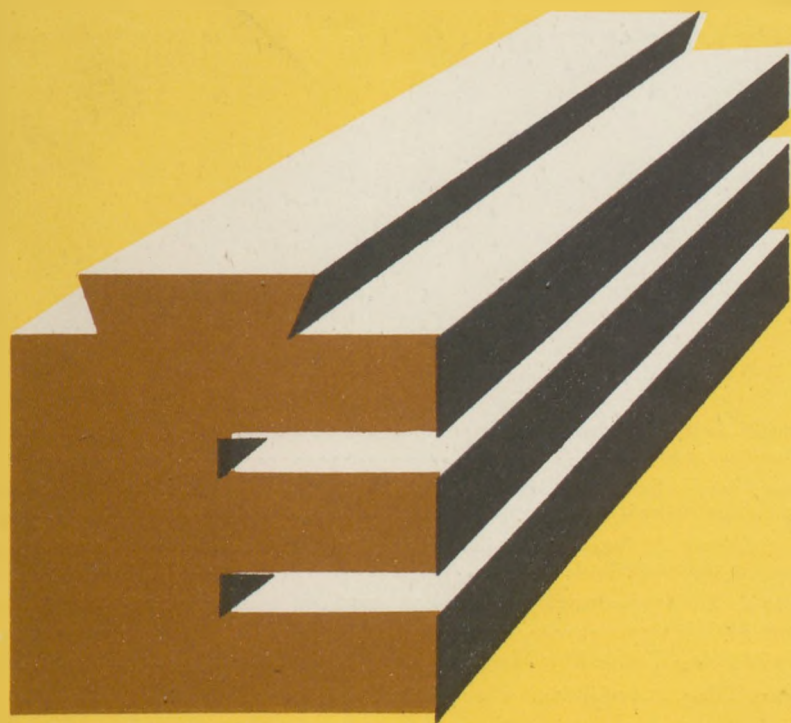




ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

9

XXXII. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1980. SZEPTEMBER
EPITAA 32 (9) 321—360 (1980)

ÉPÍTŐANYAG

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

Szerkesztőbizottság

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kováts Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

XXXII. ÉVFOLYAM, 1980. 9. SZÁM SZEPTEMBER

TARTALOM

<i>Kunvári Árpád</i> : A hazai építőanyagipar műszaki fejlődésének várható karaktere az ezredfordulón	321
<i>Duma György</i> : Szilikátok hevítőmikroszkópi vizsgálatának mennyiségi kiértékelése az ideális alakváltozás alapján	325
<i>Ördög Dénes</i> : A forgókemencék egytengelyűségének finombeállítása alátámasztó görögök mozgatásával	335
<i>Gömze A. László</i> : Kerámiaipari simahengerművek hatékonyságnövelésének matematikai alapjai II.	339
<i>Gálos Miklós – Kertész Pál</i> : Megjelent az új kaviesszabvány	346
<i>Kausay Tibor</i> : A szobi dácit kőzetértékelése	352
Lapszemle	345, 351, B/3
Szabadalom figyelő	360

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кунváри. А.</i> : Ожидаемый характер технического развития отечественной промышленности строительных материалов до конца тысячелетия	321
<i>Дума. Дь.</i> : Количественная оценка испытания силикатов с помощью нагревательного микроскопа на основе идеального изменения формы	325
<i>Ördög. Д.</i> : Установка одноосевого положения яращающейся печи с помощью джигжения подпорных ролькоя	335
<i>Гёмзе. А. Л.</i> : Математические основы повышения эффективности гладких прокатных валков керамической промышленности, II.	339
<i>Кавушай. Т.</i> : Оценка дасита собского месторождения	352

CONTENTS

<i>Kunvári, Árpád</i> : Prospective Technical Development Characteristics of the Hungarian Building Materials Industry until the End of the Century	321
<i>Duma, György</i> : Quantitative Evaluation of Hot-Stage Microscopy Data on Silicates by the Ideal Shape Change Method	325
<i>Ördög, Dénes</i> : Fine Adjustment of Rotary Kiln Axis by Changing the Position of Supporting Rings	335
<i>Gömze, A. László</i> : Mathematical Principles of Effectivity Increase of Smooth Rollers in the Ceramic Industry	339
<i>Kausay, Tibor</i> : Dacite from Szob; Rock Property Evaluation	352

INHALT

<i>Kunvári, Árpád</i> : Der zu erwartende Charakter der technischen Entwicklung in der einheimischen Baustoffindustrie bis zur Jahrtausendwende	321
<i>Duma, György</i> : Quantitative Wertung der erhitzungsmikroskopischen Untersuchungen von Silikatan, aufgrund der idealen Formänderung	325
<i>Ördög, Dénes</i> : Feineinstellung der Konzentrität von Drehöfen durch die Verstellung der Ofenrollen	335
<i>Gömze, A. László</i> : Mathematische Grundlagen der Erhöhung der Wirksamkeit von Feinwalzwerken der keramischen Industrie. II.	339
<i>Kausay, Tibor</i> : Wertung des Dazitgesteins aus Szob	352

A hazai építőanyagipar műszaki fejlődésének várható karaktere az ezredfordulóig*

KUNVÁRI ÁRPÁD

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Kérdésfeltevés

Az építőanyagipar a népgazdaság azon ágazatai közé tartozik, amelyeknek hosszútávú fejlődésével szemben a népgazdaság megváltozott és szigorodó feltételrendszere sokoldalú és az átlagosnál nagyobb elvárást támaszt. Ugyanakkor a hatékonyságfokozás terén az átlagosnál nagyobb tartalékokkal is rendelkezik és így az elvárásokhoz felzárkózó műszaki-tudományos potenciál kibontakoztatása minőségi ugrást hozhat az erőforrások felhasználásának hatékonyságában.

A sokoldalú, átlagosnál nagyobb elvárás azért jelentkezik, mert a hagyományos építőanyagipar az átlagosnál lényegesen energiaigényesebb; kedvezőtlenebb munkafeltételekkel rendelkezik; a munkaerőkiváltásnál és a korszerű kapacitások létesítésénél nagy a fajlagos eszközigenye; a kibocsátott termékek rendkívül szállítási igényesek; technológiai folyamatai, valamint termelési tevékenysége csak a természet és a környezetvédelem érdekeivel összhangban fejlődhet. Így a hosszútávú műszaki fejlődésnek egyidejűleg kell az energia-, a munka- és eszaktakarékosságot, valamint a természet-, környezet- és munkaegészségvédelem szempontjait is szolgálnia. Az építőanyagipar hatékonyabbá tételének elve tehát sokoldalú komplex követelményként jelentkezik.

E bonyolult feladatot kielégítő konkrét mű-

szaki megoldások ma még a legfejlettebb országokban sem tekinthetők kialakultnak, de a korszerű megoldások már eddig is ilyen irányba fejlődtek. Új vonás egyrészt a műszaki fejlődési ütem növekedése, másrészt bizonyos súlyponteltolódás, egyes tendenciák súlyának megnövekedése. De ez a változás a következő 20 évben rendkívül szelektáló hatású lesz. Csak azok a termékcsoportok és technológiák számíthatnak erősítésre, amelyek egyidejűleg élen járnak az energia-, az élőmunka- és eszaktakarékosságban és egyben a felhasználók igényeit is viszonylag a legjobban szolgálják.

A műszaki-tudományos potenciál fejlesztésének felgyorsulása

A műszaki fejlődés kibontakozását serkenti a nyersanyagadottságokhoz — sokszor az ediginél kedvezőtlenebb, változó minőségű nyersanyagok felhasználásához — való igazodásnak, az energiaigénybevétel minimalizálásának, valamint a technológiai paraméterek és a terméktulajdonságok optimalizálásának igénye is. De az is, hogy egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert azok a potenciális kerámiai és üvegtulajdonságok, amelyeknek — a felhasználási célokhoz igazodó szelektív fejlesztése, tökéletesítése — révén az építőanyagipar mindinkább a gépipar, a vegyipar, a villámtechnikai, az elektrotechnika és más területek fontos szerkezeti és funkcionális anyagának szállítójává válik.

* A cikk a szerző témafelelőségével készült „A 2000-ig terjedő építőanyagipari prognózis” című 20-9-IV/58 témaszámú tanulmányra alapozódik.

Akár a sokalkotós, változó és bővülő nyersanyagbázishoz való rugalmas igazodás következményét, akár a termékoldalról jelentkező szelektív tulajdonságfejlesztés elvárását nézzük is, az építőanyagipari műszaki fejlődés legáltalánosabb tendenciájaként a *műszaki-tudományos potenciál fejlődésének gyorsulása* fogalmazható meg. Ezzel összefüggésben a 2000-ig terjedő időszakban valamennyi építőanyagipari szakágazatban napirendre kerül a jól felszerelt, korszerű kísérleti üzemek hálózatának kiépítése. Ez előfeltétele annak, hogy a változó nyersanyaghoz és a korábbinál gyorsabban fejlődő termékstruktúra igényeihez a kívánt aktuális, optimális technológiai paraméterek — megfelelő kísérletekkel alátámasztva — céltudatosan meghatározhatók legyenek. Ezzel egyidejűleg az eddiginél nagyobb súlyt fog kapni az alkalmazástechnikai kísérleti vizsgálati bázisok kiépítése, részben a felgyorsuló termékváltáshoz igazodóan, részben az időállóság biztosítását, valamint a felhasználók technológiai igényeinek kielégítését szolgálóan.

A műszaki fejlődés általános tendenciája maga után vonja a *műszaki fejlesztési alapigényesség* megtöbbszöröződését valamennyi szakágazatban, de különösen a finomkerámiaiparban, az üveiparban, a tűzállóanyagiparban és a szigetelőanyagiparban.

A gazdasági késztetésű műszaki fejlődési tendenciák előtérbe kerülése

Az építőanyagipar műszaki fejlődésében eddig is meghatározók voltak a gazdasági késztetésű (kényszerítésű) fejlesztési törekvések. Ennek ellenére az elmúlt évtizedek műszaki színvonal-növekedése nem párosult megfelelő gazdasági eredményességgel, főleg a termelékenységet, az eszközigényességet és a komplex gazdasági eredményességet illetően.

A következő évtizedekben a gazdaság szorító, kényszerítő hatása erősödni fog, s így a műszaki fejlesztéssel szemben komplex gazdasági eredményességi elvárás és célratörő feladatmegszabás determináló tényezővé válik. Ennek megfelelően a műszaki fejlődési folyamatokat és tendenciákat mindinkább a gazdasági, konkrét funkciójuk szerinti tartalommal kell és lehet kifejezésre juttatni, illetve csoportosítani. Ez a körülmény azonban nem változtathatja meg, *hanem csak erősíti azt a követelményt*, hogy a műszaki-tudományos potenciál várt gyors fejlődése előfeltétele annak, hogy a gazdaságilag komplex szemléletű műszaki fejlesztési törekvések — az elvárásokkal

és lehetőségekkel összhangban — realizálódhassanak.

Az eddigi elemzések alapján arra jutottunk, hogy a következő 20 évben az alábbi gazdasági szerepkörű műszaki fejlődési tendenciák válnak különösen fontossá és szabják meg a műszaki fejlődés jövőbeni karakterét.

Hosszútávú fejlesztési törekvés az építőanyagipar *nyersanyagbázisának kiszélesítése*, egyrészt az eddiginél kedvezőtlenebb összetételű, elhelyezkedésű hazai és külföldi nyersanyagelőhelyekre való fokozottabb támaszkodás (például az üveg-homokban, a kaolinpótló anyagokban a hazai nyersanyagadottságok kihasználása), másrészt az ipari melléktermékek és hulladékanyagok (különösen a pernye) építőanyagipari célra való igénybevételenek erősödése alapján. Ezzel összefüggő műszaki fejlődési tendencia a dúsítási, nyersanyagelőkészítési technológia gyorsütemű fejlődése, a nyersanyagromlást ellensúlyozó nemesítő eljárások fejlesztése, a feldolgozási technológia paramétereinek a nyersanyagadottság figyelembevételeivel való optimalizálása. De a fejlődési tendencia fontos elemét képezi az *eddigieknél nagyobb szelekció a nyersanyagok felhasználásánál*: az értékesebb nyersanyagoknak értékesebb termékekké, az inhomogén anyagoknak erre kevésbé érzékeny gyártmányokká való feldolgozása. (Pl. a jóminőségű agyagvagyonból vázkerámiai termékek, valamint burkolóanyagok előállítás; igénytelenebb falazatoknál a hulladékanyagokra való támaszkodás; avagy útalapba kavics és zúzottkő helyett meddők és pernyék alkalmazása, az alacsonyabb rendű igénybevételelű területeknél a mászkőzúzalék felhasználása és fordítva; az eruptív kőzúzalékoknak, a nagy igénybevételelű, kopó rétegekhez való igényelése).

Hozzá kell tenni, hogy a nyersanyagadottságok kihasználása a korábbinál szorosabb, *kölcsönhatásban fog fejlődni a természet és környezetvédelem szempontjaival* és olyan kompromisszumok kerülnek előtérbe, egyfelől, mint a termőfölddel takarékoskodó mélyművelés a kavicsiparban, a kőbányászati technológiának a természetvédelem szempontjai szerinti fejlesztése, *másfelől* a levegő, víz tisztaságát védő, preventív építőanyagipari technologiafejlesztési programok megvalósítása. E kompromisszumok gazdaságos megoldásaihoz elengedhetetlen az ilyen szerepkörű műszaki fejlesztés felgyorsítása.

A követelményeket jól kielégítő, de alacsonyabb *energiatartalmú* termékek gyártására való törekvés egyre nagyobb szerephez fog jutni, minthogy realizálása a legtöbbször együttjár az

alacsonyabb eszköz- és élőmunkafelhasználással is. Ezen belül kiemelkedő jelentőségű az olyan természetes adalékanyagoknak, mint a kavicsnak, a zúzottkőnek előnyben részesítése az energiaigényes mesterséges adalékanyagokkal szemben, az adalékos cementek adalékanyag-tartalmának növelése, az alacsonyabb (1000–1100 °C) hőmérsékletű cementgyártási technológiák kidolgozása, a téglafalazóanyagoknak gázszilikát falazóanyagokkal való fokozódó helyettesítése, az egyszerűsített burkolóanyagok gyártásának kifejlesztése.

Az intenzív fejlődéssel együttjáróan, egyre nagyobb hangsúlyt fog kapni a *felhasználási funkciót a korábbiánál hatékonyabban kielégítő termékek* gyártására való törekvés. Olyan gyártóbázisok fejlesztése, amelyeknél a *hatékonyságnövekedés ellensúlyozza* a nagyobb energia-, munka- és eszközbefektetést. Kiemelkedő jelentőségű a hőszigetelőképeség szempontjából rendkívül hatékony szálas *szilikátipari szigetelőanyagok* fejlesztése általában és ezen belül a fajlagosan nagy hőszigetelőképeségű üvegyapotgyártás fejlesztése különösen. Ide tartozó törekvések: a téglapiarban a nagy hőszigetelőképeségű termékek gyártása; az NZ, KZ zúzottkő termékek arányának és az osztályozott kavics arányának növelése; a portlandcementek átlagszilárdságának növelése; a gyártott cementeknek a felhasználási célok szerinti specializálódása; a thermopan jellegű hőszigetelő üvegek és speciális tulajdonságú síküvegek gyártásának gyorsabb fejlesztése; az üvegek szilárdságának növelése; a padlóburkolatok kopásállóságának javítása; a csiszolószerszámok csiszolási teljesítményének, a hradástechnikai kerámiák fajlagos – felhasználási célok szerinti – teljesítőképeségének fokozása; a többfunkciós szerkezetek gyártásának előtérbe kerülése: elsősorban a víz-, hő- és hangszigetelés, a végleges felületű térelhatárolás terén.

E fejlődési tendencia kapcsán az építőanyagipar termékstruktúrájában meg fognak jelenni a különböző *kompozit anyagok*, elsősorban az olyan cement-, gipsz- és műanyagkötőanyagú szerkezeti anyagok, amelyek üvegszál, illetve műanyagszál erősítéssel készülnek. Ezzel egyidejűleg napirendre kerül a népgazdaságilag stratégiai jelentőségű, sokféle felhasználási lehetőségű, korszerű *üvegszálgyártás* és annak továbbfeldolgozott termékei.

Nagy hatékonysági tartalékok felszínrehozására képes a gyártóbázisok *technológiájának és termékstruktúrájának egymással szoros kölcsönhatásban való fejlesztése*, a kívánt terméktulajdon-

ságokat, termékválasztékot, rendszerkomplettá-
lást kielégítő technológiák alkalmazása és fordítva: a technológiai lehetőségeknek a terméktulajdonságok javítására való kihasználása és ezáltal a hatékonyságjavulás elérése. Ehhez csatlakozó fontos irányzat a felhasználók választéki és időbeli igényeinek rugalmas kielégítése, számítógépes irányítással vezérelt készletező és kiadó, kiszállító rendszer létrehozása.

A komplex gazdasági elvárás egyik alapvető kielégítési módja a *felhasználási területek műszaki fejlesztéséhez való szoros illeszkedés*, mind a végső funkcionális felhasználás, mind a technológiai fejlesztés által megkövetelt igazodás terén. Ez végső fokon a kapcsolódó területeknek rendszer-szemléletben való együttes, egymással összehangolt fejlesztésének igényét juttatja kifejezésre. Az építőipari célú termékeknek fokozódó jelentőségűvé nő ki az úgynevezett iparosított „*zárt-láncú termelési rendszer*”, amely többek között meghatározott anyagbázisra, választékra támaszkodik. E rendszerekhez való csatlakozásnál az építőanyagipari bázisoknak nemcsak a leendő építményekkel szemben támasztott hőszigetelési, szilárdsági, esztétikussági, tartóssági, hosszú ciklusidejű fenntartási követelmények kielégítését kell biztosítani, hanem azoknak a speciális építési technológiai elvárásoknak teljesítését is, mint a kevés helyszíni élőmunkaigénnyel járó beépíthetőség, a megfelelő helyettesíthetőség, a folyamatos ellátás biztosítása stb.

E tendenciának kiemelkedő jelentőségű területe a nem építési célú finomkerámia- és üvegi-
par. Ennek kapcsán a finomkerámiapiarban egyre nagyobb jelentőségűvé válik az oxidkerámiagyártás – a gépipar, a vegyipar, a világítás technika és más területek – szerkezeti és funkcionális anyagbázisaként.

A jövőben is érvényesülő tendencia az üzemeknek meghatározott termékre való *specializálódása*, de az előbbi tendenciákkal jellemzett, fokozottabb illeszkedés követelményével bekorlátozva, olyan megoldások kerülnek előtérbe, mint a kapacitáskonvertálhatóság, a fokozottabb nemzetközi szakosodás, az optimális kapacitásmérettől elmaradó termékeknek importból való beszerzése, illetve más termékekben való ellentételezésnél az optimális kapacitásnak részben exportra való termeléssel való biztosítása.

Továbbra is érvényes tendencia a létesítendő *egységteljesítmények további növekedése*: elsősorban a termelékenység fokozása és a fajlagos beruházási igény csökkentése érdekében. Az egységteljesítményfokozás főleg nem a berendezés-

méretetek növelése, hanem az intenzívebb technológiák alkalmazására való törekvés alapján fog várhatóan megvalósulni, ahhoz hasonlóan, ahogyan a klinkerégetésnél az előkalcinációs eljárás kidolgozása alapján az egységteljesítménynövekedés gazdasági határa jelentősen kibővült.

Már az eddigiekben is érvényes, de a továbbiakban fokozódó tendenciaként jellemezhető a nagy-termelékenységű, energiatakarékos technológiák alkalmazására való törekvés, a szakágazatok sajátosságaihoz igazodóan főleg a következő irányokban:

- a nedves, illetve a mesterséges nedvesítésen alapuló technológiák visszaszorítása (cementipar, téglapár, kerámiaipar);
- a hővesztések csökkentését eredményező, és egyidejűleg a fajlagos teljesítmények növelését és a különböző kapcsolódó fázisok műszaki színvonalának „egyenszilárdságát” is biztosítható, a hatékonyságot fokozó komplex előkészítő, hőkezelő rendszerek kifejlesztése;
- az aprítást, őrlést végző berendezések teljesítményének fokozása, intenzív kihasználása alapján a fajlagos energiaszükséglet csökkentése, korszerű őrlőberendezések alkalmazása, őrlést elősegítő adalékok bevitel (pl. cementeknél, stb.)
- az energiafelhasználó berendezések működésének optimalizálása a nyersanyag, a berendezésbeli adottságok és a terméktulajdonságok figyelembevételével, az ezzel kapcsolatos számítógépes folyamattírányítás;

Most induló, de alapvető hosszútávú tendencia lesz az energiaszerkeztúra optimalizálása, az alkalmazott tüzelőanyagok, energiahordozók hatékony kombinálásával, elsősorban a szén és szénhidrogének kombinálása a cementgyártásnál; a téglapárban a szén alkalmazására hatékony eljárás bevezetése; az üveg- és finomkerámiaiparban a szénhidrogéneknek a villamosenergiával való gazdaságos kombinálása;

Döntő fordulat várható a következő évtizedekben a *korszerű technika és technológia hatékonyabb alkalmazásának biztosítása* terén az építőanyagiparban. E komplex tendencia súlypontjai a következő irányokban várhatók:

- komplex technológiai rendszerek alkalmazására való törekvés és az eddiginél tartalmasabb és tartósabb ipari háttérkapcsolat kialakítása e rendszerek szállítását vállaló gépgyárakkal, különösen a gyorsan kopó alkatrészek, szerszámok hatékony biztosítása érdekében;

- az új termelőbázisok, korszerűsítések, üzemeltetésének tudományos megalapozására való törekvés kísérleti félüzemekkel és a szakemberek előzetes, magas színvonalú felkészítésével;
- a beruházási tevékenység műszaki fejlesztésének középpontba állítása a fajlagos beruházás csökkentése, az átfutási idő rövidítése érdekében;
- a korszerű, karbantartó-javító hálózat kiépítése, erre irányuló céltudatos műszaki fejlesztés.

Összefoglalás

A gazdasági elvárások előírják, a műszaki-tudományos potenciál várható megerősödése, valamint a már meglevő jelentős műszaki-tudományos tartalékok pedig lehetővé teszik, hogy az építőanyagiparban az alábbi súlyponti, gazdasági készlettel műszaki fejlődési tendenciák határozzák meg a következő évtizedek műszaki fejlődésének a karakterét:

- a nyersanyagbázis kiszélesítése és az eddiginél nagyobb szelekció a nyersanyagok felhasználásánál;
- a kisebb energiatartalmú termékek gyártására való törekvés, részben termék-, részben technológiafejlesztési szelekció révén;
- a felhasználási funkcióhoz és a felhasználási terület technológiai fejlődéséhez való illeszkedés. Ennek kapcsán kiemelkedő jelentőségű az építőipar „zárt-láncú termelési rendszeréhez” való igazodás;
- azoknak a potenciális kerámiai- és üveg-tulajdonságoknak kihasználására támaszkodó műszaki fejlesztés, amelyeknek – révén az építőanyagipar mindinkább a gépipar, a vegyipar, a világítástechnika, az elektrotechnika és más területek fontos szerkezeti és funkcionális nyersanyagbázisává válik;
- olyan racionális, intenzív és energiatakarékos technológiák kidolgozása és alkalmazása, amelyek egyidejűleg szolgálják az egységteljesítmény növekedését, a termelékenység progresszív emelkedését és a fajlagos energiafelhasználás csökkenését, valamint az energiaszerkeztúra optimalizálását;
- a korszerű technika és technológia hatékony alkalmazására való fokozottabb törekvés általában és a képzésben, továbbképzésben a műszaki fejlődés szempontjainak erőteljesebb érvényesítése.

Szilikátok hevítőmikroszkópi vizsgálatának mennyiségi kiértékelése az ideális alakváltozás alapján

DUMA GYÖRGY

Magyar Iparművészeti Főiskola, Budapest

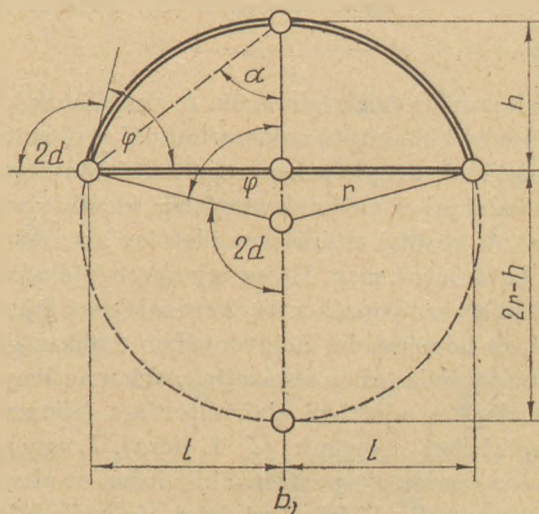
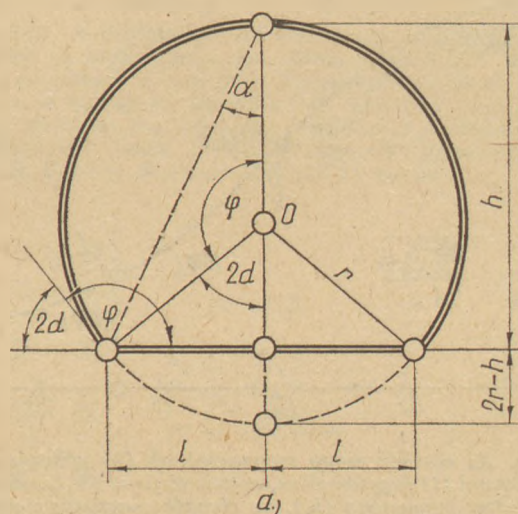
A szilikátok olvadása a hevítőmikroszkópi vizsgálatoknál a próbatestek árnyképein követhető alakváltozás alapján ismerhető meg. Forgástestek esetében e síkidomok a testek forgástengelyén áthaladó síkmetszetek arányosan felnagyított képei. Ebből következik, hogy amíg a vizsgált anyagok az olvadásukkal kapcsolatos alakváltozás során forgástestek maradnak, az árnyképek alapján következtetni lehet a megfelelő térbeli alakra is.

E vizsgálatoknál a szilikátok olvadékalakjainak geometriai jellemzői hőmérséklet függvényében folyamatos görbéket határoznak meg. Ugyanakkor az olvadás folyamata árnyképek alapján három jól elkülöníthető szakaszra bontható. A kezdeti szakaszban a próbatest fokozatos alakváltozással megközelíti a gömbalakot. Ezt követően mindinkább ellapul és e második szakasz – kivételétől eltekintve [38] – a félgömbalak kialakulásával ér véget, míg a harmadik szakasz a félgömbalak további elterülésével fejeződik be (23).

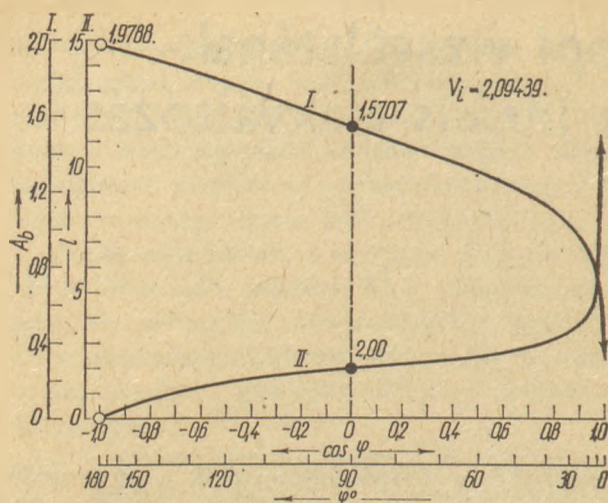
Az egyes olvadékalakok jellemzőinek meghatározásához a folyadékok felületi feszültségének kérdésével foglalkozó régebbi tanulmányok nyújthattak támpontot [1–4.] Az egymást követő olvadékalakok meghatározását valamint ezek alapján az olvadás folyamatának minőségi és mennyiségi kiértékelését, a hevítőmikroszkópi vizsgálatokat felölelő kiterjedt irodalom foglalja össze. A számszerű értékeket adó meghatározások közös sajátossága, hogy mind az egyes olvadékok, mind azok sorozatos alakváltozását, valamely a folyamaton belül levő alakhoz, – legtöbbször a próbatest eredeti méreteihez – viszonyítják (29–49).

Sokkal jellemzőbb adatokhoz juthatunk ha az összehasonlítás céljára olyan alakokat választunk, melyek nem a vizsgált folyamathoz tartozó, de azzal összefüggésbe hozható, eszmei alakváltozások sorozatából valók. Az összehasonlításul vá-

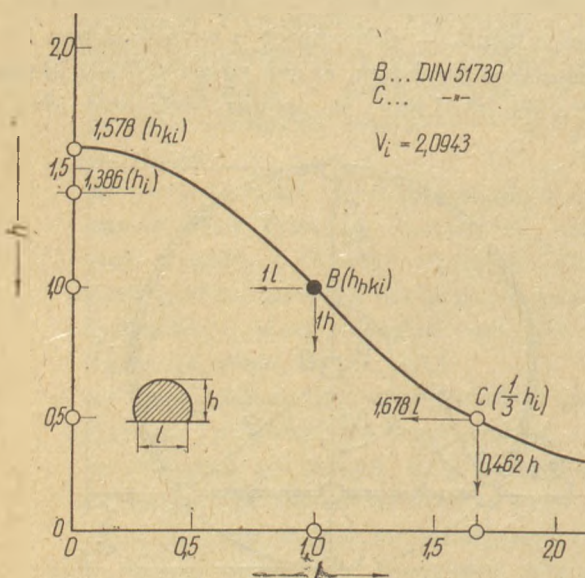
lasztott folyamatnál feltételeztük, hogy az eredeti próbatestből, azonos térfogat mellett, előbb gömbalak képződik, majd annak ellapulásával csakis gömbszegmensek keletkeznek. E követelményeknek megfelelő, – a gyakorlatban aligha megvalósuló – folyamatot a továbbiakban ideális alakváltozásnak, annak egyes alakjait ideális olvadékalakoknak, az azonos térfogatot ideális



1. ábra. Az árnyképekkel kapcsolatos síkmértani összefüggések jelölései

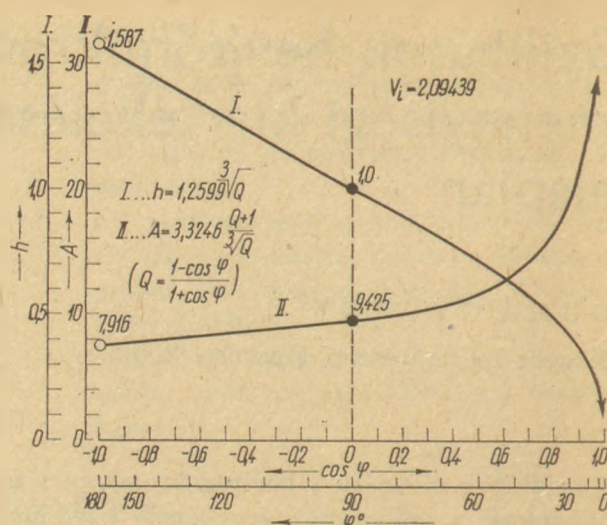


2. ábra. Az árnyképek területének (A_b) és a fél alapvonal hosszának (l) jellegzetes változása, azonos térfogat (V_i) mellett, a peremszög (φ) függvényében



3. ábra. Az olvadék csepp magasságának (h) változása a fél alapvonal (l) függvényében, azonos térfogat (V_i) mellett. A próbatest magassága (h_i), az olvadék magassága gömb (h_{kl}) és félgömb alaknál (h_{hkl}). A félgömb alakhoz tartozó (B), valamint a folyási hőmérséklet (C), DIN 51730 szerint

vagy alaptérfogatnak nevezzük. A vizsgálatok kiértékelésére kialakított módszerünknel az olvadás folyamatának árnyképeken rögzíthető tényleges olvadékalakjai és azoknak megfelelő ideális olvadékalakok közötti eltéréseket illetőleg azonosságokat határoztuk meg. Ha az így nyert értékeket az ideális alakra vonatkoztatva százalékban fejezzük ki, és hőmérséklet függvényében derékszögű koordináta-rendszerben ábrázoljuk, akkor az árnyképek alapján a térbeli alakváltozásra jellemző eltérésgörbék nyerünk (5, 7. ábra). Legmegfelelőbb a rendszer 0-pontjától kiindulva az abszcisszán az emelkedő hőmérsékletet, az ordinátán a pozitív és negatív jellegű eltéréseket, valamint



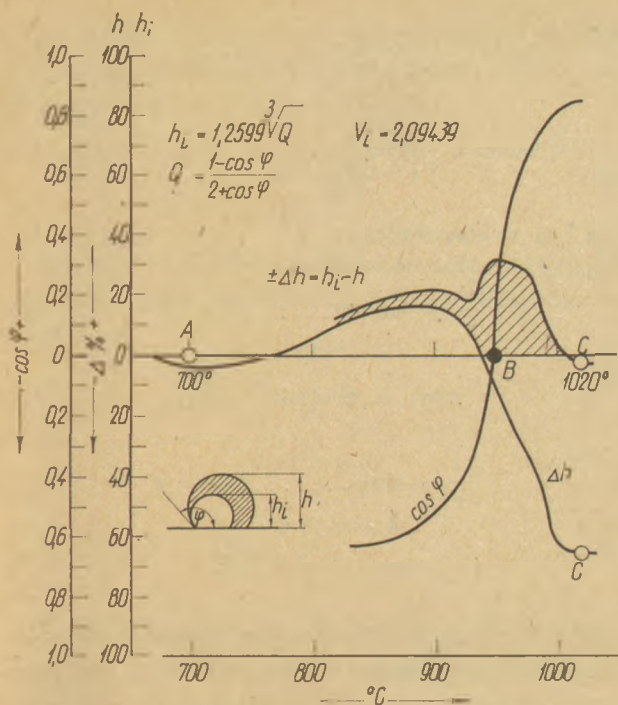
4. ábra. Az olvadékok magassága (h) és felületeik (A) jellegzetes változása a peremszög (φ) függvényében, állandó térfogat (V_i) mellett

azokkal párhuzamosan a peremszög nagyságára jellemző értékeket is feltüntetni. A peremszög változását hőmérséklet függvényében ábrázoló görbe segítségével megismerhető, hogy az olvadék milyen hőmérsékleten és milyen mértékben közelíti meg az olvadási folyamat számítások útján mennyiségileg meghatározott jellegzetes alakjait [27]. Az ábrázolás előnye, hogy az ezeknek megfelelő pontokra a görbék alapján abban az esetben is következtethetünk, ha a kérdéses alakzatok árnyképei nem voltak határozottan rögzíthetők (5–7. ábra).

Az ideális alakváltozás fogalmának bevezetésével lehetővé válik a szilikátok olvadási folyamatának olyan mennyiségi értékelése, melyhez az eddig követett számítások útján aligha juthatunk. A közölt eljárásnál kedvező, hogy a nyert viszonylagos eltérések alapján az olvadás teljes folyamata különböző szempontok szerint is értékelhető. Így számszerű értékek alapján követhető az olvadék és az alapanyag kölcsönhatása, a beszívódás mértéke, az anyagok tényleges térfogatváltozása, a duzzadás és zsugorodás valóságos nagysága, meghatározhatók a folyamaton belül a csúcserképek, követhető és mennyiségileg értékelhető a szilikátanyagok térfogatának, valamint felületének folyamatos változása is.

A gömbfelületű olvadékalakokra jellemző összefüggések

Az ideális alakváltozás bármely tetszőlegesen választott állandó térfogat mellett elképzelhető. Sok esetben azonban előnyös az egységnyi sugarú ($r = 1$) gömb féltérfogatát (V_{kl}) alaptérfogatnak tekinteni.



5. ábra. Az olvadékok árnyképein közvetlen méréssel meghatározható magasságok (h) és a megfelelő ideális olvadék-alakok hasonló számított méretei (h_i) közötti eltérés hőmérséklet függvényében. Az olvadási folyamat jellegzetes pontjai: A, B, C, mint előzőekben DIN 51730 szerint

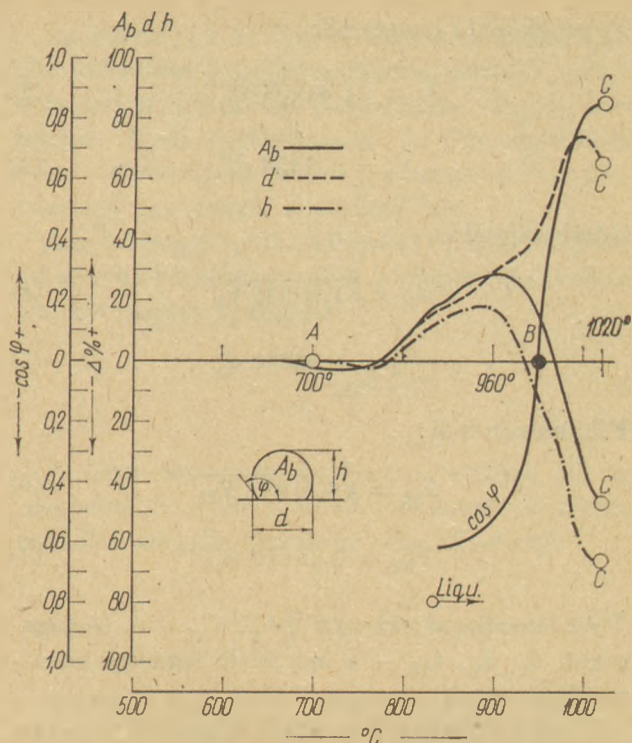
$$V_{ki} = \frac{2\pi}{3} = 2,09439 \quad (1)$$

Mivel a képlékeny kerámiai nyersanyagokra (agyagokra), a zsugorodásukkal kapcsolatos térfogatváltozás már kezdettől jellemző, ezért ezeknél az alaptérfogatot az ideális alakváltozási folyamat kezdeti alakjára lehet vonatkoztatni. (Ebben az esetben az egyenlőoldalú egyenes körhenger alakú próbatest változatlan alakjának megfelelő négyzetes árnykép alapvonala 1,38672 értéknek felel meg.)

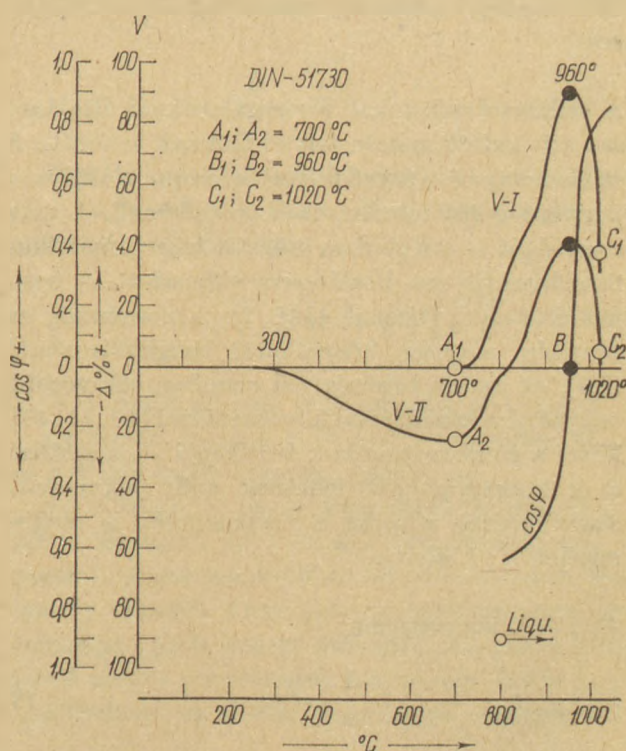
Sok esetben az agyagoknál, elsősorban a szilikátörlemények vizsgálatánál, ajánlatos a kezdeti alak helyett az anyag tömör térfogatát alapul választani. Mivel sajtolással az említett örleményekből hézagmentes próbatest nem állítható elő, azért a tömör térfogatra (V') a próbatest tömege (G) és anyagának sűrűsége (D) alapján csak számítással lehet következtetni.

$$V' = \frac{G}{D}$$

Valamely adott térfogatú test keresett jellemző mérete megismerhető a folyamat három főalakjának térfogata és legnagyobb átmérője összefüggését meghatározó 2–7. sz. egyenletek alapján:



6. ábra. A szilikátolvadékok alakváltozására aligha jellemző görbék az eddig általánosan követett számítások alapján. Az árnyképek hőmérséklet függvényében változó területe (A_b), a legnagyobb átmérője (d), valamint a magassága (h). Az ábrán a gömbalaktól kezdődően a peremszög változását is feltüntettük. Az olvadási folyamat jellegzetes pontjai: A, B, C, mint előzőekben DIN 51730 szerint



7. ábra. Az előzővel (6. ábra) azonos folyamat. A szilikátolvadék alakváltozása hőmérséklet függvényében térfogatmeghatározás alapján számított eltérésgörbékkel jellemezve. Az anyag kezdeti ($V-I$) és tömör térfogatra ($V-II$) vonatkoztatott eltérések. Az olvadás jellegzetes pontjai: A_1 ; A_2 , B_1 ; B_2 , C_1 ; C_2 mint előzőekben

Egyenlőoldalú hengernél:

$$d_z = \sqrt[3]{1,27323 V_z} \quad (2)$$

$$V_z = 0,7854 d_z^3 \quad (3)$$

Gömbalaknál:

$$d_k = \sqrt[3]{1,90982 V_k} \quad (4)$$

$$V_k = 0,52360 d_k^3 \quad (5)$$

Félgömbalaknál:

$$d_{hk} = \sqrt[3]{3,81972 V_{hk}} \quad (6)$$

$$V_{hk} = 0,26179 d_{hk}^3 \quad (7)$$

Az összefüggésekben V_z , V_k , V_{hk} — a térfogatokat, d_z , d_k , d_{hk} — a megfelelő legnagyobb átmérőket jelentik.

Mivel a számítások alapját képező ideális térfogatnak elsősorban elméleti jelentősége van, azért a folyamat kiértékelése szempontjából nem szükséges, hogy a kérdéses alakzat árnykép alakjában — vizuálisan — is rögzíthető legyen.

Az árnyképek alapján meghatározható összefüggések

A szilikátolvadékokat e vizsgálatoknál általánosan elfogadott módon folyadékoknak tekintik. A szilárd anyagon fekvő folyadék csepp alakjára a peremszög (φ) minden esetben jellemző. A szög nagyságát — a régebben javasolt trigonometrikus formában [5] ma általánosan elfogadott — cosinus értékével fejezzük ki [6, 7]. A peremszög az árnykép alapján közvetlenül meghatározható (8,9), az esetek többségénél azonban előnyösebb nagyságára számítással következtetni [10, 11, 40]. Mivel a gömbszegmensek árnyképei jelen esetben csak körszegmensek lehetnek azért síkmértani összefüggések alapján a peremszögek is megismerhetők (1. ábra).

Az l és h ismeretében:

$$\frac{l}{h} = \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

$$\cos \varphi = \cos(180^\circ - (2\alpha)) \quad (9)$$

$$\frac{2lh}{l^2 - h^2} = \operatorname{tg} \varphi \quad (10)$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}} \dots \dots (\varphi < 90^\circ) \quad (11)$$

$$\cos \varphi = \frac{-1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}} \dots \dots (\varphi > 90^\circ) \quad (12)$$

Az l és r ismeretében:

$$\frac{l}{r} = \sin(2\alpha) \dots \dots (h > r) \quad (13)$$

$$\cos \varphi = \cos(180^\circ - (2\alpha)) \quad (14)$$

$$\frac{l}{r} = \sin \varphi \dots \dots (h < r) \quad (15)$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} \quad (16)$$

Az összefüggésekben a gömbszegmensek árnyképeken meghatározott magassága h , az alapkörök sugara, — az árnyképeken az alapvonal félhossza — l , a gömb számítással meghatározott sugara r , a peremszög φ .

A peremszög nagyságát három határfelületi energia, a szilárdanyag-gáz (K_g), szilárdanyag-folyadék (K_{fl}) és folyadék-gáz (F_g), — ez utóbbi a folyadék felületi feszültsége — határozza meg. Peremszög csak akkor keletkezhet ha

$$K_g \pm K_{fl} < F_g \quad (17)$$

egyensúly esetében:

$$K_g = K_{fl} + F_g \cos \varphi \quad (18)$$

vagy

$$\frac{K_g - K_{fl}}{F_g} = \cos \varphi \quad (19)$$

Ha $K_g < K_{fl}$ akkor $\cos \varphi$ negatív és így $\varphi > 90^\circ$, amikor $K_g > K_{fl}$ akkor $\cos \varphi$ pozitív és $\varphi < 90^\circ$. Gömbalaknál $\cos \varphi$ értéke -1 , a teljes elterülésnél $+1$ [12–14].

Az összefüggésekből kitűnik, hogy a hevítő-mikroszkópi vizsgálatok alapján csak azonos felületi energiájú szilárd anyagokon — alátétén — olvadó anyagok alakváltozásának folyamata hasonlítható össze. Ugyancsak az elmondottakból következik, hogy az olvadék alakja a kísérleti körülmények között tudatosan is befolyásolható. Az olvadékkal szemben alacsony vagy negatív felületi feszültségű anyagon az olvadék és szilárd anyag adhéziója a minimumra csökkenthető és ezzel meghatározott hőmérséklet határokon belül — kivételektől eltekintve — minden szilikát-olvadék gömbalakot vehet fel [14–17, 39].

A gömbszegmensek görbületi sugara (r), az árnyképek magassága (h) és a síkidom alapvonala (2 l) ismeretében határozható meg.

$$r = \frac{l^2 + h^2}{2h} \quad (20)$$

Közvetlen méréssel meghatározott peremszög (φ) segítségével az előző összefüggés alapján:

$$\alpha = \frac{180^\circ - \varphi}{2} \quad (21)$$

$$l = h \operatorname{tg} \alpha \quad (22)$$

$$r = \frac{(h \operatorname{tg} \alpha)^2 + h^2}{2h} \quad (23)$$

A görbületi sugárra következtethetünk bármely térfogat (V) és tetszőleges magasság (h) mellett ha $h < 2r$

$$r = \frac{V}{h^2 \pi} + \frac{h}{3} \quad (24)$$

Amennyiben az olvadék alakja nem gömbszegmens, akkor szerkesztés vagy számítás útján csak az átlag görbületi sugár (r) határozható meg [18–20]. A közelítően pontos eredményt adó, időigényes szerkesztés és számítások helyett ebben az esetben kedvezőbb a II. fejezetben ismertetett eljárást alkalmazni.

A görbületi sugár (r), az árnykép magassága (h), és az alapvonal hosszának [2 l] ismeretében meghatározhatók az árnyképek területei (A_b) is (2. ábra):

$$A_b = \frac{r(W - 2l) + 2lh}{2} \quad (25)$$

az összefüggésben az ív:

$$W = \frac{r\pi(360 - 4\alpha)}{180} \quad (26)$$

ahol

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{h} \quad (8)$$

Az árnyképek és térbeli alakok összefüggései

Ha az olvadék alakja gömbszegmens, akkor árnyképén az alapvonal félhossza (l) mértani közép-arányos a magasság (h), valamint a görbületi sugár kétszerese ($2r$) és a magasság különbsége között.

$$l = \sqrt{h(2r - h)} \quad (27)$$

Az árnyképek fél alapvonalának és magasságának közvetlen összehasonlítása a mértani közép-arányost meghatározó nomogramm alapján történhet. Ilyen nomogramm, három egymástól azonos távolságban levő, logaritmus osztású párhuzamos egyenesből képezhető [21].

A gömbszegmensek térfogata (V), ismert egyenlet szerint határozható meg a magasság (h) és az alapkör sugara (l) alapján.

$$V = \frac{\pi h}{6} (3l^2 + h^2) \quad (28)$$

A fenti összefüggésből adott térfogat (V) és magasság (h) mellett, az alapkör sugara az alábbi egyenlet alapján ismerhető meg (3. ábra):

$$l = \sqrt{\frac{2V}{\pi h} - \frac{h^2}{3}} \quad (29)$$

A gömbszegmensek térfogatára érvényes összefüggésből kiindulva, adott térfogat (V) és az alapvonal félhosszának ismeretében, meghatározható a hozzátartozó magasság (h) is. Ehhez a harmadfokú egyenletek Cardano féle képlete alapján juthatunk [22].

$$h = \sqrt[3]{\frac{3V}{\pi}} \left(\sqrt[3]{1 + \sqrt[3]{P}} + \sqrt[3]{1 - \sqrt[3]{P}} \right) \quad (30)$$

$$P = \frac{\pi^2 l^6}{9V^2} + 1 \quad (31)$$

Mivel azonos folyamaton belül az összefüggés első tagja állandó (k) a fenti összefüggés leegyszerűsített formája:

$$h = k \left(\sqrt[3]{1 + \sqrt[3]{P}} + \sqrt[3]{1 - \sqrt[3]{P}} \right) \quad (32)$$

$V_1 = 2,09439$ állandó térfogatnál $k = 1,25992$

Az összefüggésnek jelen esetben egyetlen valós és két konjugált komplex gyöke van.

Az előzőekben, az árnyképeknek megfelelő ismert térfogatú (V_1) ideális olvadékalakokra a peremösszegek ismeretében következtettünk. Valamely olvadék árnyképen meghatározható peremszöge (φ), és ismert térfogata alapján, a megfelelő ideális olvadékalak magassága (h_1) is meghatározható az alábbi összefüggés segítségével:

$$h_1 = \sqrt[3]{\frac{3V_1}{\pi} \sqrt[3]{Q}} \quad (33)$$

$$Q = \frac{1 - \cos \varphi}{2 + \cos \varphi} \quad (34)$$

Mivel az összefüggésben az első tag állandó (k), a számítás leegyszerűsödik:

$$h_i = k \sqrt[3]{Q} \quad (35)$$

$V_i = 2,09439$ térfogatnál $k = 1,25992$ értéknek felel meg (4. ábra).

Az ideális olvadékalak számítással meghatározott magassága (h_i) és a tényleges olvadékalak árnyképen közvetlenül méréssel megállapítható magasságának (h) százalékbán kifejezett eltérése:

$$\Delta h \% = \frac{\Delta h_i}{h_i} 100 \quad (36)$$

$$\Delta h_i = h \cdot q - h_i \quad (37)$$

Az összefüggésben a q – az arányos méretváltozás faktora, mellyel a két méret azonos nagyításra hozható. A próbatest kivetített képénél alkalmazott nagyítás mértéke (N) alapján meghatározható az ideális alakon kijelölt bármely méret (M_i), azonos nagyítással nyerhető mérete ($M = M_i N$). Ez utóbbiak hányadosa, a q -faktor értéke.

$$q = \frac{M_i}{M} \quad (38)$$

A fekvő olvadékcsepp magassága és a peremszöge alapján az olvadék és a kerámiai anyag határfelületén lejátszódó folyamatok az esetek többségében jól követhetők. Azonos peremszögérték mellett a csepp magasságának csökkenése az olvadék beszívódására, növekedése az olvadék-térfogat növekedésére, duzzadásra utal (5. ábra).

A kapilláris nyomás mely az olvadékot a kerámiai anyag pórusaiba húzza az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$p = \frac{2Fg \cos \varphi}{r} \quad (39)$$

a kifejezésben r – a kerámiai anyag kapillárrádusza Fg a folyadék felületi feszültsége.

Mivel az összefüggésben p - egyenesen arányos a $\cos \varphi$ -vel következik, hogy beszívódás csak $\varphi < 90^\circ$ -nál lehetséges, ha $\varphi > 90^\circ$ akkor p -értéke is negatív lesz. E folyamatok ezért a h - és a $\cos \varphi$ értékek változásának hőmérséklet függvényében felvett eltérésgörbével jellemezhetők.

Az előző összefüggéshez hasonlóan következtethetünk a peremszög és a térfogat ismeretében bármely olvadék gömbsüvegnek tekinthető felületére (A) is.

$$A = 2 \sqrt[3]{\frac{V^2 \pi}{3}} \sqrt[3]{\frac{Q+1}{Q}} \quad (40)$$

$$Q = \frac{1 - \cos \varphi}{2 + \cos \varphi} \quad (34)$$

Mivel az összefüggés jelen formájában az első tag állandó (k):

$$A = k \frac{Q+1}{\sqrt[3]{Q}} \quad (41)$$

$V_i = 2,09439$ állandó térfogatnál, $k = 3,32464$ (4. ábra).

Ha gömbsüveg felületére van szükség akkor gömbsüveg felületéhez (A), az alapjának területét ($A_g = l^2 \pi$) hozzá kell számítani ($A_g + A$).

Valamely olvadék felületváltozásának vizsgálatánál az összehasonlítás alapja az ideális térfogatú gömbalak (V_{ki}) is lehet. Mivel ebben az esetben a $\cos \varphi$ értéke -1 , azért az előbbi összefüggés alapján a gömb felülete:

$$A_{ki} = k \cdot 2,38110 = 7,91630 \quad (42)$$

Az olvadék felülete és az ideális felület közötti eltérés százalékbán kifejezve:

$$\pm \Delta A \% = \frac{\Delta A_{ki}}{A_{ki}} 100 \quad (43)$$

$$\Delta A_{ki} = Aq^2 - A_{ki} \quad (44)$$

A fenti összefüggésben azonban az A - az olvadék, – árnykép alapján meghatározott – teljes felületét ($A = A + A_g$) jelenti. A q – a 38. – sz. összefüggés alapján számított faktor.

A magasság és felületváltozás meghatározásához hasonlóan számítható ki az előzőekben megadott összefüggések felhasználásával az olvadás folyamatára jellemző bármely – itt nem említett – változás is.

Nem gömbfelületű olvadékokra is érvényes összefüggések

Mivel a szilikátok halmazállapota az olvadásuk kezdetén még nem cseppfolyós, azért az olvadó anyag alakja a peremszög alapján nem jellemezhető. Az olvadás folyamata kezdetben az olvadékok térfogatának és felületének változásával követhető.

A kísérleti körülmények, nem utolsósorban a próbatest alakjának és tömegének megfelelő megválasztásával, elérhető, hogy az olvadó anyagból kezdettől folyamatosan csak forgástestek képződnek. Mivel ebben az esetben az árnyképpel a

forgási idom is adott, azért az olvadó anyagok térfogata és felülete, a forgástestekre érvényes határozott integrálok segítségével, — a Guldin formulák alapján — számítható ki [22, 24].

$$V = \pi \int_a^b (f(x))^2 dx \quad (45)$$

$$A = 2\pi \int_a^b f(x) \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \quad (46)$$

Az olvadékok térfogatát és felületét a fenti integrálok közelítő értékének meghatározására alkalmas, — az alakváltozások kiértékelésére kellően pontosságot biztosító — számítási eljárással határoztuk meg.

A Guldin-féle összefüggés, a barocentrikus szabály értelmében a síkfelületek és vonalak forgásával keletkező testek térfogatai és felületei úgy aránylanak egymáshoz, mint a forgásidom területe — illetőleg a forgási ív hossza — és a súlypontjaik által leírt körök kerületének szorzatai (25).

Olvadékok térfogatának meghatározása

Az alábbiakban ismertetett számítás előnye, hogy mind az alakváltozás kezdeti, mind a további szakaszaiban is alkalmazható.

Számításainknál gyakorlati okokból, a forgási idom területének (A_r) a teljes árnykép számtani középértékét ($A = A_r$) azaz átlag félterületét tekinthetjük. Nagyságának meghatározása legkedvezőbben összehasonlító súlyméréssel történhet (26, 27).

$$A_r = \frac{g_2}{2 g_1} \quad (47)$$

Az összefüggésben g_1 -valamely területegységnek és g_2 -a teljes árnykép súlya.

Amennyiben a súlyméréses módszer nem kivihető, akkor a forgásidomok területére, a síkidomokra érvényes:

$$A_r = \int_{x=a}^b f(x) dx \quad (48)$$

határozott integrál közelítő értékének meghatározására alkalmas módszerekkel kell következtetnünk [21]. Közöttük legtöbbször alkalmazott a Simpson szabály [22]:

$$A_r = \frac{\Delta x}{3} (y_0 + 4y_1 + y_2) \quad (49)$$

$$\Delta x = \frac{b-a}{2n}$$

$$y_0 = y_0 + y_{2n}$$

$$y_1 = y_1 + y_3 \dots y_{2n-1}$$

$$y_2 = y_2 + y_4 \dots y_{2n-2}$$

A gyakorlat azt mutatta, hogy a súlypontnak szerkesztéssel — a kötélsokszögek ismert módszerével — való időigényes meghatározása ebben az esetben csak közelítő pontossággal végezhető el.

A forgásidomok súlypontja viszonylag gyorsan és kielégítő pontossággal határozható meg felfüggesztéssel, az idomokon közvetlenül kijelölhető súlyvonalak metszéspontja alapján. A sorozatvizsgálatoknál a legmegfelelőbb eljárásnak bizonyult.

Kétségtelen, hogy a legjobb eredményekhez számítás útján, a forgási idom súlypontjához tartozó koordinátáknak a statikai nyomaték alapján történő meghatározásával juthatunk [28].

Valamely derékszögű koordinátarendszerben levő ismert súlypontú (S) rendszer x és y tengelyre vonatkozó statikai nyomatékát (s_x ; s_y) megkapjuk ha a pontrendszer jellemző mennyiségét (m) megszorozzuk a súlypontjának a tengelytől mért merőleges távolságával, azaz a súlypont koordinátáival (x_s ; y_s).

$$s_x = m y_s \quad (50)$$

$$s_y = m x_s \quad (51)$$

amiből a súlypont koordinátái:

$$x_s = \frac{s_y}{m} \quad (52)$$

$$y_s = \frac{s_x}{m} \quad (53)$$

Az ívvel határolt síkidomok súlypontját (S), kivételektől eltekintve csak közvetve a részsúlypontok segítségével határozhatjuk meg. Ehhez a forgásidom területét paralelogrammákra osztjuk, majd ezek súlypontjai — a részsúlypontok — alapján előbb a forgásidom statikai nyomatékát, majd annak alapján a keresett súlypontot határozzuk meg.

A paralelogrammák között elsősorban a trapézalak szerepelhet. Súlyvonalának (W_s) a párhuzamos oldalaktól (a ; b) való távolságát (h_{sa} ; h_{sb}) az alábbi ismert síkmértani összefüggés fejezi ki:

$$h_{sa} = \frac{b}{3} \frac{a+2b}{a+b} \quad (54)$$

$$h_{sb} = \frac{b}{3} \frac{b+2a}{a+b} \quad (55)$$

ahol h - a trapéz magassága, párhuzamos oldalai a ; b , h_{sa} és h_{sb} a súlyvonalnak (W_s) a megfelelő oldalaktól való távolsága ($h_{sa} + h_{sb} = h$).

Ebben az esetben azonban még szükségünk van a súlyvonal hosszára is, hogy felezőpontját (W -) számszerű értékkel tudjuk kifejezni.

$$W_s = \frac{a(d + h_{sb})}{(d + h)} \quad (56)$$

ahol d - az oldalhosszaknak megfelelő, a és b sugarú körök külső hasonlósági pontja alapján:

$$d = \frac{hb}{a - b} \quad (57)$$

Az egyes idomok súlypontjainak meghatározásával a részsúlypontok koordinátáinak számszerű értékei ismertté váltak, síkmértani összefüggések alapján területük is meghatározható. A részsúlypontok megfelelő koordinátáinak (x ; y) és a hozzátartozó területrészek ($a_1, a_2 \dots a_n$) szorzatainak összege a forgási idom x és y tengelyekre vonatkozó statikai nyomatéka (s_x ; s_y).

$$s_x = (y_1 a_1) + (y_2 a_2) \dots + (y_n a_n) \quad (58)$$

$$s_y = (x_1 a_1) + (x_2 a_2) \dots + (x_n a_n) \quad (59)$$

Az összefüggésben szereplő a - érték bármely síkidom területe lehet. A forgási idom (A_r) jellemző mennyisége (m) a részterületek (a) összege, tehát annak teljes területe ($m = \sum a = A_r$):

$$A_r = a_1 + a_2 \dots a_n \quad (60)$$

Végül a súlypont koordinátái:

$$x_s = \frac{s_x}{A_r} \quad (61)$$

$$y_s = \frac{s_y}{A_r} \quad (62)$$

Mivel a súlypont koordinátái közül az x_s - a forgásidom súlypontja által leírt kör sugara, azért a Guldin tétel alapján a forgástest keresett térfogata (V):

$$V = (2x_s \pi) A_r \quad (63)$$

Az olvadék térfogatának (V), az alapul választott ideális térfogattól (V_i) való százalékos eltérése ($\pm \Delta V\%$) az alábbi összefüggés alapján ismerhető meg:

$$\pm \Delta V\% = \frac{\Delta V_i}{V_i} 100 \quad (64)$$

$$\Delta V_i = V q^3 - V_i \quad (65)$$

Az összefüggésben q - az előzőkben már szerepelt 38. sz. összefüggés szerint számított arányos méretváltozás faktora.

Az így nyert értékek hőmérséklet függvényében ábrázolva az olvadással kapcsolatos térfogatváltozásnak, - az olvadási folyamat teljes egészére érvényes - jellemző görbéit határozhatják meg (7. ábra).

Az olvadékok felületének meghatározása

A forgásidomnak tekinthető olvadékalakok felületének meghatározása az előzőkhöz hasonlóan történhet, a forgási ív (W_r) és az ív súlypontjának (S) ismeretében.

A forgási ívre, a görbe ívhosszának kiszámítására érvényes

$$W_r = \int_{x=a}^b \sqrt{1 + y^2(x)} dx \quad (66)$$

határozott integrál megközelítő értékének meghatározására alkalmas módszerrel következtethetünk. Ez esetben a forgási ív, vagy annak szakaszainak hosszára kielégítően pontosnak bizonyultak azok az értékek, melyekhez a körbe írható sokszögek módszerével juthatunk.

Az ívsúlypont meghatározása ismét a részsúlypontok segítségével történhet. Ehhez a forgási idomot határoló görbe vonal forgási ívnek tekintett részét, az ívet minél jobban követő egymáshoz csatlakozó egyenes szakaszokra osztjuk. Mivel valamely egyenes súlypontja csak a felezőpontjában lehet, azért a szakaszok féltávolságával az ívek részsúlypontjai adóttak. Koordinátáik számszerű értéke kielégítő pontossággal határozható meg közvetlen mérés útján.

A részsúlypontok megfelelő koordinátáinak és a hozzátartozó egyenes szakaszok szorzatainak összege, közelítőleg a teljes ív, x és y tengelyekre vonatkozó statikai nyomatéka.

$$s_x = y_1 w_1 + y_2 w_2 \dots + y_n w_n \quad (67)$$

$$s_y = x_1 w_1 + x_2 w_2 \dots + x_n w_n \quad (68)$$

A forgási ív jellemző mennyisége (m), az ív szakaszoknak megfelelő egyenesek ($w_1, w_2 \dots w_n$) összege ($m = \sum w = W_r$), azaz a teljes ív hossza:

$$W_r = w_1 + w_2 + w_3 \dots + w_n \quad (69)$$

Végül a súlypont koordinátái:

$$x_s = \frac{s_x}{W_r} \quad (70)$$

$$y_s = \frac{s_y}{W_r} \quad (71)$$

Mivel az ív súlypontjának x_s – koordinátája egyben az általa leírt kör sugara, azért a Guldin tétel alapján a forgástest felülete:

$$A' = (2x_s \pi) W_r \quad (72)$$

Ahhoz, hogy valamely olvadó anyag felületének változását az előzőkhöz hasonlóan viszonylagos értékkel tudjuk jellemezni, megfelelő felületegységet kell az összehasonlítás alapjául választani. Legtöbb esetben alkalmas erre az egységnyi sugarú félgömb teljes felülete (A_{hki}).

$$A_{hki} = 9,42477 \quad (73)$$

Sok esetben megfelelőbb az egységnyi sugarú félgömb térfogatával azonos gömb felületét (A''_{ki}) – mint a folyamat legkisebb olvadékfelületét – az összehasonlítás alapjául választani

$$A''_{ki} = 7,91630 \quad (74)$$

Az alapul választott felülethez viszonyított eltérés százalékban kifejezett értéke:

$$\pm \Delta A\% = \frac{\Delta A''_{ki}}{A''_{ki}} 100 \quad (75)$$

$$\Delta A''_{ki} = A q^2 - A''_{ki} \quad (76)$$

Az összefüggésben szereplő q – az előzőekben is szerepelt arányos méretváltozás faktora.

Az ideális olvadékalakokhoz viszonyított értékekkel történő meghatározás előnye egyértelműen kitűnik, ha eredményét az eddig követett eljárásokkal nyerhető végkövetkeztetésekkel összehasonlítjuk. Ezeknél a számításoknál az alakváltozás számszerű jellemzésére legtöbbször megfelelőnek tartják az olvadó anyag árnyképén meghatározható magasság és legnagyobb átmérő, nem ritkán az árnykép területének változását. Az eltéréseket a próbatest eredeti méretéhez viszonyítva százalékban fejezik ki, és hőmérséklet függvényében derékszögű koordinátarendszerben ábrázolják. Ilyen számításokon alapulnak a következőkben közölt függvények is, melyek valamely olvadása során jelentősen duzzadó szilikátanyag alakváltozását szemléltetik, az árnykép területének és meghatározott méreteinek lineáris eltérései alapján (6. ábra). Az árnyképek méretváltozásaival jellemzett olvadási folyamat a már korábbi ismertett térfogatszámítási eljárás (II) alapján is értékelhető. Ez utóbbi meghatározásnál az összehasonlítás alapját képező ideális tér-

fogat (V_1) az egyik esetben a próbatest eredeti alakja (V) volt, másik alkalommal azt a szilikátanyag számításokkal meghatározott – elméleti – tömör térfogata (V') képezte (7. ábra). Az 5., valamint 6. és 7. sz. ábrákon bemutatott függvények olyan eltérő számítások eredményeit tükrözik, melyek ugyanazon olvadási folyamatra vonatkoznak, közös alapjukat ezért minden esetben az egyazon folyamathoz tartozó, azonos árnyképek képezhetnék. Ez a körülmény lehetővé tette reális összehasonlításukat.

Az olvadási folyamat különböző kiértékelésével nyert függvények összehasonlító értékelése alapján nem lehet kétséges, hogy a szilikátok alakváltozással kapcsolatos jellegzetes olvadási folyamatának kielégítő megismerése – különösen annak mennyiségi meghatározása – csak a folyamat ideális alakjaihoz viszonyított értékek alapján válhat lehetővé.

Köszönöttem tartozom Nyáry Istvánnénak (BKI) és Juhász Ferencnek (MTA SZTAKI) a mérések és számításokkal kapcsolatosan végzett munkájáért.

IRODALOM

- [1] Bashforth, F., and Adams, I. G.: An Attempt to Correlate the Theories of Capillary Action. Cambridge Univ. Press (1883)
- [2] Quincke, G.: Moderne Kritik der Messungen der Capillaritätsconstanten von Flüssigkeiten und die spezifische Cohäsion geschmolzener Metalle. Annalen der Physik und Chemie 61 (297) (1897) 267 – 280
- [3] Worthington, A. M.: Errors Involved in Quincke's Method of Calculating Surface Tension from Dimensions of Flat Drops and Bubbles. Philosophical Magazine 28 (1914) S. 403 – 412
- [4] Eshe, W., und Peter, O.: Bestimmung der Oberflächenspannung an reinem und legierten Eisen. Archiv für das Eisenhüttenwesen 27 (1956) 355 – 366
- [5] Hofmann, F. B.: Versuche über Benetzung und über das Haften fester Partikel an der Grenzfläche zweier Flüssigkeiten. Zeitschrift für Physikalische Chemie 83 (1913) S. 385 – 423
- [6] Reh binder, P., und Krajinška, L.: Benetzungswärmen von Pulvern mit Lösungen grenzflächenaktiver Stoffe und Adsorptionswärmen in Lösungen. Zeitschrift für Physikalische Chemie A. (142) (1929) 253 – 265
- [7] Reh binder, P.: Stabilisierende Wirkung grenzflächenaktiver Stoffe auf Suspensionen hydrophober und hydrophiler Pulver in Wasser und nichtwässrigen Dispersionsmitteln. Zeitschrift für Physikalische Chemie A. (146) (1930) 63 – 78
- [8] Wessel, H.: Die Benetzbarkeit von Glas durch Wasser und ihre Messung nach dem Kontaktwinkelverfahren. Silikatechnik 4 (1953) 59 – 62
- [9] Rasch, R.: Beitrag zur Durchführung von Messungen im Erhitzungsmikroskop. Glas-Email-Keramo-Technik 4 (1957) 212 – 214
- [10] Talmud, D., und Lubman, N. M.: Neue (Mikro) Methode zur Messung der Randwinkel. Zeitschrift für Physikalische Chemie A. (148) (1930) 227 – 232
- [11] Konopicky, K., und Woelk, H.: Über die Benetzung feuerfesten Materials durch geschmolzenes Glas. Glastechnische Berichte 27 (1954) 409 – 414

- [12] *Thiessen, A., und Schoon, E.*: Benetzung und Adhäsionsarbeit von Oberflächen fester Organischer Verbindungen. Zeitschrift für Elektrochemie 46 (1940) 170 – 181
- [13] *Singh, U. S.*: Über die Benetzung feuerfester Baustoffe durch Glas bei hohen Temperaturen. Tonindustrie-Zeitung 80 (1956) 229 – 232
- [14] *Lehmann, H., und Singh, U. S.*: Der Einfluss der Oberflächenspannung schmelzender Silikate auf den Angriff feuerfester Baustoffe. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 34 (1957) 353 – 362
- [15] *Staerker, A.*: Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Oberflächenschutz feuerfester Baustoffe. Tonindustrie – Zeitung 75 (1951) 33 – 36
- [16] *Staerker, A.*: Schutzschichten für die Anwendung in der feuerfesten und Hütten-Industrie. Tonindustrie – Zeitung 76 (1952) 93. – 96
- [17] *Petzold, A.*: Versuch zur Klassifizierung von Komponenten nach ihrem Einfluss auf die Oberflächenspannung von Silikatschmelzen. Silikattechnik 5 (1954) 11 – 12.
- [18] *König, A.*: Über die Beziehungen der galvanischen Polarisation und der Oberflächenspannung des Quecksilbers. Annalen der Physik und Chemie 16 (1882) 1 – 3
- [19] *Meyer, G.*: Capillarelektrometer und Tropfelektroden. Annalen der Physik und Chemie 53 (289)(1894) 845 – 873
- [20] *Jebsen-Marwedel, H.*: Einfluss der Oberflächenspannung des Schlackenglasses aus feuerfestem Material auf seine Knoten und Schlierenbildung. Glastechnische Berichte 15 (1937) 163 – 173
- [21] *Körwien, H.*: Graphisches Rechnen (Nomographie). Wittenberg 1949
- [22] *Korn, G. A., und Korn T. M.*: Mathematical handbook for scientists and engineers. New York 1961
- [23] DIN 51730 – Bestimmung des Asche-Schmelzverhalten (1976)
- [24] *Johansen, F., und Wiese, W.*: Absetzverhalten von Kupferstein und Kupfer. Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen 11 (1958) 1 – 14
- [25] *Guldin, P.*: De centro gravitatis – geometria Rotundi – (Wiennae Austriae MDCXLI) Wien 1641 (205 – 282)
- [26] *Metzner, P.*: Das Mikroskop. Wien 1928 (175 – 176)
- [27] *Schendell, G.*: Prüfung und Messung am Mikroskop. Berlin (DDR) 1952 (107)
- [28] *Cholnoky, T.*: Mechanika I. Budapest 1969 (560)
- [29] *Ellefson, B. S., und Taylor, N. W.*: Surface Properties of Fused Salts and Glasses. Journal of The American Ceramic Society 21 (1938) 193 – 205
- [30] *Radmacher, W.*: Bestimmung des Aschenschmelzverhaltens fester Brennstoffe. Brennstoff-Chemie 30 (1949) 377 – 384
- [31] *Comeforo, J. E., und Hursch, R. K.*: Wetting of Al_2O_3 – SiO_2 Refractories by Molten Glass I, II. Journal of The American Ceramic Society 53 (1952) 130 – 134, 142 – 148
- [32] *Mann, W.*: Das Schmelzverhalten von Segerkegelmassen. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 29 (1952) 163 – 168
- [33] *Zapp, F., und Domagala, J.*: Das Schmelzverhalten von Feldspaten im Erhitzungsmikroskop. Keramische Zeitschrift 6 (1954) 505 – 508
- [34] *Harktor, H. J.*: Dilatometer und Erhitzungsmikroskop in ihrer Anwendung zur Charakterisierung von Kaolinen und Tonen. Keramische Zeitschrift 6 (1954) 315 – 320, 381 – 388, 400
- [35] *Zwetsch, A.*: Untersuchungen zur Kennzeichnung von Feldspaten. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 33 (1956) 349 – 357
- [36] *Harktor, H.*: Die Anpassung von Porzellanscherben und Glasur zur Erzielung optimaler Eigenschaften. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 33 (1956) 108 – 114
- [37] *Konopicky, K.*: Die Veränderungen im Porenaufbau feuerfester Erzeugnisse durch die Wanderung der Flussmittelhaltigen Schmelzen. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 34 (1957) 302 – 307
- [38] *Cini, L.*: Über die Wirkung der Einführung von Lithiumoxyd in keramischen Glasuren. Sprechsaal (1957) 365 – 367
- [39] *Staerker, A.*: Das Vanalverfahren. Sprechsaal 90 (1957) 365 – 367
- [40] *Metz, A.*: Physikalische Untersuchungen bei hohen Temperaturen von Brennstoffaschen, Schlacken und keramischen Werkstoffen mit dem Erhitzungsmikroskop. Radex Rundschau (1959)
- [41] *Gugel, E., Czedit-Eisenberg, F.*: Aussagen und Anwendungsmöglichkeit des Erhitzungsmikroskopes. I., II. Berg Hüttenmännisches Monatsheft 105 (1960) 166 – 175, 338 – 346
- [42] *Harktor, D., und Paetsch, D.*: Zur Untersuchung von Feldspaten im Erhitzungsmikroskop. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 37 (1960) 402 – 409
- [43] *Metz, A.*: Das Erhitzungsmikroskop in seiner Anwendung auf technisch-wissenschaftliche Probleme. Keramische Zeitschrift 14 (1962) 351 – 354
- [44] *Meyer, H., und Poehnitzsch, H.*: Über die Ursache des Glasaustritts und der Blasenbildung an schmelzgegossenen Steinen bei hohen Temperaturen. Glastechnische Berichte 38 (1965) 393 – 396
- [45] *Rochow, H.*: Haftung hartlötbarer Metallschichten auf keramischen Formteilen. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 44 (1967) 224 – 231
- [46] *Kociszewski, L.*: Metody laboratoryjne badania przemiotow zabytkowych ze szkla. Studia z dziejow rzemiosla i przemislu 6 (1966) 49 – 75
- [47] *Radczewski, O. E.*: Über die Untersuchung keramischer Feldspäte und ihr Verhalten bei hohen Temperaturen, British Ceramic Society – Science of ceramics – vol. 2. (1966) 81 – 100
- [48] *Ziegler, L. und Schuster, P.*: Untersuchungen an eingefärbten Glasuren mit dem Erhitzungsmikroskop unter Schräglichtbeleuchtung. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 53 (1976) 257 – 259
- [49] *Kerstan, W.*: Einfluss verschiedener Kieselsäure Korngrößen auf einer Rohglasur für SK 8 bis 9. Keramische Zeitschrift 30 (1978) 684 – 686

Дюма, Дь.: Количественная оценка испытания силпкатов с помощью нагревательного микроскопа на основе идеального изменения формы

Duma, György: Quantitative Wertung der erhitzungsmikroskopischen Untersuchungen von Silikaten, aufgrund der idealen Formänderung

Duma, György: Quantitative Evaluation of Hot-Stage Microscopy Data on Silicates by the Ideal Shape Change Method

A forgókemencék egytengelyűségének finombeállítása az alátámasztó görgők mozgatásával

ÖRDÖG DÉNES

Cement és Mészművek, Váci gyára

Bevezetés

A forgókemencék mechanikai beállítását az üzemelés során, folyamatos megfigyelések és időszakos mérések alapján a szükséges mértékben el kell végezni, az egyenlőtlen és túlzott kopások, felületi nyomások elkerülése érdekében. A forgókemencék beállítása egy igen komplex tevékenység, mely elméleti ismereteket és rendkívül sok gyakorlati tapasztalatot igényel. Az optimális beállításnál figyelembe kell venni a kemence egytengelyűségét, a kemence és a görgők lejtését, a meghajtó fogaskereknek kapcsolatát, a kemence be- és kiömlő végének helyzetét. A kemencetest tengelyirányú mozgatásához a görgők megfelelő szögelfordítását kell meghatározni. A futógyűrűk felfekvésénél, az alátámasztó görgők állásszögénél, a támgörgők beállításánál a különböző kopásokra (futógyűrű támasztóbakok, csapágy és felületi kopások), valamint a kemencetest hőtágulására kell figyelemmel lenni. A felsorolás még így sem teljes, de jól érzékelteti, hogy a különböző szempontok mindjobb kielégítéséhez előre tudni kell — lehetőleg pontosan — a változtatások várható következményeit.

A cikk keretében nincs mód a komplex beállítás ismertetésére, csupán egy részfolyamat elméleti kidolgozására és gyakorlati példán történő bemutatására van lehetőség.

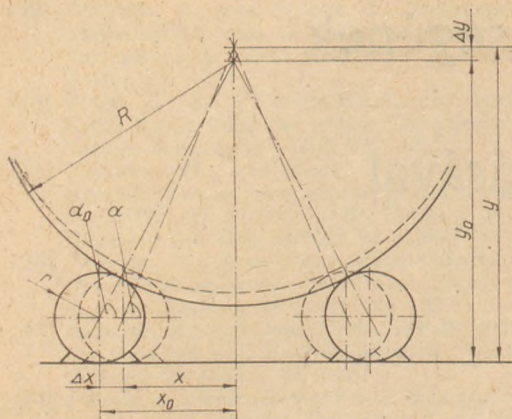
A probléma ismertetése

A forgókemencék egytengelyűségének biztosítása a különböző káros mechanikai hatások elkerülése érdekében rendkívül fontos. Az egytengelyűség hibája, túlzottan igénybe veszi az alátámasztások alatti köpenyszakaszt és a környezetében levő

tűzálló falazatot. A forgókemence előmelegítő és kalcináló zónájának tűzálló falazata normális igénybevétel esetén 4–6 évig használható, amikor is az elvékonyodás már olyan mértékű, hogy cserére van szükség. Egytengelyűségi hiba esetén az alátámasztások környezetében az összetett mechanikai igénybevétel hatására a téglák töredezik, a habarcs és a falazat morzsolódik, ezáltal a falszakasz kemencetengely irányú mérete csökken. A méretcsökkenés következtében a kemence beömlése felé eső falazatnak lehetősége van a megcsúszásra a kemence forgómozgása és a lejtése következtében. A kemence beállítási hibája miatt az alátámasztás környezetében levő falazat a 4–6 éves ciklus alatt több ízben tönkre megy, cserére szorul, ezáltal az ép falazatrész megcsúszása folyamatossá válik. Kialakul ezen a szakaszon egy szabálytalan spirális falazat, melynek stabilitása csekély, így előfordulhat, hogy a még vastagságra megfelelő, teljes falazatot cserélni kell. Az egytengelyűség hibája ezenkívül lüktető terhelést jelent az alátámasztó görgőkre és a futógyűrűkre is.

Elméleti rész

A forgókemencék egytengelyűségének mérésére több módszer ismeretes, melyeknek valamilyen kombinációját alkalmazzák a gyakorlatban. Az eltérések megállapítása után azonban problémát jelent, hogy az alátámasztó görgők milyen mértékű vízszintes mozgatásával lehet a hibát korrigálni. Az alátámasztó görgők vízszintes mozgatása az állítócsavarok menetemelkedésének ismeretében gyakorlatilag pontosan mérhető. Meghatározandó tehát a különböző egyedi esetekre egy olyan általános összefüggés, mely alapján számít-



1. ábra

A kemencetest elmozdulása a görgőmozgatás függvényében

R: futógyűrű külső sugara

r: görgő külső sugara

X_0 } kiindulási állapot méretei

y_0 }

α_0 }

X } megváltoztatott állapot méretei

y }

α }

ΔX a görgő elmozdulása

Δy a kemencetest elmozdulása

ható, hogy a görgők vízszintes elmozdítása (Δx) milyen magassági hibát (Δy) korrigál, vagyis a $\Delta y = f(\Delta x)$ függvénykapcsolat.

A megoldandó probléma vázlata az 1. ábrán látható.

Az ábra jelölései alapján felírható, hogy:

$$y = (r + R) \sin \alpha \text{ és } y_0 = (r + R) \sin \alpha_0$$

a két egyenlet kivonásával kapjuk:

$$\Delta y = y - y_0 = (r + R) (\sin \alpha - \sin \alpha_0)$$

felhasználva a következő összefüggéseket

$$\cos \alpha_0 = \frac{X_0}{r + R} \text{ és } \cos \alpha = \frac{X}{r + R}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

írható hogy:

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{X^2}{(r + R)^2}}$$

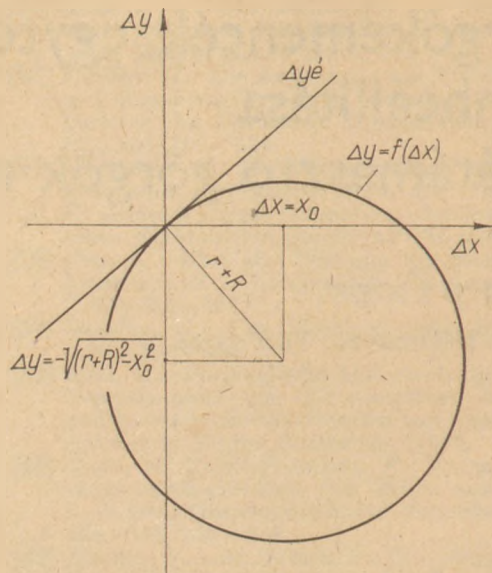
$$\sin \alpha_0 = \sqrt{1 - \frac{X_0^2}{(r + R)^2}}$$

ezt behelyettesítve Δy összefüggésébe

$$\Delta y = (r + R) \left(\sqrt{1 - \frac{X^2}{(r + R)^2}} - \sqrt{1 - \frac{X_0^2}{(r + R)^2}} \right)$$

felhasználva a $\Delta x = x_0 - x$ kifejezést

$$\Delta y = (r + R) \cdot \left[\sqrt{1 - \frac{(X_0 - x)^2}{(r + R)^2}} - \sqrt{1 - \frac{x_0^2}{(r + R)^2}} \right]$$



2. ábra

A $\Delta y = f(\Delta x)$ és a $\Delta y' = f'(\Delta x)$ ábrázolása.

az egyszerűsítéseket elvégezve kapjuk

$$\Delta y = \sqrt{(r + R)^2 - (x - x_0)^2} - \sqrt{(r + R)^2 - x_0^2}$$

kifejezést mely általános esetben megadja a $y = f(x)$ kapcsolatot, vagy

$$\Delta x = x_0 - \sqrt{(r + R)^2 - [\Delta y + \sqrt{(r + R)^2 - x_0^2}]^2}$$

kifejezést, mely a $\Delta x = r(\Delta y)$ kapcsolata.

Célszerűen átrendezve az összefüggést kapjuk, hogy:

$$(\Delta y + \sqrt{(r + R)^2 - x_0^2})^2 + (\Delta x - x_0)^2 = (r + R)^2$$

ami olyan körök egyenlete, melyeknek sugara $(R + r)$, a Δx ; Δy koordináta-rendszerben áthaladnak az origón és középpontjuk koordinátái pedig

$$\Delta x = x_0 \quad \left| \begin{array}{l} \text{helyen vannak.} \\ \text{(1. ábra)} \end{array} \right.$$

Az összefüggés elég bonyolult, azonban a gyakorlatban finom beállításnál a Δx értéke nem haladja meg az $(r + R)$ érték $\pm 1\%$ -át. Ebben az esetben az összefüggés igen jó közelítéssel helyettesíthető a kör érintőjének egyenletével (2. ábra)

A $\Delta y = f(\Delta x)$ deriváltja

$$\Delta y' = \frac{x_0 - \Delta x}{\sqrt{(r + R)^2 - (x_0 - \Delta x)^2}}$$

a $\Delta x = 0$ pontba húzott érintő egyenlete tehát

$$\Delta y' = \frac{x_0}{\sqrt{(r + R)^2 - x_0^2}} \Delta x;$$

$$\Delta x = \frac{\sqrt{(r + R)^2 - x_0^2}}{x_0} \Delta y'$$

ha $\alpha_0 = 60^\circ \pm 0,4^\circ$ értékű, akkor $r + R = 2 X_0$ ezt az előző összefüggésbe helyettesítve és a műveleteket elvégezve ilyen egyszerű képletet kapunk:

$$\Delta y(\alpha_0 = 60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \Delta x; \Delta x(\alpha_0 = 60^\circ) = \sqrt{3} \cdot \Delta y$$

Az alapösszefüggés $\pm 1\%$ -os mérési hibák max. összegeződése esetén alig több mint $\pm 2\%$ -os hibát eredményez, a közelítő képletek alkalmazása megfelelő feltételek mellett $\pm 1 - 3\%$ közötti hibát jelenthet, ami a gyakorlat számára tökéletesen megfelel.

Számítási példa

Egy adott háromalátámasztású, felső meghajtású forgókemence műszeres bemérése során megállapították, hogy a középső alátámasztás az elméleti középponttól 8,3 mm-rel lejjebb és vízszintes síkban a kemence forgásirányába 4,0 mm-rel van eltolódva. A meghajtás vizsgálatánál megállapították, hogy a fogaskerék fogtövön jár 4 mm emelés szükséges. A kemence lejtésén nem kell változtatni, mivel az emelés mértéke a be- és kiömlésnél is kívánatos.

A számításhoz szükséges méretek a beömlés felőli alátámasztástól számozva a következők voltak.

1. alátámasztás

$$r + R = 3080 \text{ mm}$$

$$X_0 = 1640 \text{ mm}$$

a szükséges emelés mértéke $\Delta y = 4 \text{ mm}$.

2. alátámasztás

$$r + R = 3075 \text{ mm}$$

$$X_0 = 1610 \text{ mm}$$

a szükséges emelés mértéke $\Delta y = 8,3 + 4 = 12,3 \text{ mm}$, vízszintes eltolás a forgásiránnyal ellentétesen $\Delta X_v = 4 \text{ mm}$

3. alátámasztás

$$r + R = 3070 \text{ mm}$$

$$X_0 = 1590 \text{ mm}$$

a szükséges emelés mértéke $\Delta y = 4 \text{ mm}$.

A megoldásra az első közelítő kifejezést használva kapjuk:

1. alátámasztás

$$\Delta X = \frac{\sqrt{3080^2 - 1640^2}}{1640} \cdot 4 = 6,36 \text{ mm}$$

A beállítócsavarok menetemelkedése 4 mm volt, tehát mindkét görgő csavarjait $1 \frac{3}{5}$ fordulattal kellett behajtani.

2. alátámasztás

$$\Delta X = \frac{\sqrt{3075^2 - 1610^2}}{1610} \cdot 12,3 = 20,015 \text{ mm}$$

a vízszintes eltolódás miatt azonban a forgásiránnyal ellentétesen is mozgatni kell a görgőket.

$$\Delta X + \Delta X_v = 20,015 + 4 = 24,015 \text{ mm}$$

$$\Delta X - \Delta X_v = 20,015 - 4 = 16,015 \text{ mm}$$

az állítócsavar 4 mm-es menetemelkedése alapján az elhagyó görgőknél 6 fordulatot a ráforduló görgőknél 4 fordulatot kell behajtani.

3. alátámasztás

$$\Delta X = \frac{\sqrt{3070^2 - 1590^2}}{1590} \cdot 4 = 6,607 \text{ mm}$$

az állítócsavar 4 mm-es menetemelkedése alapján $1 \frac{4}{5}$ fordulatot kell behajtani mindkét görgőnél. Mint látható a legnagyobb görgőállítás mértéke sem haladta meg az $(r + R)$ érték 1% -át, tehát a közelítő képlet alkalmazása helyes volt.

Összefoglalás

A forgókemencék mechanikai beállítása az üzemelés során igen fontos és nagy szakértelmet igénylő munka, mely elméleti ismereteket és főként gyakorlati tapasztalatokat igényel. Az egytengelyűség hibájából a leggyakoribb és legkellemetlenebb a tűzálló falazat károsodása. A bemérések utáni helyes beállítás komplex feladatát úgy lehet megoldani, ha minden változtatás következménye előre ismeretes és számítható. A komplex beállítási feladaton belül az egytengelyűség biztosításához a próbálgatás helyett matematikai összefüggések vezethetők le, melyek jól használhatók egy korrekciós program pontos megtervezéséhez, majd gyakorlati kivitelezéséhez.

- [1] *H. Paulsen*: Ausrichten von Drehöfen Zement-Kalk-Gips 1971/5 204–207.
 [2] *Rosenblad G.*: Radiale Deformation der Ofenmäntel Zement-Kalk-Gips 1954/7 130–228.
 [3] *Saposchnikow M. J. u. Banit F. G.* Die Kontrolle der Drehofenachse und ihre Ausrichtung Silikattechnik 1953/1. 89.

Ордэг, Д.: Установка одноосевого положения вращающейся печи с помощью движения подпирных роликов

Ördög, Dénes: Feineinstellung der Konzentrität von Drehöfen durch die Verstellung der Ofenrollen

Ördög, Dénes: Fine Adjustment of Rotary Kiln Axis by whanging the Position of Supporting Rings

SOMODI ZSUZSANNA

1930—1980

Szomorú szívvel vettük a gyászhiért, hogy Somodi Zsuzsanna, a Szilikátipari Központ Kutató és Tervező Intézet tudományos munkatársa, dolgos életének 50. esztendejében, hosszantartó, súlyos betegségben elhunyt.

Somodi Zsuzsanna egyike volt az ötvenes évekre felnövekvő műszaki értelmiségiek tehetséges, lelkesen és eredményesen dolgozó tagjainak. 1953-ban az Eötvös Lóránd Tudományegyetem kémia tagozatán fejezte be tanulmányait és tanári oklevelével az Építőanyagipari Technikumban helyezkedett el. Később tanári munkájának eredményesebb végzése érdekében — munkája mellett — a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai tagozatán vegyészmérnöki oklevelet szerzett. Mérnök tanárként tanított 15 éven át. Kezei alól számos, jólképzett fiatal technikus került ki, akik az építőanyagipar különböző ágazataiban azóta is eredményesen működnek. 1968. évben, az iskola átszervezése után került a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet-hez, ahol a Finomkerámia osztályon tudományos munkatársi beosztásban dolgozott. — Elmélyült szakmai tudása, kitartó szorgalma predesztinálta az eredményes kutatói tevékenységre. Elsősorban a finomkerámiai termékek égetése során végbemenő folyamatok tanulmányozásával foglalkozott. E téma-

körben elért eredményei hozzásegítették a finomkerámiaipar szakembereit a fejlettebb égetési technológiával dolgozó berendezések beszerzéséhez és alkalmazásához. Foglalkozott a hazai finomkerámiai termékek gyorségetési technológiájával, folyamatosan vizsgálta az iparban működő égető berendezések optimális üzemeltetésének körülményeit, az energiatakarékosság érdekében. Munkásságának eredményeit kutatási jelentésekből, e lap hasábjain több alkalommal megjelent szakeikkeiből, Egyesületünkben, valamint külföldön rendezett konferenciákon elhangzott előadásaiból valamennyien ismerhetjük. — Tagja volt a Szilikátipari Tudományos Egyesület oktatási bizottságának. Ebben a tisztségében továbbképző tanfolyamokat szervezett, ahol előadóként is közreműködött.

Alig egy éve jelentek meg az építőanyagipari szakközépiskolában tanulók, valamint a kerámiaipari gyakorlatban dolgozó szakemberek számára hasznos ismereteket tartalmazó, társszerzővel írt „Durvakerámiaipari technológia” és „Építőanyagipari technológia II.” című könyvei, amelyeket már az egyre súlyosabbá váló betegséggel küszködve írt meg. Tudtuk valamennyien, hogy beteg, de nem akartuk elhinni, bíztunk, hogy felépül és visszatér közénk, ahol szeretettel vártuk. Most amikor már tudjuk, hogy soha többé nem tér vissza hozzánk, fájdalommal és tisztelettel búcsuzunk Somodi Zsuzsannától, aki szerény, csendes egyéniségevel, élete utolsó napjaiban is példamutató volt örök pedagógusként a kitartó munkában. Emlékét szeretettel megőrizzük.

Kerámiaipari simahengerművek hatékonyságnövelésének matematikai alapjai II.

GÖMZE A. LÁSZLÓ

Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

A törőhengerek részébe behúzott agyagmasszában kialakuló áramlási viszonyok, valamint az ébredő feszültségállapotok ismeretén túl a simahengerek hatékonyságnövelése szempontjából az egyik legfontosabb feladat az aprítási teljesítményfelvétel pontos meghatározása. Ez viszont elképzelhetetlen a $W \cong 15 \dots 18\%$ nedvességtartalmú agyagásvány fiziko-mechanikai tulajdonságainak ismerete nélkül.

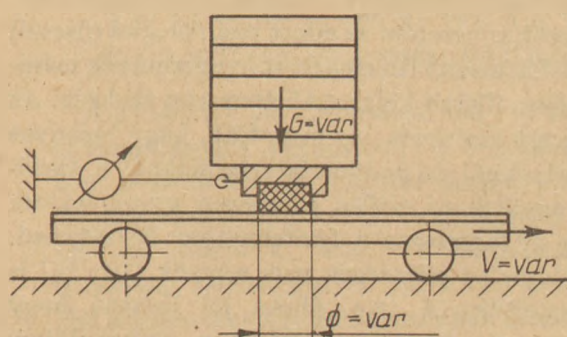
A kerámiaiparban elterjedt simahengerművek teljesítményfelvételének meghatározásához szükség van az aprítandó agyagmassza dinamikus viszkozitásának (η) valamint a fémfelületen történő csúsztatásakor ébredő súrlódási együtthatójának (μ) ismeretére. Ugyanis ez a két fiziko-mechanikai paraméter határozza meg döntően:

- a hengerpalást és az agyagmassza között ébredő súrlódási erő leküzdéséhez;
- a hengermű részébe behúzott, aprózódó agyagmasszában kialakuló nyírófeszültséget létrehozó erőhöz;
- valamint a hajtás, csapágyazás hatásfokából (amennyiben ez a technológiai teljesítményfelvétel %-ában van megadva) származó veszteségek leküzdéséhez szükséges energiaigényt.

6. A súrlódási erő leküzdéséhez szükséges teljesítményfelvétel meghatározása

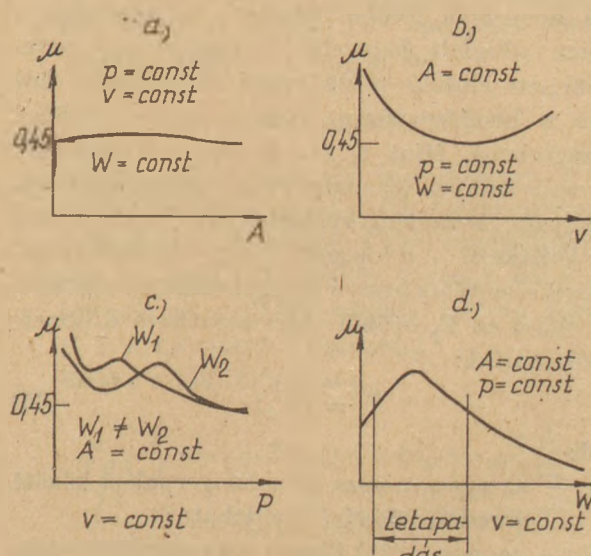
A súrlódási erő leküzdéséhez szükséges teljesítményfelvétel meghatározásához ismernünk kell az agyagmassza és a hengerpalást felülete között ébredő súrlódási együttható értékét.

A súrlódási együttható meghatározását a 9. ábrán bemutatott elven működő készülékkel végeztük. A mérés lényege, hogy az agyagmassza olyan speciális kialakítású sablonokba került,

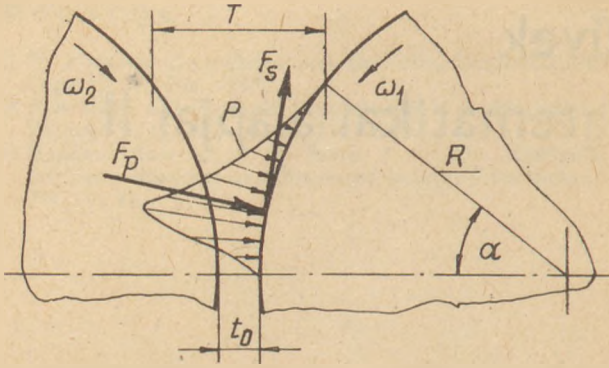


9. ábra. A készülék elvi vázlata

amelyek különböző érintkezési (súrlódási) felületnagyságot biztosítottak. A kötéldobok geometriai méreteinek valamint a terhelősúlyok nagyságának megválasztásával lehetővé vált az acéllemez és az agyagmassza között ébredő súrlódási együttható vizsgálata az érintkező felületnagyság (A_k), a csúszási sebesség (v_{cs}), a nyomóerő (G) illetve



10. ábra. A súrlódási együttható jellegének alakulása a felületnagyság (a), a sebesség (b), a nyomás (c) és a nedvességtartalom (d) függvényében



11. ábra. A hengerpaláston ébredő nyomófeszültség (p), feszítőerő (F_p) és a súrlódási erő (F_s) értelmezése

keletkező nyomás (p) valamint az agyagmassza nedvességtartalma (W) függvényében (10. ábra). A súrlódási együttható értékét befolyásoló fenti tényezők ismeretére az adott technológiai (üzemi) feltételek között üzemeltetett hengerművek méretezéséhez illetve kiválasztásához van szükség. Az elvégzett kísérletek azt mutatják, hogy bizonyos nyomásoknál és nedvességtartalmaknál a súrlódási együttható értéke jelentősen megnövekszik – az agyagmassza a fémfelülethez hozzátapad. (A letapadás jelenségét más szerzők [12; 13] is tapasztalták). A 10.c. ábrán jól látható, hogy adott ásványösszetétel mellett a nedvességtartalom függvényében a letapadási jelenség más-más nyomásértéknél jelentkezik.

Az agyagásványnak ezt a letapadási tulajdonságát is figyelembe kell venni a kerámiaipari gépek méretezésekor ill. kiválasztásakor. Simahengereknél ezt a letapadást azért kell figyelembe venni, mert valamilyen váratlan leállás következtében előfordulhat, hogy agyaggal feltöltött rés-sel szükséges a berendezést újraindítani.

A hengermű részébe behúzott agyagmassza a résben elfoglalt helyzetétől függően egy nemlineárisan eloszló p nagyságú feszültséget hoz létre a hengerpaláston, amely egy F_p erőben összegezzhető. Mint a 11. ábrán is látható, F_p normális irányú, azaz merőleges a hengerpalástra. Az agyagmassza hengerpaláston történő súrlódása-
kor keletkező – a vizsgált henger kerületi sebességével ellentétes irányú (tangenciális) – súrlódó-
erő ebből az F_p erőből származtatható a követ-
kezők szerint:

$$F_s = \mu F_p; \quad (35)$$

ahol:

μ – az agyagmassza és a hengerpalást között ébredő súrlódási együttható;

F_p – azonos a (31) illetve egyszerűsített alakban a (34) kifejezésben megadott feszítő-
erővel.

Köztudott, hogy a súrlódási erő leküzdésére csak abban az esetben fordítódik energia, amennyiben létrejön az agyagmasszának a hengerpalásthöz viszonyított F_s irányú elmozdulása a résen történő áthaladás ideje alatt.

Ha v_{s1} jelenti a hengermű részébe behúzott agyagmasszának a lassú henger palástfelületén történő csúszási sebességét, és v_{s2} a gyors henger palástfelületén történő csúszási sebességét, az F_p feszítőerő által előidézett technológiai teljesítményigény a következők szerint határozható meg:

A lassú henger forgatásakor:

$$P_{p1} = F_s v_{s1} = \mu F_p v_{s1}, \quad (36)$$

a gyors henger forgatásakor:

$$P_{p2} = F_s v_{s2} = \mu F_p v_{s2}, \quad (37)$$

A két henger együttes forgatásakor az agyagmassza megcsúszásából – súrlódásából – származó összes teljesítményveszteség:

$$P_p = \mu F_p (v_{s1} + v_{s2}). \quad (38)$$

Figyelembe véve a „dolgozó rés-szelvény” agyaggal való telítettségének egyenletlenségét egy „ K_1 ” tényezővel, valamint az F_p -re kapott (32) kifejezést; a súrlódásból származó technológiai teljesítményfelvétel a:

$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1 (1+i) (v_{s1} + v_{s2}) \left\{ \frac{1}{2t_0} \ln \frac{T}{t_0} + \frac{1}{\sqrt{t_0^3}} \left[\sqrt{T-t_0} \cdot \arctg \sqrt{\frac{T-t_0}{t_0}} - \sqrt{T-t_0} - \sqrt{t_0} \ln \left| \frac{\sqrt{T-t_0} + \sqrt{t_0}}{\sqrt{t_0}} \right| + \frac{1}{T} - \frac{1}{t_0} \right] \right\} \quad (39)$$

összefüggés alapján határozható meg.

A gyakorlati méretezésnél a súrlódásból származó technológiai teljesítményigény kielégítő pontossággal meghatározható, ha a (38) kifejezésbe F_p helyére (34)-et írjuk, és figyelembe vesszük a K_1 tényezőt.

Ekkor:

$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1 (1+i) (v_{s1} + v_{s2}) \frac{\sqrt{T-t_0}}{\sqrt{t_0}} \arctg \sqrt{\frac{T-t_0}{t_0}} \quad (40)$$

A (39) és (40) kifejezések gyakorlati használatához ismerni kell a résbe behúzott agyagmassza relatív csúszását (v_{s1} és v_{s2} értékét), vala-

mint az „aprítási szöghöz” tartozó réstérfogat telítettség fokát (K_1 értékét). Az aprítási szöghöz tartozó rés-térfogat nem más mint a névleges résméret, az aprítási résméret és a két aprítóhenger palást felülete közé eső L hosszúságú hasáb térfogata.

Az aprítási szög meghatározása

Az aprítási szög ismeretét az indokolja, hogy a hengerrésbe behúzott agyagmasszában kialakuló nyomásviszonyok az aprítási szöghöz tartozó résméretnél nagyobb résméreten viszonylag elhanyagolhatóan kicsik.

Az aprítási szög meghatározására a 12. ábra szolgál, ahol α — a behúzási szög, β — az aprítási szög.

Legyen az aprítási fok „a” és az aprítási szöghöz tartozó résméret „ t_a ”. Akkor felírható, hogy

$$t_a - t_0 = 2R(1 - \cos\beta), \quad (41)$$

és

$$t_a = a t_0. \quad (42)$$

A (41) és (42) kifejezésekből:

$$2R(1 - \cos\beta) + t_0 = a t_0, \quad (43)$$

ahonnan:

$$2R + t_0 - a t_0 = 2R \cos\beta. \quad (44)$$

A (44)-ből $\cos\beta$ -ra kapjuk, hogy

$$\cos\beta = 1 - \frac{t_0}{2R}(a - 1), \quad (45)$$

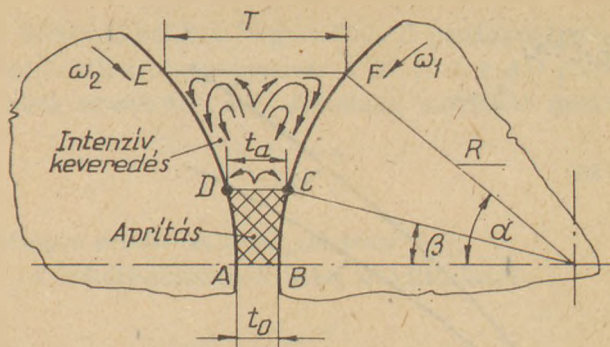
ahonnan az aprítási szög:

$$\beta = \arccos \left[1 - \frac{t_0}{2R}(a - 1) \right] \quad (46)$$

A (46) kifejezésből jól látható, hogy az aprítási szög (β) mindenkor az aprítási foktól (a), a hengerátmérőktől ($2R$) és a hengermű névleges résméretétől (t_0) függ.

A megfigyelések azt bizonyítják, hogy a hengerrésbe behúzott agyagmasszában jelentős nyomásviszonyok csak az aprítási szöghöz tartozó résméretnél alakulnak ki (12. ábra A B C D szelvény); míg az aprítási résméretnél nagyobb résméreten az agyagmasszára nem a nyomásviszonyok, hanem az intenzív keveredés a jellemző (12. ábra CDEF szelvény).

Amíg a képlékeny agyagmasszára a súrlódási együttható következtében a hengerművek behúzási szöge $\alpha \cong 24^\circ \dots 25^\circ$, addig (adott konstrukciós paraméterek mellett) az aprítási szög mindenkor az aprítási fok függvénye. Így például



12. ábra. Elvi vázlat az aprítási szög értelmezéséhez α -behúzási szög, β -aprítási szög

egy 1000 mm átmérőjű hengerpárból álló, 1 mm résméretű hengermű aprítási szöge:

$$\beta = 3,624^\circ, \text{ ha az aprítási fok: } a = 3;$$

$$\beta = 5,126^\circ, \text{ ha az aprítási fok: } a = 5, \text{ és}$$

$$\beta = 7,592^\circ, \text{ ha az aprítási fok: } a = 10.$$

A gyakorlat azt bizonyítja, hogy a képlékeny agyagásványok aprításánál a simahengerekkel nem célszerű $\alpha = 8 \dots 10$ fölé menni, mert ekkor az agyagmasszában már olyan nagyarányú visszaráamlás alakul ki, amely a hengerművek át-bocsájtási teljesítményét jelentősen lecsökkenti. Ezt a jelenséget a [4 és 14] munkák matematikailag is leírják.

A súrlódási erő leküzdéséhez szükséges teljesítményfelvétel meghatározása az aprítási fok figyelembevételével

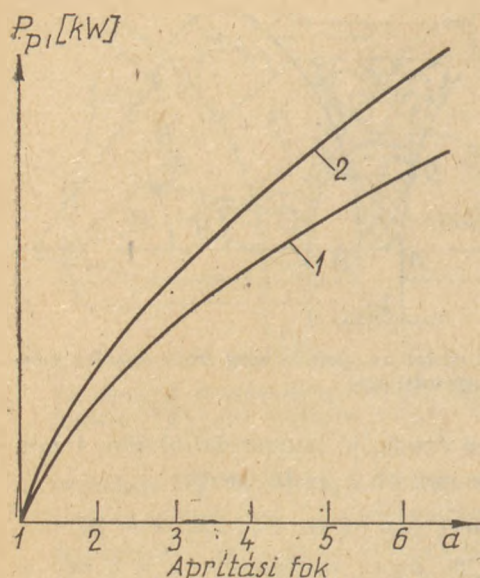
Azokban az esetekben, amikor a feladott agyagszalag vastagsága (t_{sz}) lényegesen vékonyabb mint a behúzási szöghöz tartozó résméret (T); vagy ha a feladott agyagszalag vastagsága megközelítőleg a legnagyobb aprítandó szemcseátmérővel azonos — vagyis, ha:

$$T \gg t_{sz} \text{ és } t_{sz} \cong t_a, \quad (47)$$

akkor a súrlódási erő leküzdéséhez szükséges teljesítmény az aprítási fok figyelembevételével is meghatározható. Így a (39) és (40) kifejezésekben a behúzási szöghöz tartozó résméret (T) helyett az aprítási szöghöz tartozó résméretet ($t = a t_0$) célszerű használni.

Ekkor a (39) kifejezés a:

$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1 (1 + i) (v_{s1} + v_{s2}) \left\{ \frac{1}{2t_0} \ln a + \frac{1}{t_0} \left[\sqrt{a-1} \arctg \sqrt{a-1} - \sqrt{a-1} - \ln |\sqrt{a-1} + 1| \right] + \frac{1-a}{a t_0} \right\}; \quad (48)$$



13. ábra. A P_p teljesítményfelvétel az aprítási fok függvényében. 1 – a lassú hengeré; 2 – a gyors hengeré

míg a (40) kifejezés a:

$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1 (1+i) (v_{s1} + v_{s2}) \frac{1}{t_0} \sqrt{a-1} \arctg \sqrt{a-1} \quad (49)$$

alakban írható fel, ahol: a – az aprítási fok.

A (48) és (49) kifejezésekből látható, hogy a súrlódási erő leküzdéséhez szükséges teljesítményfelvétel lineárisan függ:

- az agyagmassza és a hengerpalást közt ébredő súrlódási együtthatótól;
- az agyagmassza dinamikus viszkozitásától;
- a réstérfogat telítettségi fokától;
- a hengermű geometriai méreteitől;
- a hengerművek kerületi sebességétől; valamint
- az agyagmassza relatív csúszási sebességétől.

Ugyanakkor az aprítási foktól a fenti teljesítményfelvétel nem lineárisan függ.

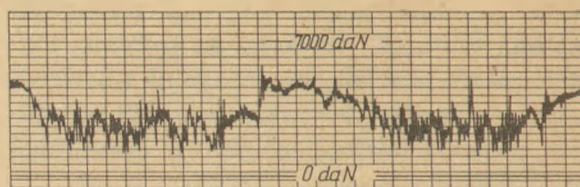
A 13. ábra a súrlódási erő leküzdéséhez szükséges teljesítményfelvétel jellegét mutatja be az aprítási fok függvényében, az agyagmassza hengerpaláston történő megcsúszásának figyelembevétele nélkül.

Ideális anyagfeladás – adagolás – mellett az aprítás réstérfogat telítettségi foka

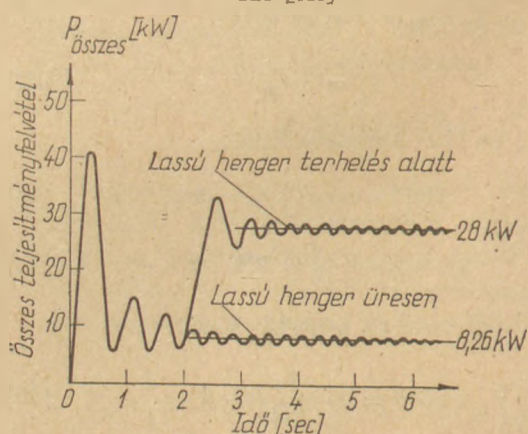
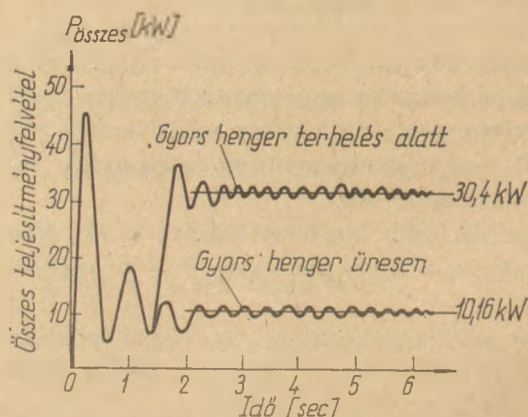
$$K_1 = 1, 0 \quad (50)$$

értékben adható meg. Ez azonban soha nem valósul meg.

Üzemi körülmények között az anyagfeladás általában nem egyenletes. A meglevő adagolási



14. ábra. Az ébredő feszítőerő jellege a mérések alapján



15. ábra. A hengerek teljesítményfelvételének alakulása a mért adatok alapján

rendszerekre jellemző, hogy a hengerrésbe szabálytalan időközönként vagy túl sok vagy túl kevés agyagmennyiséget adnak fel. Ezekben az esetekben sem célszerű K_1 értékét 1-nek venni; mivel ez a meghajtást biztosító villamosmotor túlméretezéséhez, illetve alacsony hatásfokon történő üzemeltetéséhez vezet.

Az ÉTCSV Mályi Téglagyárában elvégzett vizsgálatok azt bizonyítják, hogy amíg a csapágy-megtámasztó orsókban ébredő feszítőerő nagymértékben függ az anyagfeladás egyenetlenségétől (14. ábra) addig a hajtó villamosmotorok teljesítményfelvétele (15. ábra) az anyagfeladás egyenetlenségére viszonylag érzéketlen. Ez elsősorban az aprítást végző, felpörgetett hengerek nagy mozgási energiájának (lendítőnyomatékának) köszönhető. Ez a mozgási energia ugyanis kompenzálni tudta a meglehetősen szaggatott

(ugyanakkor periódikus) anyagfeladásból származó egyenetlen leterheléseket.

A teljesítményfelvételre kapott mérési eredmények azt mutatják, hogy a kerámiaiparban elterjedt anyagfeladási rendszerek mellett a simahengerművek aprítási résméretének telítettségi foka általában nem haladja meg a

$$K_1 = 0,6 \quad (51)$$

értékét.

Ehhez hasonló értékeket javasolnak használni a [15, 16] és [17] szerzők is.

Az agyagmassza csúszása a hengerpalást mentén

A kerámiaiparban a simahengerművekre feladott agyagmassza szemcseátmérője általában lényegesen kisebb a behúzási szöghöz tartozó résméretnél — $t_0 = 1$ mm és $2R = 1000$ mm esetén $T = 85 \dots 90$ mm; míg $a = 10$ esetén $t_a = 10$ mm — ezért a hengerrésbe behúzott agyagmassza hengerpaláston történő csúszását nem szokták figyelembe venni.

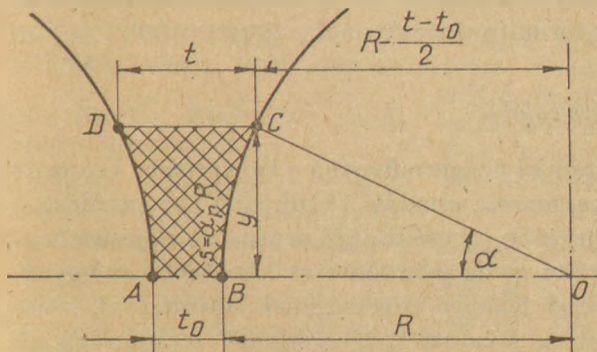
Ugyanakkor a gyakorlat azt mutatja, hogy az agyagmassza deformációja miatt jelentős megcsúszással kell számolni. Ez a csúszási sebesség a 16. ábra alapján határozható meg.

Legyen a hengerrés t résméretig agyaggal telítve, és legyen a t résméretben tartozó szög α . Ekkor az AB és a CD egyenesekkel illetve az aprítóhengerek palástfelületeivel határolt L hosszúságú agyaghasáb a két aprítóhenger kerületi sebességének átlagával mozogva.

$$t_1 = \frac{\left(R + \frac{t+t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2}{t_0 v_1 (1+i)} \quad (52)$$

idő alatt halad át a t_0 résméreten;

Az (52) kifejezésben α_r nem más mint a 16. ábrán megadott α szög értéke radiánban.



16. ábra. Elvi vázlat a csúszási sebesség meghatározásához

Könnyű belátni, hogy a C és D pontok közelében található agyagmassza a BC illetve AD pontokat összekötő „s” ívhossznak megfelelő utat:

$$v_{ra} = \frac{s}{t_1} \quad (53)$$

átlagos relatív sebességgel teszi meg.

A behelyettesítések után adódik, hogy:

$$v_{ra} = \frac{\alpha_r R t_0 v_1 (1+i)}{\left(R + \frac{t+t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \quad (54)$$

A súrlódási vagy csúszási sebesség az aprítóhengerek kerületi sebességének és a relatív áthaladási sebességnek a különbsége, vagyis:

$$v_{s1} = v_1 - v_{ra}; \quad (55)$$

$$v_{s2} = iv_1 - v_{ra}. \quad (56)$$

A megfelelő behelyettesítések után a hengerresbe behúzott agyagmassza csúszásának sebessége a lassú hengeren a

$$v_{s1} = v_1 \left[1 - \frac{\alpha_r R t_0 (1+i)}{\left(R + \frac{t-t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] \quad (57)$$

míg a gyors hengeren a

$$v_{s2} = v_1 \left[1 - \frac{\alpha_r R t_0 (1+i)}{\left(R + \frac{t+t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] \quad (58)$$

összefüggés alapján számítható.

A súrlódásra fordítódó technológiai teljesítményfelvétel

A súrlódási erő leküzdéséhez szükséges összes technológiai teljesítményfelvétel az (57) és (58) kifejezések (39)-be történő behelyettesítéssel adódik:

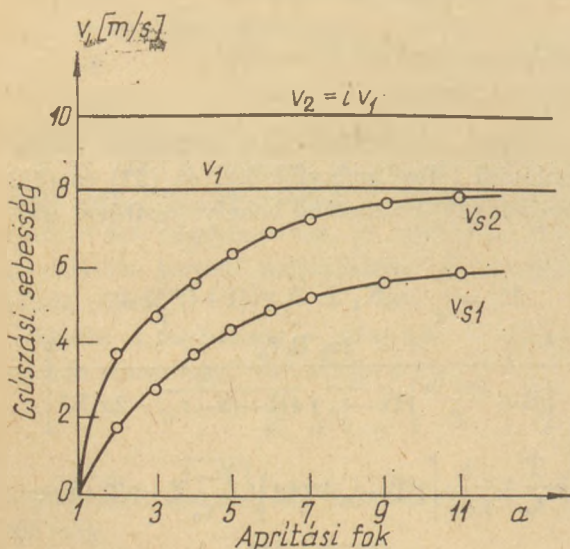
$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1^2 (1+i)^2 \left[1 - \frac{2\alpha_r R t_0}{\left(R + \frac{t+t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] \left\{ \frac{1}{2t_0} \ln \frac{T}{t_0} + \frac{1}{\sqrt{t_0^3}} \left[\sqrt{T-t_0} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{T-t_0}{t_0}} - \sqrt{T-t_0} - \sqrt{t_0} \ln \left| \frac{\sqrt{T-t_0} + \sqrt{t_0}}{\sqrt{t_0}} \right| \right] + \frac{1}{T} - \frac{1}{t_0} \right\} \quad (59)$$

A fenti (59) kifejezés jelentősen leegyszerűsödik az (57) és (58) összefüggések (40)-be történő behelyettesítésével. Ekkor:

$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1^2 (1+i) \left[1 - \frac{2\alpha_r R t_0}{\left(R + \frac{t-t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] - \frac{\sqrt{T-t_0}}{\sqrt{t_0^3}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{T-t_0}{t_0}} \quad (60)$$

Új hengermű-konstrukciók kialakításakor, vagy a meglevők hajtás-teljesítményének ellenőrzésekor az agyagmassza sűrűlódásának leküzdéséhez szükséges technológiai teljesítményfelvételt célszerű a megkívánt aprítási fok függvényében vizsgálni. Az aprítási fok függvényében a sűrűlódás leküzdéséhez szükséges technológiai teljesítményfelvétel az (57) illetve (58) kifejezések (48)-ba történő beírásával határozható meg. Ez — a hengerek individuális meghajtása esetén — a lassú hengerre:

$$P_p = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1^2 (1+i) \left[1 - \frac{\alpha_r R t_0 (1+i)}{\left(R + \frac{t-t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] \left\{ \frac{1}{2t_0} \ln a + \frac{1}{t_0} \left[\sqrt{a-1} \operatorname{arctg} \sqrt{a-1} - \sqrt{a-1} - \ln |\sqrt{a-1} + 1| \right] + \frac{1-a}{a t_0} \right\} \quad (61)$$



17. Az agyagmassza megcsúszási sebessége az aprítási fok függvényében

míg a gyors hengerre:

$$P_{p2} = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1^2 (1+i) \left[i - \frac{\alpha_r R t_0 (1+i)}{\left(R + \frac{t-t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] \left\{ \frac{1}{2t_0} \ln a + \frac{1}{t_0} \left[\sqrt{a-1} \operatorname{arctg} \sqrt{a-1} - \sqrt{a-1} - \ln |\sqrt{a-1} + 1| \right] + \frac{1-a}{a t_0} \right\} \quad (62)$$

A gyakorlati méretezés számára a:

$$P_{p1} = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1^2 (1+i) \left[1 - \frac{2\alpha_r R t_0 (1+i)}{\left(R + \frac{t-t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] - \frac{1}{t_0} \sqrt{a-1} \operatorname{arctg} \sqrt{a-1}; \quad (63)$$

illetve:

$$P_{p2} = \frac{3}{4} \mu \eta K_1 L R v_1^2 (1+i) \left[i - \frac{2\alpha_r R t_0 (1+i)}{\left(R + \frac{t-t_0}{2}\right) \sqrt{t-t_0} \sqrt{4R-(t-t_0)} - 2\alpha_r R^2} \right] - \frac{1}{t_0} \sqrt{a-1} \operatorname{arctg} \sqrt{a-1} \quad (64)$$

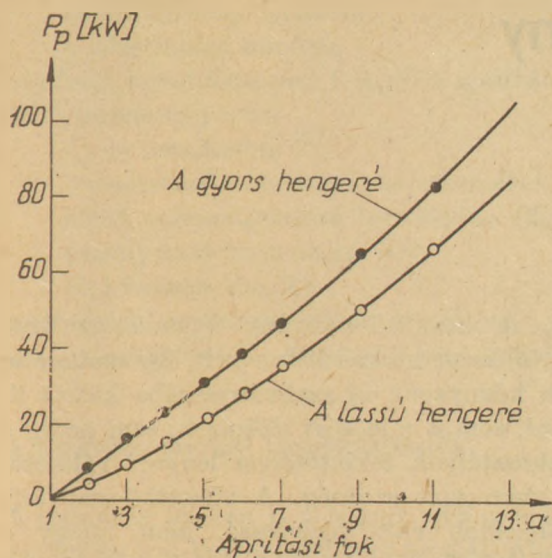
összefüggéseket javasoljuk használni, amelyek az (57) illetve (58) kifejezések (49)-be történő beírásával adódnak.

A 17. ábra a hengerrésbe behúzott agyagmassza csúszási sebességét, a 18. ábra pedig a sűrűlódásból származó technológiai teljesítményfelvételt az aprítási fok függvényében szemlélteti.

Az ábrákon megadott görbék az $R_1 = R_2 = 0,5$ m, $t_0 = 0,001$ m, $v_1 = 8$ m/s, $i = 1,25$ és $L = 1$ m konstrukciós paraméterekkel rendelkező hengerműre vonatkoznak.

Összefoglalás

Kerámiai hengerműveken a hengerrésbe behúzott agyagmassza csúszási viszonyai a hengerpaláston javíthatók, a csúszásból származó teljesítményfelvétel pedig jelentősen csökkenthető az agyagmassza feladási sebességének növelésével, valamint a feladott „agyagszalag” vastagságának csökkentésével.



18. ábra. A súrlódási erő leküzdéséhez szükséges technológiai teljesítményfelvétel az aprítási fok függvényében

A hengerítésbe behúzott agyagmassza hengerpaláston történő csúszásakor ébredő súrlódási erő leküzdéséhez szükséges technológiai teljesítményfelvétel:

- az agyagmassza fizikai-mechanikai tulajdonságától – dinamikus viszkozitásától és súrlódási együtthatójától;
- az alakítás geometriai paramétereitől – az aprítási foktól, az alakítási deformáció nagyságától;
- az aprítás (illetve megcsúszás) sebességétől;

– valamint a hengermű-konstrukció geometriai paramétereitől függ.

Számszerűségekre az (59) – (64) képletek adnak útmutatást.

I R O D A L O M

- [12] Morozov V. I.: Fiziceszközök osznovú plaszticeszközök formovaniya kirpitsa, Moszkva – 1973; 44...62. old.
- [13] Budnikov P. P., Balkevics V. L. i drugie: Himiceszközök technológiája kerámiák és ogneporok, Moszkva – 1972;
- [14] Gömze, A. László: Az üveg hengerlésének néhány elméleti kérdése a feldolgozandó üvegolvadék fiziko-mechanikai tulajdonságainak figyelembevételével. Kézirat (Dolgozat az 1980. évi Pedagógus napi Pályázatra) Miskolc, NME 1980. március; 4...16 old.
- [15] Szilenok Sz. G.: Mechaniceszközök oborudovanie predpriyatij sztoitelnij indusztrii, Sztoizdat – 1973. 48. oldal.
- [16] Bauman V. A.: Sztoitelnij masinü – Szpravochnik, tom 2. Moszkva, Masinosztroenie 1977., 137...142 old.
- [17] Ilievics A. P.: Masinü i oborudovanie dlja zavodov po proizvodstvu kramiki i ogneporov, Moszkva „Vüzsaja Skola” 1979, 32...40 old.
- [18] Gömze, A. László: Az anyagfeladás egyenetlenségének hatása kerámiaipari simahengerművek dinamikai igénybevételére. Kiadvány – GTE Miskolci Szervezete, Borsodi Műszaki Hetek '79.; 454...458 old.

Гёмзе, А. Л.: Математические основы повышения эффективности гладких прокатных валков керамической промышленности, II

Gömze, A. László: Mathematische Grundlagen der Erhöhung der Wirksamkeit von Feinwalzwerken der keramischen Industrie. II.

Gömze, A. László: Mathematical Principles of Effectivity Increase of Smooth Rollers in the Ceramic Industry

Lapszemle

CERAMIC INDUSTRIES JOURNAL, London, 1980. 1020. sz.

Bell, B. T.: Kerámiai színezőanyagok. 29–30. old.

A kerámiai színezőanyag fogalma és fejlődése az ókortól napjainkig. A mangán–alumínium, vanádium–ón sárga, vanádium–cirkon citromsárga, cirkon–vasoxid piros színezékek gyártástechnológiája. A kerámiai színezőanyagok jellegzetes gyártási folyamata, a nyers-

anyagok keverése, égetés, őrlés és mosás. Az alapanyagok kevert oxidok és vízzeloldható sók. A kerámiai színezőanyagok alkalmazási területei, zománcok, mázak, műanyagok és festékek színezése.

GLASS, Redhill, 1980. 4. sz.

Craine, K.: Az üveg szilárdságának növelése. 160–164. old.

Az üvegipar fejlődése, az új termékek megjelenése az üvegaruk

fajlagos tömegének növelése nélkül a szilárdságuk javítását tűzte ki célul. Ilyen új üvegtermékek a külső függönyfalak, a tiszta üvegajtók és a vékonyfalú öblösüvegek. Az üveg szilárdságának növelése és a biztonságtechnika szempontjából az öblösüvegeket kívülről műanyagokkal vagy zsugorfóliával vonják be. Kém. üzemekben és lab.-ban használt üvegből készült berendezések védelme üvegszálak poliszter bevonattal vagy műanyag tokkal.

Megjelent az új kavicsszabvány

G Á L O S M I K L Ó S – K E R T É S Z P Á L

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásványtani Tanszék

Az építési kőanyagok szabványainak sora újabb, régen várt szabvánnyal bővült, megjelent az MSZ 18293: *Homok, homokos kavics és kavics* című termék szabvány, mely a több mint húszéves, egészében már korszerűtlen MSZ 449–57 számú Természetes településű homokos kavics és származékai című szabványt hivatott helyettesíteni. Mivel az MSZ 449–57 lényegi változtatás nélkül követte az MSZ 449–53 jelű szabványt, így benne az előírások és termékosztályok több, mint 25 éves megfogalmazásúak voltak.

Az új szabvány készítése – helyesebben előkészítése – már a régi szabvány megjelenésekor megkezdődött. Ez időtől kezdve folytak a viták azon is, hogy milyen legyen az új szabvány: *termékszabványként* célszerű-e megjelentetni vagy pedig – sok külföldi példát követve – *betonadalékanyag-szabványt* kell-e készíteni. Abban mindig és mindenki egyetértett, hogy egy új szabályozásra szükség van, a régi szabvány termékválasztéka nem követte az újabb igényeket, nem tartalmazhatott az újabb termelési és felhasználási technológiának megfelelő termékeket.

Az elmúlt évtized során számos – különböző szintet megjáró – javaslat vagy tervezet is született egy új szabványra, ezek azonban sorra zátonyra futottak a ki nem egyenlíthető érdeellentéteken. Az érdeellentétek sokáig abban éleződtek ki, hogy a betonadalékanyagként való felhasználás során esetlegesen szükséges szigorúbb kritériumok teljesítését az ipar nem vállalta. A viták során az sem tisztázódott, hogy vajon a szigorúbb feltételeknek megfelelő termékek előállítására fordított költség megtérül-e a felhasználás során jelentkező előnyökben.

A szabvány előkészítésének későbbi stádiumában felmerült a természetes aprózódású kavicsok részbeni kiegészítése vagy pedig helyettesítése zúzott kavics termékekkel, sőt az az igény is megfogalmazódott, hogy a kavics és zúzottkő termékek egymást minden méretben helyettesítő sorba legyenek helyezhetők és mindkét terméksoportra egységes előírás szülessék. Ez utóbbi igényt nem sikerült a szabvány készítése során figyelembe

venni. A zúzottkő-szabvány ugyanis az évek során többször korszerűsítve volt, így amikor az építési kőanyagok új szabványsorába kellett illeszteni, sem a minőségi előírások, sem pedig a termékosztályok tekintetében lényegi változtatásra nem volt szükség. A zúzottkő-szabvány sokkal előbb vált véglegessé, mint ahogy a kavics-szabvány utolsó tárgyalási sorozata lebonyolódott. Tekintettel az igen eltérő főfelhasználási területeken (aszfaltadalék, magasépítési betonadalék) kialakult gyakorlatra, a termékosztályhatárok azonosságát nem lehetett biztosítani. Az egységesítés túlzottan egyoldalú és indokolatlan lett volna a zúzottkő-szabvány változatlanul hagyása mellett.

A *termékfajták* tekintetében az volt a *szabványalkotás célja*, hogy minden, az országban termelésre kerülő homok-kavics termék megfelelő előírást kapjon, és a szabványba minden, a műszaki fejlődésben előrelátható igényű termék beilleszthető legyen. A *szabványalkotás elve* az volt, hogy egy termelőnek sem szükséges valamennyi termék előállítására berendezkedni, de minden felhasználónak legyen lehetősége a neki megfelelő és előállított termékfajtákat szabvány szerint megrendelni. Így külön problémát jelentett a termékek osztályainak (frakcióinak) száma. Az igények egyrészről a minél több termékosztály előállítására vonatkoztak, hogy azokból a betonkészítés helyén lehessen az optimális szemnagysági megoszlású adalékanyagot előállítani, másrészről pedig a minél kevesebb termékosztály előállítására, hivatkozással technológiai költségeire, továbbá arra a tényre, hogy a sok termékosztály munkahelyi külön tárolásának általában hiányoznak a feltételei és így fennáll az összekeveredés veszélye.

A kő és kavics iparágban bekövetkezett *műszaki fejlődés eredményeként* a szabványban a minőségi előírások a termékek nagy részénél lényegesen kibővültek.

Az egyes termékekre
a szemmegoszlás
a szemalak
a tisztaság

az agyag-iszap tartalom
a közetfizikai minőség
minőségi követelményeit írja elő a szabvány. Az
öt fő termékcsoportha
nyers termékekre (N)
természetes szemmegoszlású termékekre (T)
előírt szemmegoszlású termékekre (E)
osztályozott termékekre (O)
tört termékekre (Z)

a minőségi követelmények rendszerét az I. táblázat a zúzottkövekkel összehasonlítva szemlélteti.

A szabvány szerinti termékválaszték

A termékek jelében H a homok, HK a homokos kavics és K a kavics jelölésére szolgál. Általános érvényű előírás, hogy a nyers és a természetes szemmegoszlású termékek zúzott anyaggal legfőbb 10 tömegszázalékig egészíthetők ki. Az előírt szemmegoszlású, valamint az osztályozott termékek külön megjelölés nélkül legfőbb 10 tömegszázalék zúzott anyagot tartalmazhatnak, ha a zúzott anyag mennyisége 10–90 tömegszázalék, a termék „vegyes”, betűjele elé V betű kerül. A kavicsból tört termékekben legfőbb 10 tömegszázaléknyi természetes aprózódású szemcse lehet.

Nyers termékek (NH, NHK, NK)

Ebbe a csoportba azok a termékek tartoznak, amelyek szemmegoszlását a kitermelés során nem módosítják, legfőbb egy meghatározott szemnagyság fölötti részét leválasztják. E terméknek legkisebb és legnagyobb szemnagyságát a megnevezésben a termelőnek kell megadni, de az egész szemmegoszlás közlésére vagy egy adott szemmegoszlás megtartására a termelő nem kötelezett.

Agyag-iszap tartalom és tisztaság vonatkozásában itt a legkevésbé szigorú az előírás, de kevesebb agyagiszap-tartalom és nagyobb tisztaság esetén a termékek nemesebb célra is felhasználhatók. Az ilyen termékek eladási feltételeiben ezen előnyöket figyelembe lehet venni. E termékfajtánál a szabvány nem ír elő termékosztályokat.

Természetes szemmegoszlású termékek (TH, THK);
(vegyes, természetes szemmegoszlású termékek VTH, VTHK)

Ide azok a nem módosított, folyamatos szemmegoszlású, mosott termékek tartoznak, amelyek

felső határszemnagysága meghatározott (így szükség esetén e szemnagyságnál leválasztott), a legkisebb szemnagyságot a termelőnek kell megadnia. A termékekben a tisztasági, az agyag-iszap-tartalmi követelmények minden szabványos változata megengedett.

A szabványos termékosztályok: TH $d_a/4$;
THK $d_a/8$, $d_a/16$, $d_a/24$, $d_a/32$, $d_a/63$, $d_a/125$.

Előírt szemmegoszlású termékek (EH, EHK); (vegyes előírt szemnagyságú termékek VEH, VEHK)

Az előírt szemmegoszlású termék szemmegoszlási görbéje kell, hogy a szabványban határértékekkel és A – B – C jelű határgörbékkel meghatározott terület valamelyikébe essen. E szemmegoszlási mezők szerint a termék I. vagy II. szemmegoszlású aszerint, hogy az A–B vagy a B–C görbével határolt részbe esik-e.

A termék előállítási módjára a szabvány nem tartalmaz utalást. Az előírt szemmegoszlású termékek tisztasági és agyag-iszap tartalmi előírásaiban a szabvány szerinti legalacsonyabb minőségi osztály (TO és S) már meg nem engedett.

A termékosztályok: EH (VEH) 2, 4
EH (VEH) 8, 12, 16, 24, 32,
48, 63, 95, 125

Osztályozott termékek (OH, OK);
(vegyes osztályozott termékek VOH, VOK)

E termékek megfelelő technológiai folyamattal előállított, előírt szemmegoszlású és tisztaságú termékek. A szabvány nem foglalkozik a technológiai módszerrel, amellyel az előírások teljesíthetők. Az osztályozott termékek tisztaságában a legalacsonyabb kategória (TO) meg nem engedett. Az agyag-iszap tartalmat a szabvány úgy korlátozza, hogy megadja a 0,063 mm-nél kisebb szemek megengedett mennyiségét tömegszázalékban.

A termékosztályok: (OH(VOH) 0/1, 0/2, 0/4,
1/4, 2/4
OK (VOK) 4/8,
4/16, 8/16, 16/24, 16/32,
32/63
OGK 4/8

Az osztályozott termékek sorába tartozó gyöngy kavics (OGK 4/8) nem lehet vegyes termék.

A szemmegoszlási követelmények rendszere a zúzottkőhöz hasonló, a szabvány rögzíti az alsó és felső határszemnagyságot, az annál kisebb,

illetve az annál nagyobb szemek mennyiségét tömegszázalékban, az 1 mm-nél és a 0,063 mm-nél kisebb szemek mennyiségét tömegszázalékban. A méreten felüli rész ellenőrző szitamérete valamint a nyújtott frakciónál a közbenső szita mérete is adott. A szabvány e termékekre a szemmegoszlás minőségi követelményeit grafikusán is megadja.

Tört termékek (ZH, ZHK, ZK)

A termék kizárólag kavicsból tört lehet, a szabvány nem foglalkozik a zúzottkővel való keverés lehetőségével. Így a termékosztályok szemnagysághatárai is az osztályozott kavics és nem a zúzottkő termékosztályaihoz igazodnak. A szemmegoszlási követelmények rendszere hasonlít a zúzottkőhöz és megegyezik az osztályozott termékeknél leírtakkal.

E termékfajtnál a közetfizikai csoportba sorolást is el kell végezni, továbbá a szemalakra vonatkozó vizsgálat szerint a lemezes szemek mennyiségének függvényében is osztályozni kell a terméket. A termék tisztaságát a szabvány nem szabályozza, azt a kavicsból való zúzás esetén önmagától teljesülnék tekinti, az agyag-iszap tartalmát a 0,063 mm-es szemnagyság alatti szemcsék lehetséges maximális mennyiségével korlátozza.

A termékosztályok: ZH 0/2, 0/4, 2/4

ZHK 0/24, 0/32

ZK 4/8, 8/16, 16/24, 24/32

A szabvány minőségi követelményei

Szemmegoszlás

A szemmegoszlást a szabvány szerint általában szítálás útján határozhatjuk meg, szükség esetén nedves módszert alkalmazva. A vizsgálatot az MSZ 18288/1. alapján kell végezni. Egyes esetekben a szemmegoszlás mezejét írja elő a szabvány, más esetekben előírt (alsó és felső) határsemmnagyságot. Osztályozott és tört termékek-nél az 1 mm, 0,063 mm szemnagyságot, valamint a változó méretű ellenőrző szemnagyságot kell meghatározni. Bizonyos termékek-nél a legkisebb (nyers és természetes megoszlású termékek) és a legnagyobb (nyers termékek) szemnagyságot a termelőnek kell megadni vagy tanúsítani. A természetes szemmegoszlású termékek közbenső szemnagysági adatait szintén tanúsítani kell, de azok az előírásban nem szerepelnek. A

szemmegoszlási előírásokból a 0,063 mm-nél kisebb szemek mennyiségét korlátozó adatok (osztályozott és tört termékek) helyettesítik az agyag-iszaptartalom előírásait is.

Szemalak

A szemalakra vonatkozó előírások a lemezesség alapján (vastagság/szélesség $\leq 0,5$), az MSZ 18288/3. szabvány előírásainak értelmében a termékeket két csoportba sorolják. A k („kubikus”) jelű termékekben a lemezes szemek tömegaránya nem éri el a 30%-ot, míg az n („normál”) jelű termékekben azok tömegaránya 30–60%. Ez az előírás csak a kavicsból tört termékekre vonatkozik.

Agyag-iszap tartalom

Az agyag-iszap tartalomra vonatkozó előírások az MSZ 18288/2. szabvány szerinti térfogatos ülepités vizsgálatra (ún. mércés hengerre) alapozottak, egy órás ülepitési idővel. Az eredmény térfogatszázalék, így nem közvetlenül kapcsolódik a szabatosan tömegarányban kifejezett finomszemtartalomhoz. Ez a vizsgálat munkahelyen is egyszerűen elvégezhető, de a vizsgálati módszer csak folyamatos szemmegoszlású termék-nél adhat használható eredményt. A szabvány az agyag-iszaptartalom alapján négy kategóriát különböztet meg P, Q, R, S betűjelekkel (0–3, 3–6, 6–10, 10–20 térfogatszázalék). Az agyag-iszaptartalom a nyers, a természetes szemmegoszlású és az előírt szemmegoszlású termékek-nél korlátozott a módszerrel. Az agyagrögök mennyiségét a tisztasági osztályok követelményei korlátozzák.

Tisztaság

A tisztasági követelményeket a szabvány két kategóriában írja elő (T, TT), de ismeri a tisztasági követelményeknek meg nem felelő (TO) termék fogalmát is. A tisztaság fogalmába beletartozik

- a szabad szemmel megállapítható szerves szennyeződés (pl. növényi maradványok, szerves hulladék)
- a vizsgálatnál szabatosan kifejezhető klorid- és szulfáttartalom
- az agyag-iszap-rögök
- a kézzel szétmorzsolható szemcsék és az agyaggal-iszappal bevont szemcsék össz-mennyisége.

A termékcsoportokra vonatkozó minőségi követelmények

+ előírás van a minőségi követelményre

– nincs előírás

(+) csak az ún. nyújtott frakcióra van előírás

		MSz 18293			
		NYERS (N)	Természetes szemmegoszlású (T)	Előírt szemmegoszlású (E)	
				Vegyes	
minőségi követelmény (határméret, az ellenőrzés módja)		homok NH homokos kavics NHK kavics NK	homok TH homokos kavics THK	homok EH homokos kavics EHK	homok VEH homokos kavics VEHK
d_{max} (szita)		+	+	+	+
d_{min} (szita)		+	+	–	–
$\frac{d_{max}}{2}$ (szita)		–	+	–	–
4 mm (szita)		–	+	–	–
1 mm (szita)		–	–	–	–
0,1 mm (szita)		–	–	–	–
0,063 mm (szita)		–	–	–	–
0,02 mm (ülepítés)		–	–	–	–
közbülső szemnagyság (szita)		–	–	–	–
ellenőrző szemnagyság (szita)		–	–	–	–
szemmegoszlás (mező)		–	–	+ (I, II)	+ (I, II)
agyag – iszap tartalom		+ (≤ 20 V%)	+ (≤ 20 V%)	+ (≤ 10 V%)	+ (≤ 10 V%)
tisztaság		+ (TO, T, TT)	+ (TO, T, TT)	+ (T, TT)	+ (T, TT)
kőzetfizikai csoport		–	–	–	–
szemalak (lemezes szemek mennyisége)		–	–	–	–
tört (zúzott) szemek mennyisége		< 10 M%	< 10 M%	< 10 M%	10 – 90 M%

1. táblázat

			MSz 18291		
Oszályozott (O)		Tört (Z)	KZ	NZ	Z
	Vegyés				
homok OH gyöngy- kavics ÖGK kavics OK	homok VOH kavics VOK	homok ZH homokos kavics ZHK kavics ZK	Zúzottkő		
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	+	+
-	-	-	+	+	+
+	+	+	-	-	-
-	-	-	-	+ csak 0/5	-
-	-	(+)	(+)	(+)	(+)
-	+	+	+	+	+
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	(A, B, C, D) ⁺	(A, B, C, D) ⁺	(A, B, C, D) ⁺	(A, B, C, D) ⁺
-	-	< 30 M% (k)	< 20 M% (k)	-	-
		30 – 60 M% (n)	20 – 35 M% (n)		
< 10 – M%	10 – 90 M%	90 – 100 M%	100 M%	100 M%	100 M%

A két utolsó előírás csak a 8 mm-nél nagyobb szemcsékre értelmezhető. (Ennek a határnak a kijelölése a szabványkészítés talán legvitatottabb pontja volt.) Az előírás megfogalmazásakor azzal a feltételezéssel éltünk, hogy az ennél kisebb agyag-iszap szemcsék már megjelennek az agyag-iszaptartalom értékben.

A T tisztaságú termékben több, a TT tisztaságú termékben kevesebb engedhető meg az említett szennyeződésekben és különleges szemcsékben. TO tisztaságúnak kell minősíteni azt a terméket, amely

- nem felel meg a T tisztasági előírásoknak sem
- tisztasága nem tanúsított.

A szulfát- és kloridtartalom meghatározására az MSZ 18288/4. szabvány előírásai vonatkoznak, a többi előírás teljesülését szemrevételezéssel és közelítő vizsgálattal lehet megállapítani. A szabványbizottság szükségesnek tartotta ezen előírások megtartását annak ellenére, hogy a vizsgálati módszer nem tekinthető eléggé szabatosnak.

A tisztasági előírás nem értelmezett a kavicsból tört termékekre. Ezek tisztasága — ha az előállítás megfelelően történt — biztosítottnak tekinthető.

Kőzetfizikai minőség

A kőzetfizikai minőség csak a kavicsból tört termékeken és az osztályozott kavics nyersanyagtelepeinek kőzetértékelése során előírt követelmény. E minőséget — a zúzottkövekhez hasonlóan — A, B, C, és D kőzetfizikai csoportként fejezzük ki, a Los Angeles aprózódás, valamint a nátrium- és magnézium szulfátos kristályosítási veszteség alapján, de a Deval vizsgálat eredményei nélkül. Így a zúzottkő és a zúzott kavics kőzetfizikai minőségi csoportjai nem teljesen azonosak. A kavics ridegsége miatt általában jobban aprózódik a Los Angeles vizsgálat során, mint a zúzottkő, de a kristályosítási vesztesége lényegesen alacsonyabb. A vizsgálatokra az MSZ 18287/1 és az MSZ 18289/3 szabványok vonatkoznak.

A minősítés rendszere

A minősítés rendszere olyan, hogy az egyes termékek különböző minőségűek lehetnek az egyes előírások szerint. Így a szabvány egy termékfajtán belül is lehetővé teszi a tisztasági, vagy agyagiszaptartalom különböző kategóriáit. Így

például egy előírt szemmegoszlású EHK 8 jelű termék P, Q, vagy R agyag-iszaptartalmú és T vagy TT tisztaságú lehet, bármely kombinációban. A szabvány minden ilyen változatot szabványos terméknek tekint.

Ennek megfelelően a *termékek megnevezésében* vagy *jelölésében* a következő adatokat kell megadnunk:

- a termékfajta betűjelét (pl. NH, OH, VOH, stb.)
- a termékfajta betűjeléhez kapcsolódóan a szemnagyságra vonatkozó jelzést: pl. alsó és felső határszemnagyságot, vagy csak a felső határszemnagyságot (kizárólag az EH, EHK, VEH, VEHK termékeknél). Ez utóbbi termékeknél I. vagy II. jelzi a szemmegoszlás tényleges mezejét a megfelelő szemmegoszlási határgörbék alapján.
- azon termékeknél, ahol értelmezett, az agyag-iszaptartalomra vonatkozó betűjelet (P, Q, R, vagy S).
- azon termékeknél, ahol vonatkozó előírás van, a tisztaságra vonatkozó TO, T vagy TT betűjelet.
- kőzetfizikai előírás esetén az A, B, C vagy D kőzetfizikai csoport-jelet
- szemalak előírások esetén k vagy n lemezeségi osztályt kifejező betűjelet.

Azokat a termékeket általában szabványosnak kell tekinteni, amelyek a szabvány előírásai szerint összetartozó minőségi kategóriákkal jellemezhetők. Nem szabványos pl. egy S agyag-iszaptartalmú EHK termék. Amelyik termék szabványos, de az adott szállítási szerződés követelményeit nem elégíti ki, csak az adott szerződés szempontjából tekinthető nem megfelelőnek.

A szabvány helye az építési kőanyagok szabványsorozatában

A szabvány részét képezi az *építési kőanyagok szabványsorozatának* (MSZ 18280 — 18297), így rendszerében, megfogalmazásában e szabványsorhoz igazodik. Benne a vizsgálati módszerek — amennyiben nem érzékszervi vizsgálatokról van szó — a szabványsorból választottak. Ebben a rendszerben a *mintavétel* is szabályozott, valamint előírás van arra, hogy a termékértékeléshez *vizsgálati tervet* kell készíteni.

A vizsgálati terv alkalmas arra, hogy a szükséges vizsgálatokat célszerű sorrendben az előírásoknak megfelelő ismétlési számmal végezzük

el. Az elvégzett vizsgálatok mértékadó eredményeivel minősített termékről megállapíthatjuk, hogy milyen osztálynak felel meg a termék-szabvány szerint vagy, hogy a termék megnevezésében tanúsított követelményeket kielégíti-e.

A homok, homokos kavics és kavics termék-szabvány fontos helyet foglal el az építési kőanyagok szabványsorában. A zúzottkő termék-szabvánnyal együtt a cementbeton és aszfaltbeton készítés és gyártás egyik legfontosabb alapanyagát az adalékanyagot szabályozza. Mint ilyen, alapját képezi egy sor műszaki irányelvnek, ipari ágazati szabványnak és előírásnak.

Összefoglalás

Az építési kőanyagok Homok, homokos kavics és kavics című most megjelent új szabványa — MSZ 18293 — régóta meglevő igényt hivatott kielégíteni. Formailag ugyan ez ideig érvényben volt az MSZ 449—57, de előírásai és termék-osztályai nem feleltek meg az építőipar elvárásainak.

A szabvány kialakulásának folyamatában volt számos előzetes változat — MSZ 449 J (68. IV.) MSZ 449 J (70. X.) MSZ 449 J (76. I.) — melyek

felhasználásával, valamint a BME Ásvány- és Földtani Tanszékének és Építőanyagok Tanszékének, az ÉMI, a KÖTUKI, és a SZIKKTI vizsgálati eredményei alapján a BME Ásvány- és Földtani Tanszéke állította össze azt a javaslatot, amely szabványként megjelenve az építési kőanyagok szabványsorát e termékszabvánnyal teljesebbé tette.

A szabványban lényeges változás van mind a minőségi előírások, mind a termékválaszték vonatkozásában. A minőségi előírások — legalábbis a termékek egy részénél — lényegesen kibővültek, több követelményt rögzített a szabvány, mint az előző és a termékfajták szélesebb skáláját szabályozta.

A minőségi előírások tekintetében az volt a szabványalkotás elve, hogy csak olyan követelményeket tartalmazzon a szabvány, amit a terméken egyértelműen ellenőrizni lehet, a csak általános előírások ily módon nem kerültek be a szabványszövegbe.

Reméljük, hogy ez az új kavicsszabvány a zúzottkő szabványhoz hasonlóan az építőanyagipar egyik alapvető szabványa lesz, használata mind a termelők, mind a felhasználók munkáját úgy segíti, hogy ezzel az építőipar fejlődését biztosítja.

Lapszemle

**SZTROITELNI MATERIALI I
SZILIKATNA PROMISLENNOSZT**
Szófia, 1980. 3. sz.

Todorov, D.—Sztolov, EV.—Babacev, G.: *Új hőszigetelési technológia habbeton felhasználásával.* 9—10. old.

Meglevő módszerek elemzése alapján új hőszigetelési technológiai javaslat.

Hőszigetelő-réteg előállítása habbetonból háromrétegű elemek gyártásával lakó- és ipari épületekre és egyéb építészeti — tetőszerkezetek, csővezetékek stb. — alakzatokra. A technológia kivitelezése könnyű és jó hőtechnikai mutatók elérését

biztosítja. Különböző technológiával készített hőszigetelés hőtechnikai mutatóinak összehasonlítása.

Sztefanova, Sz.—Taskova, A.—B'csvarov, SzV.: *Réz—titán—mázak színjellemzői.* 14—15. old.

Réz—titán—mázak színjellemzőinek — színezési árnyalat, a szintiztaság és színélénkség — meghatározása. A réz-II-oxid 3—6%-os a titánoxid 5—12%-os mennyiségének hatása a színjellemzőkre 14 kísérleti minta vizsgálatánál. Szükséges a kerámiai termékek színjellemzőinek meghatározása a szín mennyiségi értékeléséhez. A megengedett színeltérések pontosítása,

minimális színezőanyag felhasználás.

Filipov, F.—Filipova, Zs.: *Polivinilklorid formák gyártása kerámiai csészék formázásához.* 15—16. old.

A csészék formázásánál alkalmazott présforma főbb elemeinek vizsgálata, a forma konstrukciójának hatása a formák üzemeltetési minőségére. Különbségek a műanyag és gipsz-formák között. Az egyenletes fal- és fenék vastagságú formák nem megfelelőek ipari használatban. A fal- és fenékvastagság csökkentésével a formák szilárdsága növekszik, és lehetséges a sajtolás és égetés egyenletességének elérése. A kialakított terméknek optimálisan lekerekített rádiuszának kell lenni.

A szobi dácit kőzetértékelése

KAUSAY TIBOR

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A szobi dácit a Börzsöny hegység délnyugati részén fekvő Csákhegy neovulkáni kiömlési kőzete. A dácit lávája a vulkáni tevékenység során a Csákhegy andezitjét áttörve került a felszínre, aminek következtében a dácit rátelepült az andezitre. Bár a szobi dácitot kőzettanilag inkább dácitos andezitnek, vagy biotitos amfibólandezitnek kell tekinteni, tanulmányunkban magunk is az elterjedt dácit megnevezését használjuk.

A szobi Csákhegyen 150 év óta folytatnak kőbányászatot. A kőzet kitermelés mai jelentőségét a kőanyagok építési célra való felhasználhatósága, a bányák Budapesthez való közelsége, a kőtermékek vízi úton történő elszállításának lehetősége adja meg. A bányaművelés ma két bányában folyik. Az Északmagyarországi Kőbánya Vállalat Szobi Üzemegysége a Csákhegy Malomvölgy felé eső oldalában az andezitet, és a hegy kb. 300 m-es szintjén a dácitot fejt ki. Az andezitet zúzottkővé, a dácitot faragottkővé és terméskővé dolgozzák fel.

Amíg a malomvölgyi andezitbánya a fejlődés időszakát éli, addig a csákhegyi dácit kitermelése egyre több gondot okoz. A gondok egy része az alacsony fokon gépesített, lényegében hagyományos kézi feldolgozású bánya munkaerőhelyzetéből fakad. Az állandó munkáslétszám csökkenés vezetett arra, hogy napjainkra az 1960-as évek közepének faragottkő termelése egytizenkettédére, terméskő termelése egynolcadára esett vissza. A másik gond, hogy a dácit — amely már az andezitbánya felső szintjén is megjelenik — egyre inkább akadályozza az andezit kifejtését, és ezért az andezit bányászás érdekében szükséges lenne a dácit kitermelését fokozni.

A szobi dácit gyorsabb ütemű bányászása és feldolgozása csak magasfokú gépesítettség mellett valósítható meg, amit a termékváltás szükségessége is kísér. Fejlett technológiával előállítható termék a zúzottkő, a terméskő, az építőkő, és az útburkolókő lehet. Ezek alkalmassági kutatásával az ÉVM 9. sz. Célprogram Bizottsága a Sziliká-

ipari Központi Kutató és Tervező Intézetet bízta meg.

A kutatási tervet az MSZ 18282/2–78 szabvány alapján úgy állítottuk össze, hogy a munka a szobi dácit építési felhasználhatóságát teljes körben elemezze, és így az MSZ 18291–78 szabvány szerinti zúzottkő, az MSZ 18292–78 szabvány szerinti terméskő, az MSZ 18294–79 szabvány szerinti építőkő, az MSZ 18297–80 szabvány szerinti útburkolókő vizsgálatokat foglalja magába. Ezeken túlmenően kőzettani jellemzést végeztünk, és sor került az anyagsűrűség, a vízfelvétel, a kopási ellenállás, a súrlódási ellenállás, a hővezetési tényező, a fényezhetőség és a vághatóság meghatározására is.

A mintavétel a bányafalból történt. A bányafalban a dácit előfordulás három változatát lehet megkülönböztetni. A háromféle változat jó közelítéssel függőleges zónahatárok mentén különül el. A bányafallal szemben állva, tehát azt dél felől szemlélve bal oldalon barnás szürke, magrészében kékesszürke színű ép anyag található, amelyet a bányaüzem kevert, dácit-andezit kontakt anyagnak nevez és nem fejt ki. Kutatási témánkban ez a kőanyag az *I.* jelet viseli. *II.* jellel a bányafal középső és mélységben előrehajtott szakaszának világos szürke, puha dácitját jelöltük. Napjaink faragottkő termelése ebből a megmunkálásra alkalmas kőanyagból folyik. A jobboldali *III.* jelű változat ugyancsak világos szürke, de a *II.* jelűnél keményebb dácit, amelyet éppen szilárdsága, nehezen faraghatósága miatt nem dolgoznak fel.

A kőzetfizikai vizsgálatok a SZIKKTI Betonosztályának laboratóriumában készültek. A kutatási téma kidolgozásában vizsgálatokkal és tanácsadással dr. Vitális György, dr. Puskás Béláné, Szirmai András és Bakos József (SZIKKTI), dr. Kozák Miklós és dr. Szőőr Gyula (KLTE Ásvány- és Földtani Tanszéke), Molnár István (MEEI), Kovács Józsefné (Budalakk), Vajda László, Sas Jenő és Klespitz János (DÉLKŐ), Szabó Attila (Kőfaragó és Épületszobrászipari Vállalat) közreműködtek.

Vizsgálati eredmények

A makroszkópos és mikroszkópos kőzettani vizsgálat alapján a csákhegyi kőzetváltozatokat az MSZ 18281–79 és az MSZ 18283–79 szabványok előírásait követve felületi és térfogati mállottságuk szerint kőzettani minőségi osztályokba soroltuk.

A zúzottkő, terméskő, építőkő és útburkolókő termékszabványok előírásának megfelelően elvégeztük a szobi dácit MSZ 18287/1–78 szerinti *Los Angeles* aprózódási, MSZ 18287/2–78 szerinti száraz és vizes *Deval* aprózódási, MSZ 18289/3–78 szerinti kristályosítási, MSZ 18284/2–79 szerinti testsűrűség, MSZ 18285/1–79 szerinti nyomószilárdság, MSZ 18289/2–79 szerinti fagyállóság vizsgálatát. A nyomószilárdság vizsgálatnál víztelítéssel és fagyasztással kőzetfizikai állapotot is alkalmaztunk. A fokozatos vízzel való telítésnél az MSZ 18284/3–79 szabványt követtük. A *Deval* szilárdságot az MSZ 18287/2–78 szabvány, a változási tényezőket az MSZ 18289/1–78 szabvány alapján számítottuk ki.

A termékellátás lehetőségének mérlegeléséhez elengedhetetlen termékminősítő vizsgálatokon túl szükségesnek látszott kiegészítő kőzetfizikai vizsgálatokat is végezni. Ezek közül csupán az MSZ 18284/2–79 szabvány szerinti anyagsűrűség, és az MSZ 18284/3–79 szabvány szerinti vízfelvétel vizsgálatok rendelkeztek hatályban levő szabványos kőanyag vizsgálati módszerrel.

A kopási ellenállást a *Böhme-féle* módszerrel, de a közeljövőben hatálytalanná váló MSZ 1991–67 szabvány szerint és *KA 10* jelű elektrokorund csiszolóporral határoztuk meg.

A súrlódási ellenállást az MSZ 18287/5–78 szabványban leírt súrlódásmérő ingával mértük. A vizsgálati anyag azonban nem műanyaghabarcsba ágyazott kőzetszemcsék íves próbaplapja, hanem Hensel 400 L típusú kővágógépen gyémánt vágókoronggal kialakított, tehát finoman megmunkált síkfelületű faragott kő volt. Ennek megfelelően a súrlódásmérő inga *SRT* skáláját és a $76,5 \times 25 \times 6$ mm méretű csúszógumit használtuk és úgy jártunk el, mint ahogy az MSZ–07.3301–77 „Útburkolatok érdességének mérése kézieszközökkel” című közlekedési, postai és távközlési ágazati szabvány szerint az útburkolatok csúszásellenállását kell meghatározni.

A fényezhetőség a lehető legsimábbra megmunkált kőfelület fényvisszaverő képessége,

amely a díszítőkövek minőségének egyik esztétikai jellemzője. A fényvisszaverő képességet a DIN 67530–1972 szabvány előírásai alapján mértük meg. A csillogási mérőszám alatt a szobi dácit esetén 85° -os vizsgálati geometria mellett a felületről tükrösen visszavert és a felületre beeső fény hányadosát értettük százalékban kifejezve. A megvilágító fényforrás 650 nm vörös fényt sugárzó fényemilláló dióda volt. A gyémántkoronggal kivágott próbatestek felületét durva és finom csiszolás után króm (III) – oxid vizes oldatával nemezen fényeztük.

Az építőkő gyártás szempontjából a kőanyag vághatóságának is nagy jelentősége van. A vághatóság kérdésére laboratóriumi kísérlettel kerestük a választ. A kísérlet során Hensel 400 L típusú kővágógép gyémántkorong meghajtómotorjának villamos teljesítmény felvételét mértük annak feltételezésével, hogy a villamos teljesítmény felvétel a kőzet vághatóságával fordítottan arányos. A vágókorong átmérője 630 mm, vastagsága 5 mm, fordulatszáma 1450/perc, előtolása 2,8 mm/vágás volt. A tárgyasztal 10 m/perc sebességgel mozgott. A vágást $20 \times 20 \times 50$ cm méretű próbatesten, 50 cm hosszon végeztük.

A hővezetőképesség ismeretére a falazókő és blokkgyártás szándéka esetén lehet szükség. A hővezetési tényezőt a *II.* jelű szobi dáciton határoztuk meg az MSZ 4674/2–66 szabvány szerinti *Bock* módszerrel. A próbatest mérete $20 \times 20 \times 5$ cm, a hideg oldal hőmérséklete 20°C , a melegé 30°C volt.

A mértékadó kőzettani és kőzetfizikai vizsgálati eredményeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A szobi dácit felületén és térfogatában is kissé mállott. Kivétel ez alól az *I.* jelű kőzetváltozat, amelyet térfogatában üde anyag alkot. Málltságában a *III.* jelű kőzetváltozat kevésbé, a *II.* jelű kőzetváltozat jobban előrehaladt.

Szobi dácit kőzetfizikai tulajdonságait tekintve közepes testsűrűségű, közepes vízfelvételű, közepes nyomószilárdságú, az *I.* és *II.* kőzetváltozat kis, a *III.* kőzetváltozat közepes kopásállóságú, aprózódásnak kevésbé ellenálló, fagyálló, de a kristályosításra érzékeny, rossz hőszigetelőképeségű, jó súrlódási ellenállású, nem fényezhető, könnyen vágható kőanyag.

A kőzetfizikai tulajdonságok alapján legjobb minőségűnek a *III.* kőzetváltozatot, leggyengébbnek a *II.* kőzetváltozatot kell tekinteni. Az *I.* kőzetváltozat maganyagának jó tulajdonságait a tömegében is jelentős kéreg rontja le.

Mértékadó vizsgálati eredmények

Kőzettani jellemző	Mértékadó eredmény			Kőzettani minőségi osztály, vagy kőzetfizikai csoport			Termék-szabvány
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	
	kőzetváltozat			kőzetváltozat			
Térfogati mállékonyság	üde	kissé mállott	kissé mállott				MSZ 18292
Felületi mállékonyság	kissé mállott	kissé mállott	kissé mállott				MSZ 18294
A mállottság mértéke				m ₂	m ₃	m ₃	MSZ 18297
Los Angeles aprózódás, tömeg%	31,4	32,0	30,6	C	C	C	MSZ 18291
Deval aprózódás, tömeg%							MSZ 18291
Száraz módszerrel	7,38	7,56	7,09	D	D	D	
Vizes módszerrel	25,47	18,81	14,05	D	D	D	
Deval szilárdság							MSZ 18292
Száraz módszerrel	5,53	5,30	5,64				
Vizes módszerrel	1,58	2,13	2,84				
Változási tényező	0,286	0,402	0,504	—	—	> 0,5	
Kristályosítási aprózódás, tömeg%							MSZ 18291
Nátriumsulfát oldatban	28,8	24,7	16,9	D	D	C	
Magnéziumsulfát oldatban	35,3	38,2	25,5	D	D	C	
Testsűrűség, kg/m³				> 2400	> 2400	> 2400	MSZ 18292
Szabálytalan próbatesten	2493	2471	2500	> 2300	> 2300	> 2600	MSZ 18297
Szabályos próbatesten	2554	2515	2542	< 2600	< 2600	< 2600	
Anyagsűrűség, kg/m³	2791	2745	2746				
Tömörség	0,904	0,908	0,918				
Nyomószilárdság, MPa				> 80	> 80	> 140	MSZ 18297
Légszáraz	113,7	100,0	143,5	80	80	80	MSZ 18292
Vízzel telített	104,9	95,4	120,9	80	80	80	MSZ 18294
25 × fagyasztott	100,2	81,7	118,6	80	80	80	
50 × fagyasztott	78,8	74,9	87,6	20	20	80	
Változási tényező							
Vízzel telített	0,92	0,95	0,84	> 0,8	> 0,8	> 0,8	
25 × fagyasztott	0,88	0,82	0,83	> 0,8	> 0,8	> 0,8	
50 × fagyasztott	0,69	0,75	0,61	—	—	—	
25 × fagyasztott				> 0,7	> 0,7	> 0,7	MSZ 18297
50 × fagyasztott				—	> 0,7	—	
Kiállott fagyasztások száma	36	26	36	ff	f	ff	
Vízfelvétel, tömeg%	3,3	3,1	3,1				
Böhme kopási veszteség							
Térfogat, cm³	28,38	33,23	22,10				
Magasság, mm	5,61	6,38	4,25				
Súrlódási ellenállás, SRT	70	72	76				
Csillogási mérőszám, %	34,6	21,0	36,0	fél matt	matt	fél matt	
Vágási teljesítmény felv., kW	4,78	5,65	5,31				
Hővezetési tényező, W/mK		1,178					

Kőzetértékelés

A kőzetértékelés során a termékgyártás szempontjait tartottuk szem előtt és ezért az értékelést elsősorban a vizsgálati eredmények és a termék-

szabványok követelményeinek összevetése útján végeztük el.

A zúzottkő termékek kőzetfizikai csoportját az MSZ 18291–78 „Zúzottkő” termékszabvány szerint a *Los Angeles*, a *Deval* és a kristályosítási

vizsgálat legkedvezőtlenebb eredménye határozza meg. Ennek megfelelően vizsgálati eredményeink a szobi dácit *Deval* aprózódását, továbbá az *I.* és *III.* jelű kőzetváltozatot illetően a kristályosítási aprózódást emelik minősítő erőre. Ezek a vizsgálati eredmények az MSZ 18291–78 szabvány *D* kőzetfizikai csoportra vonatkozó követelményeit elégítik ki. A szobi dácit mindhárom kőzetváltozata tehát *D* kőzetfizikai csoportú zúzottkő előállítására alkalmas.

Az MSZ 18292–78 „Terméskő” termékszabvány anyagtani szempontból kőzettani és kőzetfizikai jellemzők alapján osztályozza a terméket. A szobi dácit *I.* jelű kőzetváltozata m_2 , a *II.* és *III.* jelű kőzetváltozatok m_3 kőzettani minőségi osztályba sorolhatók. A testsűrűség és a légszáraz nyomószilárdság vizsgálati eredmények, valamint a vízzel telített állapotban és 25 fagyasztási ciklus után mért nyomószilárdság változási tényezői a szobi dácit mindhárom változatát bármely kőzetfizikai minőségi osztályba tartozó terméskő előállítására alkalmassá tennék. Ezt a lehetőséget korlátozza az 50 fagyasztási ciklus utáni nyomószilárdság változási tényezőjének kedvezőtlen értéke, amelynek alapján mindhárom szobi dácit kőzetváltozatból 80 f kőzetfizikai minőségi osztályú terméskövet szabadna gyártani. További korlátozást jelent a száraz *Deval* szilárdság, valamint a vizes *Deval* vizsgálat alapján számított *Deval* szilárdság változási tényezője. Minthogy az előbbi érték mindhárom kőzetváltozatnál 6 alatt van, az utóbbi pedig csak a *III.* jelű kőzetváltozat esetén nagyobb, mint 0,5, a szobi dácit *I.* és *II.* jelű kőzetváltozata végső soron a 20 n, a *III.* jelű kőzetváltozata a 20 f terméskő kőzetfizikai minőségi osztály követelményét elégíti ki.

Az MSZ 19294–79 „Építőkövek” termékszabvány szintén kőzettani és kőzetfizikai jellemzők alapján osztályozza anyagtani szempontból a terméket. A kőzettani osztályozás követelményei azonosak a terméskőével. Eszerint a szobi dácit *I.* jelű kőzetváltozatát az m_2 , a *II.* és *III.* kőzetváltozatokat az m_3 kőzettani minőségi osztályba lehet sorolni. Az építőkövek kőzetfizikai minőségi osztályának követelményei a terméskövekéktől csak annyiban különböznek, hogy a testsűrűsége és a *Deval* szilárdságokra az MSZ 18294–79 szabvány nem tartalmaz előírásokat. Az utóbbira tekintettel mindhárom szobi dácit kőzetváltozatból 80 f kőzetfizikai minőségi osztályú építőkö állítható elő.

Az MSZ 18297–80 „Útburkolókövek” termékszabvány szerint a szobi dácit kőzettani minőségi

osztályba sorolása megegyezik az MSZ 18292–78 és az MSZ 18294–79 szabványok előírásával. A kőzetfizikai minőségi osztályt a légszáraz nyomószilárdság és testsűrűség, valamint a nyomószilárdság fagyasztás utáni változási tényezője határozza meg. A nyomószilárdság és a testsűrűség alapján a szobi dácitból legfeljebb 80 ff minőségi osztályú útburkolóköveket lehet előállítani, ezt az osztályba sorolást azonban a nyomószilárdság 50 fagyasztás utáni változási tényezője az *I.* és *III.* jelű kőzetváltozat esetén 80 f osztályra rontja le, míg a *II.* jelű kőzetváltozat valóban 80 ff kőzetfizikai minőségi osztályú.

A kőzetértékelés termékszabványok szerinti eredményét a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

Kőzetértékelés termékszabványok szerint

Értékelés	A kőzetváltozat jele		
	I.	II.	III.
Zúzottkő kőzetfizikai csoport	D	D	D
Terméskő kőzettani minőségi osztály	m_2	m_3	m_3
Terméskő kőzetfizikai minőségi osztály	20 n	20 n	20 f
Építőkö kőzettani minőségi osztály	m_2	m_3	m_3
Építőkö kőzetfizikai minőségi osztály	80 f	80 f	80 f
Útburkolókö kőzettani minőségi osztály	m_2	m_3	m_3
Útburkolókö kőzetfizikai minőségi osztály	80 f	80 ff	80 f

A termékgyártás szerinti kőzetértékelést a felhasználhatóság mérlegelésével kell kiegészíteni. Az egyes építési célokat illetően a következő vélemény alakítható ki.

Elsőként azt vizsgáljuk meg, hogy a szobi dácit zúzottkő milyen feltételek mellett használható fel beton- és aszfaltadalékanyagként.

Az ÉSZKMI 19–77 „Beton és vasbeton készítése” című műszaki irányelv 1.254 pontja a betonadalékanyag szilárdságát a *Los Angeles* aprózódás alapján ítéli meg, és kimondja, hogy a *Los Angeles* vizsgálat szerinti *C* kőzetfizikai csoportú zúzottkő *B 560* jelű beton készítésére is felhasználható. Ha ezt az ajánlást elfogadjuk, akkor a szobi dácitot olyan kőanyagnak kell tekintenünk, mint amely szilárdsági szempontból alkalmas arra, hogy bármely, MSZ 4719–77 szabvány szerinti beton adalékanyagául szolgáljon.

Az ÉSZKMI 19–77 műszaki irányelvnek ez az ajánlása nem mentes minden ellentmondástól, mert épp a szobi dácit szolgáltat arra példát, hogy vannak kőzetek, amelyekből 35 tömeg %-nál kisebb *Los Angeles*-i aprózódási veszteségük ellenére is – *Deval* vizsgálati, vagy kristályosítási eredményeik folytán – csak *D* kőzetfizikai csoportú zúzottkő gyártható.

Túl a szobi dácit kérdésén olyan kőanyagot sem nehéz találni, amelynek *Deval* vizsgálati, vagy kristályosítási eredménye annyira kedvezőtlen, hogy belőle zúzottkővet gyártani nem szabad, bár *Los Angeles* aprózódásának kőzetfizikai csoportja *D*. Nyilvánvaló, hogy *D* kőzet-csoportú betonadalékanyagot is csak olyan kőzetből állíthatunk elő, amely egyébként zúzottkő gyártásra alkalmas. Ezt tulajdonképpen az ÉSZKMI 19–77 műszaki irányelv 1.22 pontja is kimondja, amikor úgy fogalmaz, hogy az adalékanyagot akkor szabad betonkészítéshez felhasználni, ha kielégíti az MSZ 18293, illetve az MSZ 18291 szabványokban vele szemben támasztott minőségi követelményeket. Ugyanakkor az ÉSZKMI 19–77 irányelv 1.235 pontja figyelmen kívül hagyja, hogy az MSZ 18291 szabvány nemcsak a *Los Angeles* vizsgálattal megállapított érték alapján sorolja osztályba az adalékanyagokat. A szabályozásnak ez a kettős módja a zúzottkő termékek forgalmazásában is zavart kelt, mert azok megnevezésében csak a termékminősítő kőzetfizikai csoport betűjele szerepel, amely végül is a beton-adalékanyagkénti felhasználhatóságra az ÉSZKMI 19–77 szerint nem ad információt. A jövőre nézve az a véleményünk, hogy az ÉSZKMI 19–77 műszaki irányelvet úgy kell átdolgozni, hogy a zúzottkővel szemben támasztott követelmény ne a *Los Angeles* aprózódásra, hanem a kőzetminősítést adó mértékadó kőzetfizikai jellemzőre vonatkozzon.

Az átdolgozásnál arra is tekintettel kell lenni, hogy a zúzottkő milyen százalékos arányban kerül a betonba.

Ezzel kapcsolatos javaslatunk, hogy abban az esetben, ha

- a) a betonadalékanyag homokban szegény $O/d_{\max}$ szemnagyságú zúzottkőből és természetes homokból, vagy
- b) 4 mm alatt homokból és 4 mm felett zúzottkőből áll, akkor
B 280 betonminőségig legalább *D* kőzetfizikai csoportú
B 400 betonminőségig legalább *C* kőzetfizikai csoportú

B 560 betonminőségig legalább *B* kőzetfizikai csoportú

MSZ 18291–78 termékszabvány szerinti zúzottkővet legyen szabad betonadalékanyagként alkalmazni.

- c) Ha a 4 mm feletti zúzottkő a betonadalékanyag szemeloszlásának javítására kerül a betonba, és mennyisége nem haladja meg az adalékanyag 4 mm feletti részének 30 tömeg %-át, akkor ez a javítóanyag
B 400 betonminőségig legalább *D* kőzetfizikai csoportú
B 560 betonminőségig legalább *C* kőzetfizikai csoportú

MSZ 18291–78 termékszabvány szerinti zúzottkő legyen. Javaslatunkat vizsgálatainkra és korábbi betonkísérletek tapasztalataira alapozzuk.

Az ÉSZKMI 19–77 műszaki irányelv zúzottkő betonadalékanyagokkal szemben támasztott követelményeinek az MSZ 18291–78 termékszabvánnyal való összehangolása azért is szükséges, mert általa a zúzottkő vízzel és faggal szembeni viselkedése is figyelembe vételt nyer. Utalunk arra, hogy napjainkig hatályos MSZ 4720–61 szabvány nemcsak azt írta elő, hogy a betonadalékanyag nyomószilárdsága legalább 500 kp/cm², illetve kétszerese legyen az előállítani kívánt beton nyomószilárdságának, hanem azt is, hogy az adalékanyag kis vízfelvételű és fagyálló kell legyen. A vízfelvétel és a fagyállóság a kőzet mállottságával is összefüggő tulajdonságok. Ha ezekre is tekintettel kívánunk lenni, meg kell állapítanunk, hogy a szobi dácit vízfelvétele 0,5–5,0 tömeg% közé esik, tehát a kőanyag közepes vízfelvételű, ezért vizes *Deval* aprózódása is kedvezőtlen. A szobi dácit zúzottkővének kristályosítási aprózódása nagy, és ez a fagyérzékenységre enged következtetni. A kőzettani vizsgálat alapján a kőzet kissé mállott.

A fenti körülmények és vizsgálati eredményeink mérlegelése alapján úgy véljük, hogy a szobi dácit zúzottkővet $O/d_{\max}$ szemnagyságú termék, vagy egyedüli 4 mm feletti termék formájában legfeljebb *B 280* jelű betonminőségig szabad adalékanyagként felhasználni. Ha a 4 mm feletti szobi dácit zúzottkő mennyisége a betonadalékanyag 4 mm feletti részének 30 tömeg %-át nem haladja meg, akkor alkalmazása *B 400* betonminőségig megengedhető.

A különleges betonokat illetően korlátozó feltételek határozzák meg a zúzottkő felhasználhatóságát.

A szobi dácit nem képezheti fagyálló betonok adalékanyagát, mert vízzel telített állapotban mért nyomószilárdsága az ÉSZKMI 19–77 K műszaki irányelv 10.22 pontja szerinti 150 MPa követelményt nem éri el.

A szobi dácitból nem szabad kopásálló betont készíteni, mert Böhme kopása az ÉSZKMI 19–77 K műszaki irányelv 11.22 pontjában megadott $10 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ értéket túllépi.

A szobi dácitot közepes vízfelvétele miatt víz-záró betonok készítéséhez nem javasoljuk felhasználni.

A szobi dácit tömörsége 0,92-nél kisebb, és így porustartalma több mint 0,5%. Ezért az ÉSZKMI 19–77 K műszaki irányelv 17.22 pontja alapján agresszív hatásoknak ellenálló betonok céljára a kőanyag nem használható.

Az átdolgozás alatt levő ÉKSZ VI. kötet 4. munkanem D. 131. pontja szerint beton pálya-burkolatok építéséhez A, vagy B kőzetcsoporthoz tartozó zúzottkővet kell használni. Útbeton pálya-burkolatok céljára a szobi dácit tehát nem alkalmas. Véleményünk szerint a szobi dácit zúzottkőből soványbeton útburkolatalapok építése megengedhető.

Az aszfaltútépítés kőanyagainak minőségi követelményeiről a KPM Közúti Főosztályának műszaki irányelvei intézkednek. A KPM KF IMI 63/1977 „Bitumenes alap-, kötő- és kopórétegek” című ideiglenes műszaki irányelvek szerint az irányelvek címében foglalt útpályaszerkezeti rétegek közül D kőzetfizikai csoportú zúzottkővel — mint amilyen a szobi dácit — csak az U–12 és U–35 jelű bitumenes alaprétet szabad megépíteni. A JU–35 jelű bitumenes alaprétet már C kőzetfizikai csoportú zúzottkőre van szükség. D kőzetfizikai csoportú zúzottkővet természetesen sem a KPM KF MI 63–79/1975 „Érdesített homokaszfalt” című műszaki irányelvek szerinti érdesített homokaszfalthoz, sem az ÉKSZ VI. kötet 3. munkanem E.28 pontja szerinti öntöttaszfalt burkolathoz nem lehet használni. Véleményünk szerint a szobi dácit zúzottkő szórt és folytonos szemeloszlású zúzottkőalapok, makadámrétegek, mechanikai, cementes és bitumenes stabilizációk készítésénél juthat még útépítési szerephez.

A terméskövek és építőkövek felhasználhatóság szerinti értékelését az nehezíti meg, hogy az új termékszabvány minőségek az ÉKSZ-ben, vagy műszaki irányelvekben még nem kerültek rögzítésre. Ezen termékek felhasználhatóságára vonatkozó véleményünk a következő.

A szobi dácit terméskő a 2. táblázatnak megfelelő termékszabvány szerinti értékelés eseténkénti értelmezésén belül olyan vízépítési, falazási és burkolási célokra használható, amelyeknél a közepes vízfelvétel nem jelent hátrányt. Meg kell jegyeznünk, hogy a szobi dácit terméskőként és építőköként is jobban ellenáll a fagynak, mint zúzottkő alakjában.

A falazókövek és falazóblokkok az építőkövek termékcsoportjába tartoznak. Esetünkben a 2. táblázat értékelésén és a vízfelvételen kívül a hővezetési tényezőre is tekintettel kell lenni. Méréseink szerint az egertihaméri riolittufa hővezetési tényezője $0,487 \text{ W/mK}$ (testsűrűsége 1582 kg/m^3), a sósikúti durva mészkő $0,740 \text{ W/mK}$ (testsűrűsége 1690 kg/m^3), a szarvaskői diabáz $1,292 \text{ W/mK}$ (testsűrűsége 2863 kg/m^3), a kavicsbetont pedig $1,280 \text{ W/mK}$ hővezetési tényezővel (testsűrűsége 2200 kg/m^3) szokás figyelembe venni. Minthogy a szobi dácit hővezetési tényezője $1,178 \text{ W/mK}$, amit a fentiekkel összehasonlítva belátható, hogy a szobi dácitot emberi, vagy állati tartózkodásra szánt épületek külső falazatának anyagaként hőszigetelőréteg építése nélkül felhasználni nem szabad. Az ilyen célú felhasználásnak a nagy testsűrűség is ellent mond.

A kőzetértékelés során választ kell adnunk arra a kérdésre, hogy a szobi dácit díszítőköként felhasználható-e. A díszítőkö az építőkövek egyik fajtája, ezért a díszítőkö termékre az MSZ 18294–79 „Építőkövek” című szabvány előírásai vonatkoznak, amelyeknek a szobi dácit a 2. táblázat szerint felel meg. A termékszabvány szerinti kőzetértékelést a következő megjegyzésekkel szükséges kiegészíteni.

Mindenekelőtt meg kell állapítani, hogy kísérleteink bebizonyították a szobi dácit könnyű vághatóságát. Ha az 1. táblázat megfelelő adatait a siklósi sárga mészkő $10,11 \text{ kW-os}$, és a tardosi mészkő $9,42 \text{ kW-os}$ vágási villamos teljesítmény felvételéhez hasonlítjuk, akkor látni, hogy a szobi dácit kőzetváltozatok csupán mintegy 50–55%-át veszik fel annak a vágási villamos teljesítménynek, amelyet a kővágással kialakított mai díszítőkö mészköveink igényelnek. Ez a körülmény az energiatakarékos kőanyag kitermelés, a nagy vágási sebességgel biztosítható magas termelékenység, valamint a vágószerszám élettartam-növelés lehetőségét rejt magában. E lehetőségek optimumának megválasztásával a szobi dácit díszítőkö termelés feltétlenül gazdaságosan lenne megoldható.

A díszítőkö felhasználást több körülmény határolja be. Ezek egyike a fényezhetőségi kísér-

let 1. táblázatbeli eredménye, amely szerint a szobi dácit nem, illetve alig fényezhető. Ennek alátámasztására azonos körülmények között összehasonlító méréseket végeztünk matt balatonrendesi vörös homokkővön, amelynek csillogási mérőszáma 16,0%, selyemfényű nagyharsányi mészkővön, amelyé 69,0%. Ez azt jelenti, hogy a szobi dácitból legfeljebb az MSZ 15034–79 szabvány szerinti matt csiszolt, vagy finoman csiszolt felületű díszítőkő állítható elő.

Másik behatároló körülmény, hogy a szobi dácit kopási ellenállása csekély. A *Böhme* kopás értéke 20 cm³, ill. 4 mm felett van, és az *I.* és *II.* jelű kőzetváltozat ezeket az értékeket erősen meg is haladja. A mért kopási értékek a szintén puha márványok kopási értékeivel azonos nagyságrendűek. A siklósi sárga és zöld, valamint a tardosi mészkövek *Böhme* kopása 15–20 cm³, illetve 3–4 mm, a szovjet labradorit mintegy 10 cm³, illetve 2 mm, a gránit mintegy 7,5 cm³, illetve 1,5 mm. Ezeknek a kopási értékeknek az ismeretében a szobi dácit *I.* és *II.* jelű kőzetváltozatát fűrészelt felületű járófelületek céljára felhasználni nem javasoljuk, mert az a véleményünk, hogy a kopásálló kőburkolat *Böhme* kopása legfeljebb 25 cm³, illetve 5 mm, a fokozottan kopásálló legfeljebb 12,5 cm³, illetve 2,5 mm lehet. A határértékek 7,07 mm élhosszúságú próbakockákra értendők.

A szobi dácitból a 80 f és 80 ff kőzetfizikai minőségi osztály miatt az MSZ 18297–80 szabvány szerint csak járdaszegélykő és járdakő készíthető. Esetünkben a készíthető szegélykő és járdakő fogalmát úgy értelmezzük, hogy abba az átmenő gépkocsi forgalomnak ki nem tett sétáló utcák, gépkocsiparkolók, kocsibehajtók hasított felületű köveit is beleértjük, illetve a szobi hasított követ ilyen célra felhasználhatónak tartjuk. Ennek a nézetnek kialakításában közrejátszott az is, hogy a szobi dácitból több mint 100 éve állítanak elő kis- és nagykockakövet, és ezek ellen tudomásunk szerint minőségi kifogás nem merült fel. Ez egyébként az igénybevétel módjának és a tönkremenetel kritériumának is függvénye.

Véleményünk továbbá az, hogy a szobi dácit *III.* változata fűrészelt felületű kivitelben bizonyos feltételek mellett nagyon könnyű, *A* jelű forgalmi kategóriájú terek, utcák reprezentatív célú burkolására is alkalmas. Erre abból is következtetünk, hogy az MSZ 4755/1–69 című szabvány a *Böhme* kopás megkövetelt határértékeként 6 mm magasságcsökkenést jelöl meg, amely követelmény a *III.* jelű kőzetváltozattal biztonsággal kielégíthető.

sággal kielégíthető. Az említett nagyon könnyű, *A* jelű forgalmi kategória azt jelenti, hogy a 10 tonna tömegű egységtengelyek áthaladási száma napi átlagban 5 alatt van.

Fűrészelt felületű térburkolat esetén felvetődik a súrlódási ellenállás kérdése is. A hazai utépítési irodalom utal arra, hogy Angliában és Svájcban az $SRT=65$ értéknél nagyobb súrlódási ellenállású útburkolatokat kellően érdesnek tartják. Másrészt az MSZ–07.3301–77 ágazati szabvány melléklete zebrasávok és stop-vonalak előtt, 150 m-nél kisebb sugarú ívekben, csomópontokban, keresztezésekben, 6%-nál nagyobb lejtésű útszakaszokon, tehát a megcsúszás szempontjából legveszélyesebb helyeken legalább $ST=65$ értékű burkolatfelületet ajánl alkalmazni. Az SNV 640511 „Griffigkeit. Anforderungen SRT” című svájci szabvány a 80 km/óra sebességre kiépített utakra legalább $SRT=55$ értéket követel meg. Ezeket az SRT értékeket a szobi dácittal biztosítani lehet. A szobi dácit súrlódási ellenállása más kőanyagok vágott felületének, vagy aszfaltbeton útburkolatok, és előregyártott feszítettbeton útburkolati elemek pályafelületének súrlódási ellenállásához képest is kedvező. Méréseink szerint a balatonrendesi vörös homokkő SRT értéke 80, a zalahalápi bazalté 68, a siklósi zöld mészkőé 47, az aszfaltbetoné 75–85, az előregyártott beton útburkolati elemé 45–47. Ezek szerint a szobi dácit MSZ 15034–79 szabvány szerinti fűrészelt felülete kellően érdes ahhoz, hogy belőle térburkolat készüljön. Feltétel azonban, hogy a fűrészelt felületet csiszolni, vagy fényezni nem szabad. Veszélyt jelenthet, ha a forgalom polírozza a felületet, de az csak hosszabb idő után következhet be, mert a dácit a nehezen polírozódó kőanyagok közé tartozik.

Továbbá veszélyt jelent a térburkolat téli sózása is, mert vizsgálatainkból ismeretes, hogy a szobi dácit *I. táblázatbeli* kristályosítási aprózódása jelentős. Véleményünk szerint a szobi dácit *III.* jelű kőzetváltozatából csak akkor szabad térburkolatot készíteni, ha a felület téli sózása elkerülhető.

A *II.* és *III.* jelű szobi dácit építőkövet akár díszítőkőként, akár burkoló-kőlapként belső és külső oldal és homlokzat felületek burkolására használni lehet. Az *I.* jelű kőzetváltozat erre a célra foltossága miatt valószínűleg nem felel meg. A szobi dácit *III.* jelű kőzetváltozatából készült fűrészelt felületű burkoló-kőlap járófelületek kialakítására is alkalmas.

A felhasználhatóság szerinti kőzetértékelést a 3. táblázatban foglaljuk össze.

Közetértékelés felhasználhatóság szerint

Felhasználható közetváltozat jele	Felhasználási terület	Feltétel	Tiltott építési cél a felhasználási területen belül
I. II. III.	Betonadalékanyag zúzottkő	O/d _{max} szemnagyságú termék, vagy egyedüli 4 mm feletti termék formájában legfeljebb B 280 betonminőségig. Ha a 4 mm feletti zúzottkő a betonadalékanyag 4 mm feletti részének 30 tömeg%-át nem haladja meg, akkor B 400 betonminőségig alkalmazható	Fagyálló beton Kopásálló beton Vízáró beton Agresszív hatásoknak ellenálló beton Útbeton pályaburkolat
I. II. III.	Útépitési bitumenes, cementes, vagy kötőanyag nélküli alapréteg zúzottkő anyaga		JU – 35 jelű bitumenes alapréteg
I. II. III.	Vízépítési, falazati és burkoló terméskő	Közepes vízfelvétel legyen megengedhető	
I. II. III.	Díszítőkő és burkoló-kőlap oldalfalra	Ne legyen igény a fényezett felület	Megjegyzés: Az I. közetváltozatot erre a célra foltokban jelentkező elszíneződöttsége alkalmatlanná teheti
III.	Fűrészelt felületű díszítőkő és burkoló-kőlap járófelületre	Ne legyen igény a fényezett felület	
III.	Fűrészelt felületű díszítőkő közötti térburkolatként	Fűrészelt díszítőkőfelület, amelyet csiszolni nem szabad. A téli szórást tiltani kell	B, C, D, E forgalmi kategóriájú út
I. II. III.	Útépitési járdaszegélykő, járdakő	Hasított felület. A téli szórást tiltani kell	

IRODALOM

- [1] Központi Földtani Hivatal: Építőipari, építőanyag-ipari nyersanyagok 1979. I. 1-i mérlege.
- [2] Bottlik Iván: Gazdasági számítások végzése Budapest betonadalékanyag ellátására. ÉGSZI 12408 számú kutatási jelentése. 1979.
- [3] Káposzta József: A szobi Csákhegy andezit és dácit előfordulásának részletes kutatási jelentése és készletszámítása. OFKEV. Várpalota. 1969.
- [4] Mészáros Imre: Díszítőkövek kondicionálása. Magyarországi díszítő-katesztere. ELTE Közettan-Geokémiai Tanszék kutatási jelentése. 1975.
- [5] Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.
- [6] Papp Ferenc – Kertész Pál: Közethatározó. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
- [7] Pásztor Rezső: A szobi dácit műszaki alkalmassági bizonyítványának jegyzőkönyve. ÉMI A – 53/79 sz. kutatási jelentése. 1979.
- [8] Török Endre: A szobi Csákhegy műszaki-földtani vizsgálata. ÉKME Tudományos Közleményei. X. kötet. 1964. 1. szám 167 – 181 p.
- [9] Kausay Tibor: Szobi dácit vizsgálata. SZIKKTI V – 5163/78 sz. kutatási jelentése. 1978.
- [10] Kausay Tibor: Szob-Csákhegy kutatás andezit és dácit anyagának vizsgálata. SZIKKTI V – 2259/69 sz. kutatási jelentése. 1969.
- [11] Kausay Tibor: Szobi dácit díszítőkő alkalmassági kutatása. SZIKKTI 3 – 48/A – III/80 sz. kutatási jelentése. 1980.

Kausay Tibor: A szobi dácit közetértékelése

A szobi dácit közetértékelése során a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben azt vizsgálták meg, hogy a kissé mállott, közepes testsűrűségű, vízfelvételű, nyomószilárdságú és kopásállóságú, az aprózódásnak kevésbé ellenálló, fagyálló, de a kristályosításra érzékeny, rossz szigetelőképeségű, jó súrlódási ellenállású, nem fényezhető, könnyen vágható kőzetből milyen minőségű zúzottkővet, terméskővet, építőkővet és útburkolókővet lehet gyártani, és a termékek milyen feltételek mellett használhatók beton- és aszfaltadalékanyagként, vízépítési, falazati, burkoló- és díszítőkőként. A tanulmány az első olyan munka, amely az új magyar MSZ 18280...MSZ 18297 építési kőanyag vizsgálati és termékszabvány rendszert alkalmazza és annak hatékonyosságát bizonyítja. A szabványrendszert a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszéke dolgoztatta ki.

Каушай, Т.: Оценка дацита „собского” месторождения

В ходе оценки качества собского дацита, проведенного в СИККТИ, были исследованы возможности изготовления щебенки, бутового камня, строительного камня и дорожного облицовочного камня, а также качество перечисленных материалов в случае их изготовления небольшого выветрившейся, имеющей среднюю плотность, водопоглощение, прочность при сжатии и абразивность, мало стойкой измелению, морозостойкой, но чувствительной к кристаллизации, имеющей плохую теплоизоляционную способность, но хорошую стойкость против трения, не полируемый, но хорошо режущейся породы. Были тан-

же исследованы условия применения таких продуктов в качестве наполнителей для бетона и асфальта, гидро-технического, стенового, облицовочного и декоративных камней.

Эта первая такая работа, которая использует стандартную систему испытаний и оценки на основе нового венгерского стандарта МС 18280...МС 18297, и подтверждает его эффективность. Данная стандартная система была разработана на кафедре минералогии и геологии Технического Университета Венгрии.

Kausay, Tibor: Wertung des Dazitgesteins aus Szob

Zur Wertung des Dazitgesteins aus Szob wurde im Zentralen Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatindustrie in Budapest untersucht, ob aus diesem teilweise zersetzten, über eine mittlere Rohdichte, Wasseraufnahme, Druckfestigkeit, Verschleißfestigkeit und einem schlechten Los Angeles-Wert verfügenden, frostbeständigen, aber auf die Kristallisierung empfindlichen Gestein, dessen Wärmeisolationseigenschaft schlecht, Gleitwiderstand groß ist, das nicht poliert werden kann, aber leicht schneidbar ist, Schotter und Splitt, Bruchstein, Werkstein und Pflasterstein entsprechender Qualität hergestellt werden kann und unter welchen Bedingungen diese Erzeugnisse als Beton- und Asphaltzuschlagstoff, für Wasserbauzwecke und Mauerwerke, als Ver-

kleidungsmaterial und als Dekorstein verwendet werden kann.

Es handelt sich um die erste Untersuchung, die aufgrund der neuen ungarischen Norm Nr. MSZ 18280... MSZ 18297 über die Prüfung für Bauzwecke dienender Gesteine und dem Produktnormensystem durchgeführt wurde und dessen Effektivität unter Beweis stellt. Das Normensystem wurde am Lehrstuhl für Mineralogie und Geologie der Technischen Universität Budapest ausgearbeitet.

Kausay, Tibor: Dacite from Szob; Rock Property Evaluation

The dacite from Szob (N. Hungary) was examined in the Central Research and Design Institute of the Silicate Industries by a new Hungarian Standard, recently developed at the Mineralogical-Geological Institute of the Budapest Technical University. Main characteristics of the rock: slightly aged; bulk weight, water uptake; compressive strength and wear resistance: medium; comminution resistance: low; frost resistance: good; thermal insulation: low; crystallisation resistance: sensitive; cuttability: good; polishability: low. Utilisation of the rock: as chippings, building stone, roadpaving stone, concrete and asphalt aggregate, hydraulic, walling and decorative stone under circumstances outlined in the paper.

Szabadalom figyelő

T/18 200 *Ellenirányú befúvással tisztított táskás rendszerű szövet-tömlős porleválasztó*

A találmány szerinti porleválasztó berendezés a levegőt szennyező porok megfogására szolgál. A tisztítandó levegő a szekrénybe épített szűrőtáskákban halad át. A megfogott por a táskákat borító szövet-tömlő felületére rakódik. A lerakódott porréteg eltávolítását nagy intenzitású, ellenirányban befúvott sűrített levegő végzi. A szűrőtáskák tere légtechnikailag megosztott. A megosztással kialakított terek tisztítása külön-külön történik. A tisztításra felhasznált sűrített levegőt, a berendezés folyamatosan utántöltött légtartálya szolgáltatja. A légtartályban van a tisztító levegő elosztását végző forgó-síktolattyú. A síktolattyú forgatását, a tartályon kívül elhelyezett pneumatikus forgatóhenger kielcsműves hajtással végzi. A forgatóhenger működtetését, az általa meghajtott vezérlő tárcsa mechanikus jelével vezérelt pneumatikus rendszer végzi. A pneumatikus

rendszernek beállítható pneumatikus időtagja van, amivel a tisztítás periódus-ideje szükség szerint változtatható. A tisztító levegőt tároló légtartály elősegíti a sűrített levegő víztelenítését.

A kondenzvíz eltávolítását automatikus kondenzvíz elvezető szelep végzi.

(Szabadalmi Közlöny, 1980. 85. k., 5. sz.)

T/18 219 *Berendezés és eljárás finom szemcsés termékek hőkezelésére*

A találmány berendezésre vonatkozik finomszemcsés termékek, így pl. cementnyersliszt hőkezelésére. A berendezés forgókemencéből és egy, több ciklonlépcsőből álló előmelegítőből áll, mely utóbbin a forgókemence füstgázai áramlanak keresztül.

A találmány azzal jellemezhető, hogy a termékvezeték torkolata alatt egy a termékáramot felbontó elosztószerv van elrendezve, és az említett elosztószerv alatt a tüzelő-

anyag odavezetés oly módon torkollik a gázvezetékbe, hogy egy lényegében a gázvezeték teljes keresztmetszetében elnyúló égetőzóna alakul ki, melyen a termék többször elhalad.

Az elosztószervnek közvetlenül a termékbevezetés alatt és a tüzelőanyagbevezetés felett történő elrendezésével biztosítható, hogy a tüzelőanyag már rögtön a gázvezetékbe történő belépéskor messzemenően egyenletesen összekeveredik a termékreszcsekkével. A tüzelőanyag optimális elégetése tehát biztosítható az egyes termékreszcsekkén vagy azok közvetlen környezetében. Az égetőzóna a gázvezeték teljes keresztmetszetében elnyúlik és a termék ezen az égetőzónán többször áthalad, ezáltal az intenzív hőátvitel optimális előfeltételei teremthetők meg.

(Szabadalmi Közlöny, 1980. 85. k. 5. sz. 352. old.)

(11) 175.032 *Kezelőhid ömlesztett anyagok, főleg porszerű anyagokat szállító járművek, előnyösen vasúti kocsik töltésére és ürítésére*

(Szabadalmi Közlöny, 1980. 85. k. 5. sz. 372. old.)

Lapszemle

Szteкло i Keramika, Moszkva, 1980. 3. sz.

Hajt, O. D.: *Az üveg roncsolt rétegének mélységéről és felépítéséről.* 11–12. old.

A kémiai polírozással, rétegenként csiszolt üvegfelület vizsgálatánál kimutatták, hogy a csiszolással roncsolt réteg mélysége tízszer nagyobb az irodalomban közölnél. Roncsolt réteggű zóna létét mutatták ki, mely reakcióképességi szempontból élesen eltérő. Az új adatok az üvegfelület roncsolt rétegének mélységéről és felépítéséről alapként szolgál a kristály üvegek gyémántcsiszolásával és kémiai polírozásával kapcsolatos új, hatékony módszerek kidolgozásához és bevezetéséhez.

Szteкло i Keramika Moszkva, 1980. 4. sz.

Szkakunov, M. G.—Kuljamina, L. L.—Bakulkin, B. J.: *Üveg csővezetékek alkalmazásának hatékonysága.* 6–7. old.

Az üveg előnyös, speciális tulajdonságai, széleskörű felhasználási lehetősége. A fémcsövek üvegcsövekkel történő helyettesítése, a helyettesítés gazdasági hatékonyságának kérdései az ipar és a mezőgazdaság különböző ágaiban. Az üvegcsővezetékek alkalmazásának előnyei,

különböző technológiai folyamatokba történő bevezetésüknek műszaki-gazdasági elemzése. Az üvegcsővezetékek alkalmazásának további perspektívái.

Orlov, V. K.—Kirilenko, V. J.: *Pneumatikus égők néhány sémája.* 7–8. old.

Üvegolvasztó kádkemencék fűtéséhez alkalmazott égők tüzelőanyag porlasztásának néhány megoldásával kapcsolatos kutatás eredménye. Az örvényáramú égők, a pneumomechanikus égőkkel összehasonlítva, nagyobb üzembiztonsággal rendelkeznek és kiváló porlasztási minőséget biztosítanak 0,1–0,15 kg levegő 1 kg tüzelőanyagra vetített fajlagos porlasztási felhasználása mellett. A szabályozott hosszúságú, könnyű fáklya miatt is javasolhatók kádkemencék hevítéséhez.

KERAMISCHE ZEITSCHRIFT, Freiburg, 1980. 4. sz.

Moravek, J.: *Műszárítóberendezések energiamérlege.* 129–132. old.

Kerámiai szárítóberendezések elméleti és gyakorlati energiaigénye eltérő. A tényleges energiafelhasználásra a műszárító hőmérlege ad képet.

A hőmérleg egyik fontos része a veszteségelemzés. A berendezés hőveszteségei között ún. határozott és határozatlan veszteségeket különböztetnek meg. Az energiatakarékosság szempontjából igen fontos a veszteségek felmérése és csökkentése.

Moravek, J.: *Műszárítóberendezések energiamérlege.* II. 194–196. old.

A kerámiai műszárítóberendezések hőveszteségei a nedves levegővel távozó-, a falazati és az áruval nő. A szárítókocsikkal távozóveszteségekből tevődnek össze. Az energiamérleg alapján a szárítóberendezés hatásfoka kiszámítható. A régi, alacsony hatásfokú szárítók helyett épített modern berendezések minimálisan 35% hatásfokkal működnek. Az elvárás az 50%-os hatásfok elérése. Ehhez nyújtanak segítséget az energiamérlegek.

Jeschar, R.—Junge, K.: *Kerámiai kemencék energiamérlegének felállítása I. rész.* 196–199. old.

Tüzeléstechnikailag az égetőanyagok két fontos jellemzője az égésmeleg és a fűtőérték. Energetikai számításokhoz általában a fűtőértéket használják. A legfontosabb tüzelőanyagok közül a könnyűbenzin és a földgáz fűtőértéke a legmagasabb. A kerámiai égetés folyamata általában állandó nyomáson megy végbe. A tüzelőanyagok fajhőinek számításához megfelelő egyenletek állnak rendelkezésre.

A szerkesztőért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

1368 Budapest VI., Anker köz 1–3.

Telefon: 226–497

Felolós kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. 1072 Budapest VII., Lenin krt. 9–11.

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

80/578. Franklin Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Vágó Sándorné igazgató

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. 1900) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215–96162 pénzforgalmi jelzőszámára. Előfizetési díj: negyedévre 45,— Ft, félévre 90,— Ft, egyes szám ára 15,— Ft.

INDEX: 25250

HU ISSN 0013–970 X

Ára: 15,— Ft