% relatív páratartalom, majd 16 órán át -20 °C biztosításával „terheltük”. (Ez utóbbi eljárást fagyasztásos olvasztásos vizsgálatnak hívják).

A konkrét vizsgálatok (mint pl. a tapadásvizsgálat, az impact vagy a perform teszt) e terhelések után kezdődtek.

Összefoglalásként megállapítható, hogy az ásványi vakolatok – így a nemesvakolatok – gyártásának korszaka még korán sem tekinthető leáldozottnak.

A természetes, környezetbarát anyagok iránti igény, valamint a klasszikus vakolatstruktúrák egyedülálló szépsége, még várhatóan hosszú időn keresztül szükségessé teszi gyártásukat.

## Nemesvakolatok gyártása

A színes ásványi vakolataink alapanyaga a dolomit. Az alapanyag kiválasztásánál fontos, hogy a lelőhelyen az anyag egyenletes fehér színű legyen. A dolomitot a jövesztés után szárítjuk, aprítjuk és osztályozzuk. Az osztályozás során 0–0,4, 0,4–1, 1–2 és 2–3 mm frakciókat állítunk elő. A színes vakolat struktúráját a frakciók arányával alakítjuk ki. A dolomit alapanyagot a gyártás során kötőanyagokkal (fehércement és mészhidrát), adalékanyagokkal és pigmentekkel keverjük össze. Az adalékanyagokkal a vakolat tulajdonságait tudjuk befolyásolni (bedolgozhatóság, nyitott idő stb.), a pigmentekkel természetesen a kívánt színt alakítjuk. A keverés és adagolás egy számítógép segítségével, automata gyártósoron történik. Egy beruházásnak köszönhetően az idei évtől már a pigmentek adagolását is automatizálni tudtuk. A rendszer a receptnek megfelelően a kívánt mennyiségű anyagokat csigák segítségével a mérlegekre adagolja. Kimérés után az alapanyagokat a keverőbe juttatjuk. A keverés után az anyag az automata töltőgépre kerül. Itt levegővel zsákokba töltjük. A zsákokat egy palettázó gép rendezi kész raklapokká. Az automata vezérlésnek köszönhetően a termelési folyamat minden lépése dokumentált, a számítógépből visszakereshető.

## EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

### Szilikátipari Kutatások- és Mérnökképzés a Miskolci Egyetemen

**2008. május 21–22.**

Idén harmadik alkalommal kerül megrendezésre Miskolcon a „Szilikátipari Kutatások- és Mérnökképzés a Miskolci Egyetemen” című műszaki tudományos szakmai konferencia.

### Program

Május 21. (szerda)  
kerámia témakörben:  
Délelőtt: Plenáris ülés, megnyitó után  
tégla- és cserépipari szekció  
Délután: finom és műszaki kerámia szekció

Május 22-én (csütörtök)  
építőanyag témakörben  
Délelőtt: cement-, beton-, kő- és kavics szekció  
Délután: aszfalt és üveg szekció.

A Magyar Köztársaság elnöke március 15-e alkalmából a  
**Magyar Köztársasági  
Érdemrend Lovagkeresztjét**  
adományozta  
**Egyesületünk elnökének,  
Dr. Szépvölgyi János** úrnak.  
A kitüntetést Vizi E. Szilveszter,  
az MTA elnöke nyújtotta át.  
A kitüntetéshez gratulálunk!

## BŐVEBB INFORMÁCIÓ AZ SZTE TITKÁRSÁGÁN

## BETONSZERKEZETEK TARTÓSSÁGA TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

2008. június 23.

### A konferencia témái:

1. A beton, a vasbeton és a feszített vasbeton szerkezetek tartósságának elvi kérdései
2. A szerkezettervezés és a betont érő külső tényezők szerepe a tartósság fokozásában
3. A beton alkotói, a betontechnológia, az építéstechnológia, minőség-ellenőrzés, fenntartás szerepe a tartósság fokozásában
4. Esettanulmányok

**Helyszín:**  
MTA II. Emeleti  
Nagyterem

### Jelentkezési határidő:

Részvevők számára:  
2008. április 15.  
Előadók számára:  
2008. február 15.

**RÉSZVÉTELI DÍJ: 21 000,- Ft**  
(az ár tartalmazza az előadásokról készült kiadványt, az ebédszünetben az állófogadást, kávét és üdítőket, valamint az ÁFÁ-t)

**Konferencia titkárság: Sánta Gyuláné**

**Tel: 06-1/463-4068 • Fax: 06-1/463-3450**

**E-mail: fib@eik.bme.hu**

## GYÁRTÓSORI TECHNOLÓGIA ELADÓ a Bakonyszentlászló-i Téglagyárból.

Leállás utáni leszerelés miatt technológiai kiárusítást tartunk, gépeinkből, berendezéseinkből, raktárkészletünkéből.

A technológia főbb elemei:

Simahenger – 3 db

Szekerényes adagoló

Kema rakodó automatika – 2 db

SZM443 prés

Bongiovanni MEC29 vákumprés

+ téglafarmák, pótalkatrészek

Az 2 db alagút kemencében levő tűzálló anyag (samott téglák)

Félkész termék (formázott, szárított, 9000 db km, 45000 db B30)

T e k i n t s e m e g !  
<http://www.betonopus.hu>



## Bálint Ferenc

| (1937–2008)

Hetvenegyedik évében váratlanul elhunyt Bálint Ferenc, az Üveg Szakosztály tagja, egyesületünknek 2007 év óta örökös tagja.

Munkásságát fiatal építőanyagipari technikusként 1956-ban, az akkori Zagyvapálfalvai Síküvegyárban kezdte, ahol az üvegyártás különféle gyakorlati munkafázisaiban betöltött munkaköröket végigjárva örökre eljegyezte magát az üveg-olvasztás szeretetével.

A gyakorlati és elméleti ismereteit megszállottként folyamatosan bővítette. Egyesületünk munkájába is korán bekapcsolódott, minden számára hasznos információt sejtető konferencián, előadáson igyekezett részt venni, és tudását elmélyíteni.

Munkáját tovább folytatva, az időközben új nevet kapott ÜM. Salgótarjáni Síküvegyárban segédművezetői, művezetői, és üzemvezetői beosztásokat ért el, miközben nagy tapasztalatokra tett szert mind az olvasztás technológia, mind az üvegipari olvasztókemencéknél alkalmazott tűzállóanyagok ismeretében.

1981-ben egy új kihívásnak engedve elvállalta az ÜM Salgótarjáni Öblösüvegyáránál a több kemencés üzem olvasztás vezetői feladatait. Tudását itt is tovább gyarapította.

1993-ban újabb döntésével az időközben – az általa korábban irányított síküveg húzó üzem helyén – létrehozott Japán-Magyar vegyes vállalathoz, a Salgótarjáni Üvegyapot Rt.-hez „szegődött vissza”, ugyancsak olvasztás vezetői feladattal. Irányítása alá került a keverőüzem is. Szolgálatát itt látta el munkatársai megbecsülése mellett még nyugdíjazását követően is néhány évig.

2000. év tavaszán megvált munkájától, de soha nem vált meg a szakma szeretetétől, egyesületünk rendezvényein még ezután is több alkalommal részt vett.

Bálint Ferenc hamvait 2008. március 29-én helyezték örök nyugalomra a Zagyvapálfalvai alsó-temetőben. Nyughelye nem messze fekszik a gyárteleptől, ahol egész életét az üvegnek, a szakmának szentelte.

Emlékét tisztelettel és kegyelettel megőrizzük.



## Mattyasovszky Zsolnay Tamás

| (1915–2008)

Életének a 93. évében csendben elhunyt kollégánktól búcsúzunk.

Mattyasovszky Zsolnay Tamás a híres kerámiagyáros Zsolnay Vilmos dédunokájaként látta meg a napvilágot.

A Budapesti Műegyetemen 1941-ben gépészmérnöki oklevelet szerzett. 1942-től a Budapesti Zsolnay Porcelángyárban előbb betanított mérnökként, később műszaki vezetőként tevékenykedett az 1948-as államosításig. Ezt követően a Magnezitipari Rt.-nél különféle munkakörökben dolgozott.

A téglaiparral a kitelepítéskor került kapcsolatba. Dolgozott kutatómérnökként az Építőanyagipari Kutató Intézet Durvakerámiai Osztályán és a SZIKKTI Durvakerámia és Szigetelőanyag Osztályán. A Magyar Szabványügyi Hivatalnál a tűzállóanyag- és finom-

kerámiaipar területén látott el szabványosítási feladatokat. A Budapest Építőanyagipari KTSZ-nél és a Magnezitipari Művek Rt.-nél üzemszervezőként dolgozott.

Széles körű szakmai ismereteit állandóan gyarapította. Munkáinak eredményeit hazai és külföldi előadásokon, konferenciákon ismertette.

A Szilikátipari Tudományos Egyesületnek megalakulása óta volt tagja, amelynek tevékenységét aktívan segítette.

Szabadidejében a Budapesti Városvédő Egyesület fotós csoportjaként részt vett a régi épületek értékeinek felkutatásában és ezen munkáját 1992-ben Podmaniczky-díjjal ismerték el.

Nyugdíjasként a Zsolnay kerámiákkal díszített épületek kutatásával foglalkozott. A Zsolnay épületkerámiákat bemutató fényképekkel számos hazai és külföldi kiállításon vett részt.

Kedves Tamás nyugodjál békében! Emlékedet megőrizzük!



## Molnár Gyula

| (1931–2007)

Eltemettük Molnár Gyula vegyészmérnököt, Egyesületünk régi tagját, a Finomkerámia Szakosztály volt elnökét illetve titkárát.

Budapesten született 1931-ben. Középiskolai tanulmányait elvégezve a Veszprémi Egyetemen tanult és itt szerzett vegyészmérnöki oklevelet. Szünidőben a Gránit Gyárban dolgozott. Keramikus lett, majd az 50-es évek elején a Kőbányai Porcelángyárban kezdte el keramikus mérnöki pályáját.

Pesterzsébeten lakott. 1956-ban a közlekedési zavarok miatt, kerékpáron járt be dolgozni a Kőbányai Porcelángyárba. Megfázott, súlyos tüdővérzéssel került a János Kórházba, ahol majdnem egy évi kezelés során állították talpra.

Gyógyulása után újból a Kőbányai Porcelángyárba került vissza, majd egészségének kímélése érdekében is az Építésügyi Minisztériumba helyezték, ahol keramikus előadóként többek között az Alföldi Porcelángyár építésének ellenőrzésével bízták meg.

A Finomkerámiaipari Művek megalakulása után a nagyvállalat termelési osztályán dolgozott, majd az ipari átszer-

vezés során újból a Kőbányai Porcelángyárba került, ahol a termelési osztály vezetésével bízták meg. Innen vonult nyugdíjba.

Molnár Gyula egész pályafutása alatt tagja volt Egyesületünk Finomkerámia Szakosztályának. Sokirányú egyesületi munkáját talán az jellemzi legjobban, hogy a szakosztály 1966-ban elnökévé, majd titkárává választotta. Ezt a titkárságot 1980-ig látta el. Ezután élete végéig, mint a Szakosztály tagja aktív egyesületi tevékenységet végzett. Tagja volt az Egyesület 50 éves jubileumára összeállított anyag szerkesztőbizottságának.

Szorgalmas, lelkiismeretes ember, jó szakember volt. Nem volt nyugodt élete, egészsége is bizonytalan volt. Igazságérzete még a nehéz politikai helyzetben is egyik fő jellemvonása volt. Meglepő volt tájékozottsága. Véleménye volt a világról, az emberekről. Szerény volt. Hányan tudták, hogy minisztériumi munkája alatt főiskolai végzettséget szerzett matematikából.

Most elbúcsúzunk Gyula barátunk. Nyugodj békében. Szeretettel emlékeznek Rád Egyesületünk és a Finomkerámia Szakosztály Tagjai és a Kerámia dolgozók.

## TÁJÉKOZTATÓ AZ ÉPÍTŐANYAG FOLYÓIRATBAN KÖZLENDŐ CIKKEK KÉZIRATÁNAK ÖSSZEÁLLÍTÁSÁHOZ

**A beküldendő teljes kézirat a következő részekből áll: szöveges törzsrész, irodalom, kivonatok, ábrajegyzék (ábra aláírásokkal), táblázatok (táblázat címeikkel), ábrák, fotók, a szerző rövid szakmai életrajza.**

A lentebb rögzített paraméterekkel készített kézirat **javasolt terjedelme 5 oldal; indokolt esetben max. 6 oldal lehet, ábrákkal együtt.**

A cikk tartalmáért és közölhetőségéért a szerző a felelős.

### A CIKK CÍME, SZERZŐJE, HIVATKOZÁS

A cikk címe legyen rövid, tárgyilagos és figyelemfelkeltő. Egyszerosnál hosszabb címet lehetőleg ne használjunk.

**A cím alatt a szerző neve (tudományos fokozat nélkül), munkahelye neve, a szerző e-mail címe** következik.

Ha a közlemény eredetileg előadási vagy poszteranyag volt valamelyik konferencián, rendezvényen, akkor ezt jelezni kell a szerzők adatai után.

### SZÖVEGRÉSZ, FEJEZETEK

A word dokumentum margó beállításai: fent 3 cm, lent 3 cm, bal 2,5 cm, jobb 2,5 cm. Papírméret: A4.

A szövegrész betűmérete 10 pt, normál, sorkizárással igazítva. Szimpla sorköz. Betűtípus Times New Roman.

A cikkben mindenhol az SI-rendszer mértékegységeit kell használni.

### IRODALMI HIVATKOZÁSOK

A cikkek szerzői igyekezzenek áttekinteni a témára vonatkozó és fontos szakirodalmakat, és ezt közölnék is. A kézirat szövegében az irodalmi hivatkozásokat szövegbeni sorszámuk beírásával kell megadni, pl. [6], a hivatkozási sorrend szerint számozott irodalomjegyzéket kell készíteni.

Meg kell adni a hivatkozott közlemény bibliográfiai adatait a következő minták szerint:

– Folyóirat esetén: Tóth, Gy. – Máté, B.: Földtani tényezők bazaltbányák művelésénél. Mélyépítéstudományi Szemle. XXIV. évf. 4. szám (2004), pp. 145-148.

– Könyv esetén: Vadász, E.: Magyarország földtana. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1960.

Ezekről eltérő esetekben értelemszerűen kell eljárni.

### ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK

Ábrának minősülnek a vonalas rajzok, grafikonok, fotók is. **A szövegben legyen benne az ábrák, táblázatok hivatkozása.** Ez a szerző útmutatása arra, hogy hová kívánja az ábrát, táblázatot helyezni. Az ábrákat nem kérjük a szövegbe beszerkeszteni, kérjük külön-külön képfájlból stb. megadni. A táblázatok a közlés sorrendjében, a kivonat után legyenek elhelyezve, vagy külön fájlba téve.

Lehetőleg **minden ábrának, táblázatnak legyen címe magyar és angol nyelven.** Lehetőség szerint kerüljük a terjedelmes táblázatokat.

Kérjük figyelembe venni, hogy a **megjelenés színe fekete-fehér! Bizonyos színek szürke változata ugyanolyan árnyalatú, emiatt a grafikon vagy ábra nem értelmezhető.**

Ábrák elektronikus jellemzői: tiff, jpg vagy eps kiterjesztés. 300 dpi felbontás fotó esetén, 600 dpi felbontás (a megjelenítés méretében) vonalas ábra esetén.

### KIVONAT, KULCSSZAVAK

A cikkhez – a nemzetközi referálás érdekében – külön **kivonatot** kell készíteni **angol nyelven** (ha ez nem oldható meg, magyar nyelven), mely tartalmazza a **cikk címét** is. A kivonat ismertesse a közlemény legfontosabb eredményeit negyed oldal – max. fél oldal terjedelemben.

A szerző adjon meg olyan kulcsszavakat magyar és angol nyelven, melyek a cikk legfontosabb elemeit jelölik.

### SAKMAI ÉLETRAJZ

Szigorúan szakmai életrajz nagyjából 500 karakter terjedelemben.

### LEKTORÁLÁS

A cikkeket a Szerkesztő Bizottság lektoráltatja. Az apróbb, technikai vagy nyelvhelyesség változtatásokat a szerkesztő közvetlenül átvezeti a kéziratban. A lektor által javasolt, lényeges változtatásokról a főszerkesztő a szerzőt értesíti. Mivel a cikk tartalmáért nem a lektor, hanem a szerző felelős, a szerző nem kötelezhető a lektori javaslatok elfogadására.

### KORREKTÚRA

A szerzőnek a korrektúrára megküldött kefelevonatot postafordultával vissza kell juttatni.

### KAPCSOLATTARTÁS

Az elkészített cikkekre és kiegészítéseire szükség van elsősorban elektronikus változatban. Az értelmezhetőség miatt előfordulhat, hogy a nyomtatott, fekete-fehér változatot is kérjük.

E-mail: rekaa@yahoo.com vagy mail.szte@mtesz.hu .

Postai cím: Szilikátipari Tudományos Egyesület, 1027 Budapest, Fő u. 68.

**Kérjük a szerzőket, hogy adják meg postai címüket, vezeték és mobil telefonszámukat, e-mail címüket a gyors egyeztetés, elérhetőség érdekében.**

## INHALT

- 3 Hartmetalle auf Wolfram-Karbid/Kobalt Basis Teil II  
*László Laczkó ■ Margit Eniszné Bódogh*
- 8 Verknüpfung vom Polyäthylen mit verwertetem Reifensplitt und mit Schichtsilikaten  
*Béla Kátai ■ László Mészáros ■ Tamás Bárány*
- 13 Dilatometrie des keramischen Materials der Ofenkachel aus Letovice  
*Gabriel Varga ■ Igor Štubna*
- 15 Wirkung der Stickstoff-Atmosphäre auf die Sinterung der Aluminiumoxid-Keramik  
*Judit Tamásné Csányi ■ László A. Gömze*
- 19 Prüfung der Verwertungsmöglichkeiten des beim Mineralabbau entstandenen, eigenen Füllermaterials als Rohstoff beim Straßenbau  
*Róbert Géber*
- 23 Mineralische Putze heutzutage  
*László Pozsonyi*

## СОДЕРЖАНИЕ

- 3 Твердые металлы на основе вольфрамкарбида/кобальта  
*Лацко, Л. ■ Энисне, Б. Маргит*
- 8 Сочетание полиэтилена с утилизированным продуктом измельчения резины и слоевого силиката  
*Катай, Б. ■ Месарош, Л. ■ Барани, Т.*
- 13 Дилатометрия керамического материала кафельных плиток для облицовки печей  
*Варга, Г. ■ Штубна, И.*
- 15 Влияние азотной атмосферы на усадку керамик на основе оксида алюминия  
*Тамашне, Ч. Ю. ■ Гёмзе, А. Л.*
- 19 Возможности утилизации филлера собственных минеральных карьеров в качестве основного материала дорожного строительства  
*Гебер, Р.*
- 23 Минеральные штукатурки в наши дни  
*Пожони, Л.*

## ELŐFIZETÉS

Fizessen elő az  
ÉPÍTŐANYAG c. lapra!

Az előfizetés díja  
1 évre **4000 Ft.**

Előfizetési szándékát kérjük  
az alábbi elérhetőségek  
egyikén jelezze:

Szilikátipari  
Tudományos Egyesület

Telefon/fax:  
06-1/201-9360

E-mail:  
mail.szte@mtesz.hu