

302.935

ÉPÍTŐANYAG

CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR



4. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a téglá-, cserép-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★

Főszerkesztő:

dr. Korach Mór

★

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Baritz Árpád

dr. Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Szabadság
tér 17

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
<i>Dr. Déri Márta</i> : Atomreaktorok kerámiai anyagai	121
<i>Dr. Korach Mór—Sasvári György</i> : Porszénhamufajták technológiai vizsgálata.....	134
<i>Jirku E.</i> : Aknakemencék a kötőanyagiparban	141
<i>Adonyi Zoltán, Menyhárt Józsefné, Mészáros Mihály</i> : A perkupai gipsz-anhidrit telep ásvány-kőzettani összetételének vizsgálata	146
<i>Kiss Lajos</i> : A hazai finomkerámiai nyersanyagok vizsgálata és annak jelentősége	153
<i>Dr. Szőnyi László</i> : Porelhárítás — fásítással	156

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
<i>Д-р Марта Дери</i> : Керамические материалы для атомных реакторов	121
<i>Д-р Корач Мор—Шашвари Дьердь</i> : Технологическое испытание различных видов пылеугольной золы.....	134
<i>Иирку Эмиль</i> : Шахтные печи в промышленности вежущих веществ	141
<i>Адоны Золтан, Менхарт Йозефне, Месарош Михай</i> : Исследование минералогического и петрографического состава перкупских гипс-ангидритных пластов	146
<i>Кисш Лайош</i> : Исследование сырьевых материалов для тонкой керамики	153
<i>Д-р Сени Ласло</i> : Борьба с пылью путем лесонасаждения	156

INHALT

	Seite
<i>Dr. Márta Déri</i> : Keramische Werkstoffe für den Bau von Atomreaktoren	121
<i>Dr. M. Korach—G. Sasvári</i> : Technologische Untersuchung von Staubkohlenaschen	134
<i>E. Jirku</i> : Schachtöfen in der Bindemittelindustrie	141
<i>Z. Adonyi, J. Menyhárt, M. Mészáros</i> : Untersuchung der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung des Gipsanhydrid-Vorkommen von Perkupa	146
<i>L. Kiss</i> : Forschung der feinkeramischen Rohmaterialien	153
<i>Dr. L. Szőnyi</i> : Staubbeseitigung — durch Baumpflanzung	156

*Címkép: Kőbánya szőlőben álló sziklafala, bányaudvar
és törmelék lejtője*

ÉPÍTŐANYAG

13. ÉVFOLYAM 4. SZÁM

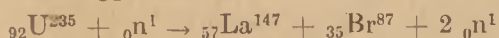
Atomerőművek kerámiai anyagai

DR. DÉRI MÁRTA

Az atomreaktorokban felhasználásra kerülő szerkezeti anyagoknak egy egész sereg, különleges követelménynek kell eleget tenniök.

Az alkalmazott anyagok használhatóságának megítélésénél teljesen újak az *atommag* tulajdonságaira vonatkozó szempontok. Nagymértékben módosult a *költségparaméter* elbírálása is, amennyiben bármily ritka valamely anyag, de előnyös atomi tulajdonságai vannak, úgy felhasználása rendszerint indokolt.

Atomerőművekben az energiát az atommag kötési energiájának felszabadulása szolgáltatja. Minden szabályozható önfenntartó magreakció alkalmas energiatermelésre. A periódusos rendszer végén levő nehéz elemek, pl. az uránium, atommagja megfelelő energiájú, ún. „termikus” neutron befogásával gerjesztett állapotba kerül, és ennek következtében az atommag széthasad. „Önfenntartó” a reakció akkor, ha meghasadáskor több neutron keletkezik, mint amennyi a folyamat kiváltásához szükséges. Így például a ^{235}U atom-súlyú urániumizotóp egy neutron befogásával két középnehéz atommagra pl. lantán és bróm atommagokra és két újabb neutronra hasad, melyek nagy sebességgel repülnek szét:

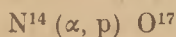


a kémiai jelölések mellé alul balra írott számok a periódusos rendszerbeli helyet, az ún. rendszámot jelentik, a felül jobb oldalon szereplők pedig az atomsúlyt jelzik. Az elemi részekre vonatkozóan ezt a reakciót

(n, 2n)

típusúnak szokás nevezni, ezzel jelölve azt a körülményt, hogy a hasadás kiváltásához egy neutron szükséges, a hasadás során pedig két neutron keletkezik.

Egy magreakciót úgy szokás jelölni, hogy elsőnek írják a bombázott mag kémiai vegyjelét utána zárójelben a bombázó részecske, valamint az ütközés után keletkezett részecske vagy részecskék szimbólumát, vesszővel elválasztva, és a zárójel után a keletkezett atommag kémiai képletét. Így például hogy α -részecske hatására a nitrogén 14 atomsúlyú izotópja 17 atomsúlyú oxigénné alakul át egy proton kilövélése közben, azt a következő szimbólum jelzi:



Egy magreakció bekövetkezési valószínűségének mértéke a befogó keresztmetszet. Dimenziója felület, és rendszerint barn egységekben adják meg ($1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$). Szemléletesen fogalmát az alábbiakban lehet megadni. A beeső részecskéket képzeljük pontszerűeknek, a bombázott magokat korongoknak, amelyek a beeső részek mozgásának irányára merőlegesen állanak. A korong átmérőjét úgy számítják ki, hogy a kiszemelt reakció mindig bekövetkezik, ha egy részecske a korongba beletalál. Az így számított korong felülete a befogó keresztmetszet.

A befogó keresztmetszet pontosabb fizikai definíciója: legyen a cm^2 -enként és másodpercenként beeső részecskék száma Φ , akkor annak a valószínűsége, hogy egy bombázott atommagon a reakció egy másodpercen belül bekövetkezik: $\Phi \cdot \sigma$.

Az U^{235} hasadásának megindulásához legmegfelelőbb, ha a neutron energiája 5–100 eV között van ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$) ez megfelel mintegy $2,10^3 \text{ m sec}^{-1}$ sebességnek. Az ilyen, aránylag kis energiájú neutronokat lassú vagy termikus neutronokként jellemzik.

A fenti reakcióban keletkező neutronok energiája ennél mintegy hat nagyságrenddel nagyobb, hogy ezek újabb meghasadást válthassanak ki, sebességüket ennek megfelelő arányban csökkenteni kell.

Hogy egy atomreaktort ezek szerint biztonságosan lehessen üzemeltetni a következő tulajdonságú anyagsoportokra van szükség.

A *fűtőelem* mellett, hogy az energiatermelő magfizikai folyamatot szolgáltatja, olyan anyagból kell legyen, melynek nagy a hővezetőképessége. Nagy hővezetőképesség ugyanis növeli a hőmérsékletingadozásokkal szembeni ellenállóképességet és csökkenti az elemen belül a hőmérsékletkülönbségeket.

A *moderátorként* alkalmazott anyag feladata, hogy a maghasadáskor keletkező nagy sebességű neutronokat lelassítsa „termikus neutron”-okká. Ennek a követelménynek általában a kisatomsúlyú elemekből felépített anyagok tesznek eleget.

A *szabályozó és a biztonsági rudak* anyagának feladata az energiát szolgáltató reakciónak szabályozása, illetve gyors leállítása. Emiatt nagy neutronbefogó képességű anyagokból kell készülniük.

Kis atomsúlyú elemekből kell készíteni a *reflektorokat* is. Ezeknek szerepe a reaktormagból távozni akaró neutronok visszatérítése. A reaktormagot körülvevő *külső réteget* olyan anyagból kell felépíteni, hogy az a korpuszkuláris sugárzást lehetőleg tökéletesen elnyelje.

Az atomerőműnek minden alkatrészében vannak a teljesen speciális anyag-problémák, általános követelmény azonban a megfelelő szilárdság, korrózióállóság és méretellandóság. Fűtőelemek általános felépítése olyan, hogy egy hasadó anyagból készült magból és egy, ezt körülvevő tartó és védőköpenyből készülnek. A magban a hasadó anyagon kívül, valamilyen „hígító” közeg is szerepel.

Fűtőelemek anyagaival szemben igen szigorú követelmények állnak fenn:

1. Megfelelő szilárdsággal kell rendelkezniük a legellentétebb hőmérsékleti, sugárzási, külső terhelési körülmények között és kiegészítő következtében fellépő gyengülések után.

2. Az érintkező szomszédos anyagokkal és a levegővel ne korrodáljanak.

3. Az üzemi körülmények között fizikai tulajdonságaik és méreteik állandóak legyenek.

4. Jó hővezetőknek kell lenniük.

5. Nukleáris szempontból kis neutronbefogó keresztmetszetük legyen és reaktorméregképzésére ne legyenek hajlamosak.

6. Könnyen gyárthatók, alkalmazhatók, visszanyerhetők legyenek.

7. A köpeny anyaga ne reagáljon kémiaiilag a maggal, diffúzió se lépjen fel köztük.

A mag hasadó anyagai uránium, tórium és plutonium lehetnek akár fém, akár oxid vagy karbid alakban.

Hígítóként ötvöző fémek (pl. alumínium, berillium, nikkel, vas), vagy grafit és kerámia anyagok könnyű fénoxidok és karbidok alkalmazhatók.

A köpeny anyaga alumínium-ón, cirkonium-ón ötvözetek és rozsdamentes acél lehet.

A *moderátor anyagok* a gyors neutronokat termikusakká alakítják át. Kis atomsúly, nagy szórási keresztmetszet és termikus neutronokkal szemben kis befogó keresztmetszet a követelmény. Az elemek nukleáris tulajdonságaiból folyik, hogy egy jó moderátor deuterium, oxigén, szén, berillium és hidrogén elemekből épül fel. Folyékony moderátorok közül víz, nehéz víz és organikus szénhidrogének jöhetnek számításba, a szilárdak pedig berillium vagy szén. A berillium oxid vagy karbid, a szén pedig a grafit alakban.

A *szabályozó és biztonsági rudak anyagával* szemben fennálló követelmények:

1. Nagy neutron-befogó keresztmetszet.

2. Megfelelő szilárdság.

3. Kis tömeg, hogy gyorsan mozgatható legyen.

4. A hűtőanyaggal szemben korrózióállóság.

5. Kémiai és méretállandóság hő és sugárzás hatására.

6. Előnyös hővezetési tulajdonságok.

Leginkább bór, kadmium és hafnium használható. Fontos, hogy sugárzás hatására az ab-

szorbeáló atom mivé alakul át. Cd^{113} például (n, γ) átalakulással Cd^{114} izotóppá alakul, így a rúd anyagában és felépítésében kémiai változás nem történik. Ezzel szemben B^{10} -ből (n, α) reakcióval Li^7 lesz, ami a börtartalmú anyag nemkívánatos változását vonja maga után. A szabályozó rudak a méreg-anyagon kívül „hígító”-kat is tartalmaznak. Ezek kis befogó képességgel rendelkező anyagok kell legyenek, szerepük hogy a szabályozáshoz az optimális abszorbeáló atomsűrűséget biztosítsák.

A *reflektor* szerepe, hogy a reakciós térből szökő neutronokat visszatérítse, éppen ezért ugyanolyan tulajdonságokkal kell rendelkeznie, mint a moderátornak.

Sugárvédelmi ernyők anyagai az alábbi feltételeknek kell, hogy megfeleljenek: jó moderátorként le kell lassítaniuk a neutronokat, jó neutron-abszorbensek legyenek és a γ -sugárzást gyengítsék. E feltételeknek természetesen egy anyag sem felel meg magában, többnek kombinációja szükséges. Ilyenek lehetnek:

1. amalgámok,
2. speciális cement és beton,
3. kerámiai anyagok és cermetek,
4. üvegek és ömlesztett sók,
5. fémércek,
6. fémek, ötvözetek,
7. organikus anyagok,
8. szilícium és más gélek,
9. víz, hidridek, hidrátok, hidroxidok.

Atomreaktorok *szerkezeti anyagainak* megfelelő megválasztása is komoly probléma. Termikus neutronokkal szemben fellépő befogókeresztmetszet csupán cirkonium, berillium, alumínium és magnézium esetében kellően kicsiny, az összes szerkezeti anyagként felhasználható fémek közül ($< 0,5$ barn/atom).

Ha a befogókeresztmetszet nagyobb is lehet, a fémek közül niobium, vas, molibdén, króm, réz, nikkel, vanádium és titán jöhet számításba.

Magas hőmérsékletnél történő alkalmazásra azonban csak kerámiai szerkezeti anyagok kerülhetnek, a tűzálló oxidok közül elsősorban BeO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 és ZrO_2 .

A karbidok közül berilliumkarbid, szilíciumkarbid és cirkoniumkarbid. Felhasználhatók ezek keverékei és magas olvadáspontú fémekkel kevert cermetei is.

Ezek a teljesen újszerű követelmények a legkülönbözőbb anyagcsoportoknak széleskörű alkalmazását teszik szükségessé. Egy ilyen anyagcsoport a kerámiai anyagok csoportja, amely a reaktortechnika fejlesztése során jelentős szerepet játszik és a jövőben egyre fontosabbá válik.

A kerámiai kutatás fontosságának felismerése nyilvánul meg abban a tényben, hogy az USA-ban 1945-ben 430 millió dollárt fordítottak e célra, míg 1955-ben 2600 millió dollárt tettek ki a kerámiai továbbfejlesztés költségei.

Az atomerőművekben felhasználásra kerülő kerámiai anyagokat alkalmazási területük szempontjából két nagy csoportra oszthatjuk: 1. magában a reaktorban felhasznált, és 2. az erő-

műnek a reaktoron kívüli részeiben alkalmazott kerámiai anyagok csoportjára.

Minden atomerőműben a teljesen speciális reaktorbeli belső alkalmazási lehetőségeken kívül a kerámiai anyagoknak hatalmas sora kerül felhasználásra. elsősorban mint hő- és villamos szigetelőanyagok.

Jó példa erre az elektromágneses szivattyú, melynek feladata, hogy a hűtőfolyadékul szolgáló fém állandó cirkulálásáról gondoskodik. Itt a hőszigetelő anyagokkal szemben elsőrendű követelmény, hogy esetleges üzemzavar esetén a folyékony fémmel ne lépjenek heves kémiai reakcióba. A szükségszerűen magas hőmérsékleten működő szivattyú elektromos szigetelése a tekercsmenetek között, valamint a tekercs és a stator között súlyos problémát jelent. Csak szervesetlen anyagok jöhetnek számításba, így természetesen elsősorban a kerámiai anyagok.

Atomerőművek szerkezeti anyagai gyakran kerülnek magas hőmérsékletű üzemi körülmények közé. A nagy molibdén-, wolfram- és krómtartalmú ötvözetek élettartama ilyen helyen rövid.

Fémeknek és kerámiai anyagoknak tulajdonságai ellentétesek és várható, hogy kombinációjuk megfelelő átlagos tulajdonságú összetett rendszert fog eredményezni. A megfelelő tulajdonságú anyag előállítására vonatkozóan két elvi megoldás kínálkozik:

a) a szerkezeti anyagokat nagy szilárdságú és aránylag magas hőfokokat bíró fémötvözetekből készítik, és ezeket nagy hőállóságú kerámiai védőbevonatokkal látják el,

b) vagy pedig a szerkezeti elemek alapanyagaként olyan anyagot állítanak elő, amelynek tulajdonságai a fokozott követelményeknek megfelelnek. Itt kerülnek alkalmazásra elsősorban a fémes kötésű kerámiai anyagok.

Itt a kutatás célja, hogy olyan fém-kerámia kompozíciókat állítson elő, melyeknek megfelelő duktilitásuk van, hőmérséklet-ingadozásokkal szemben ellenállóak, és a megkívánt mértékben tűzállóak. Ez az anyagszám, mely hivatva van egyfelől a fémeknek, másfelől a kerámiai anyagoknak legjobb tulajdonságait egyesíteni: a *cermet*-termékek csoportja.

Fémek és kerámiai anyagok forraszthatóságának kérdése is nagy fontosságú az atomerőművek felépítésében. Ezeknek magas hőmérsékletet, nagy nyomást, gyakori hőingadozást és folyékony fémek korróziós hatását kell állaniuk.

Uránium, tórium és egyéb, az atomerőművekben alkalmazásra kerülő fémek megolvasztására szolgáló tégelyek, kemencék alkatrészei tűzálló kerámiai anyagokból készülnek.

A tulajdonképpeni reaktorban a kerámiai anyagok számos helyen, gyakran egyedüli megoldásként kerülnek felhasználásra. Ezek részletezése a későbbiekben következik, itt csak rövid példaképpen említjük meg:

Fűtőelemekként uránium-, tórium-, plutóniumoxid-, -karbid-, -nitrid alapon felépülő kerámiai anyagok szolgálnak.

Moderátorként berilliumoxidból vagy grafitból készített anyagokat használnak.

Szabályozó és biztonsági anyagként ritka földfémoxid, hafniumoxid, kadmiumoxid és bórkarbid alapú kerámiai termékeket alkalmaznak.

Reflektorként litium és berilliumtartalmú kerámiai anyagok nyernek felhasználást.

Az atomerőművekben felhasznált kerámiai anyagok a szokásos oxidkerámiai úton formázhatók: száraz sajtólással, öntéssel és csősajtólással. Ezekhez a gyártási technológiákhoz csatlakozik a kerámiai anyagok előállításában ezideig alig használt, a pormetallurgiában ismert eljárás a melegsajtólás.

A kerámiai formázási módok alkalmazásakor a nyerstermék zsugorítása, égetése szükséges. A zsugorítás hőfokát az alapanyag és az adalékok anyagi minősége szabja meg. Nem ritka a 2000°-ot meghaladó zsugorítási hőmérséklet sem.

Az alábbiakban összefoglaljuk azokat a kísérleteket, melyeket kerámiai anyagoknak atomerőművekben történő alkalmazására végeztek. Az összefoglalás alapját az atomenergia békés célokra történő felhasználása tárgyában tartott két genfi nemzetközi konferencia adatai adják. Mind a gyártástechnológiában, mind az anyagi tulajdonságok felsorolásában azokat a tényeket emeljük ki, amelyek a klasszikus kerámia szemléletétől eltérőek.

A) GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA PROBLÉMÁI

Nem plasztikus nyersanyagoknak a kerámiai iparban egyre nagyobb mértékben bekövetkező alkalmazása azt vonja maga után, hogy a formálási eljárásokban a kerámiai technológia egyre inkább felhasználja a pormetallurgiai módszereket. Újabban, és különösen az atomerőművekben felhasznált kerámiai anyagok gyártásában, egyre nagyobb mértékben terjed el a melegsajtólásnak nevezett formálási eljárás.

A melegsajtólásnak lényege, hogy a feldolgozandó nyersanyag porát, a megkívánt formát kialakító prészszerzámba sajtolják, nagy nyomással, olyan hőfokon, ahol már a szemcsék határfelületein megindulnak az átkristályosodási, olvadás-oldódási folyamatok. Ezáltal a szemcsék szorosan összenőnek és rendkívül tömör szövetű, szilárd termékek alakulnak ki, és a méretpontosság a kemencében történő zsugorítással készített termékekénél elérhető mértékénél lényegesen kedvezőbben alakul. A prészszerzámból való kivétel után itt a formadarabok már számottevően nem zsugorodnak.

A melegsajtólás kivitelezhető tiszta oxidokkal, karbidokkal is, azonban a sajtólás hőmérsékletének csökkentésére szokás valamilyen könnyebben olvadó fém, üveggépző, vagy kerámiai adalékot hozzáadni. Az adalék szerepe kettős lehet. Amennyiben olvadáspontja alacsonyabb mint a préselendő anyagé, megolvadva folyékony fázist képez, bevonja az oxid vagy karbid szemcséket és esetleg oldási folyamat vagy tiszta mechanikai nedvesítés segítségével lehűlés után nagy szilárdságú végterméket hoz létre. Lehet azonban olyan adalékanyagot is alkalmazni, mely-

nek olvadáspontja ugyan nem alacsonyabb a formálható kerámiai anyagénál, de azzal magas hőmérsékleten az érintkező szemcsék felületén kémiai folyamatba lép, vagy izomorf kristályképzésre hajlamos. Ezek a folyamatok különben azonosak a cermet-képződés feltételeivel. Az első esetre példa lehet urániumdioxid vagy plutoniumdioxid diszperziós fűtőelem készítése akár alumínium, akár vas matrix-alapban, vagy urániumdioxid-ömlesztett kvare matrixban. A másodikra urániumdioxid—berilliumoxid, vagy urániumkarbid diszperziós fűtőelemek gyártása.

Kerámiai anyagok meleg sajtolása — a sajtolandó anyagok anyagi tulajdonságainak megfelelően — magas hőmérsékleten 800°-tól 2200, —2300°-ig terjedő hőfokintervallumban történik. Ilyen magas hőmérsékletet természetesen csak erre a célra megfelelően szerkesztett, alkalmas anyagból készült présszerszámok bírhatnak el. Erre a célra legtöbbször használt anyag a grafit. Redukcióra hajlamos, vagy a grafittal egyéb kémiai reakcióba lépő anyagok szerszáma valamilyen alkalmas cermet-anyagból készül. Általánosan használtak a nikkal fémmel kötött titánkarbid-alapú cermentek.

Az adalékanyagok megválasztásánál nem követhető az a klasszikus kerámiai szempont, hogy azokat ömlesztő vagy plaszticitást-növelő hatásuk szerint kell elbírálni. Itt elsősorban az atomi tulajdonságok alakulása mértékadó, s az adalékanyagnak ebből a szempontból az alapanyaggal azonos tulajdonságokkal kell rendelkeznie. Jó példa erre a stabilizált cirkoniumdioxid-termékek gyártása. Ismeretes, hogy a természetben előforduló cirkoniumércsekben állandó kísérőkként szerepelnek hafniumvegyületek. Kémiai szempontból a hafnium rendkívül hasonló a cirkoniumhoz, atomi tulajdonságaik azonban nagyon különböznek. Míg a cirkoniumnak neutron befogó keresztmetszete kicsiny (0,18 barn), a hafnium a neutron-abszorbens elemek közé tartozik (127 barn). Így kis mennyiségű hafnium-szennyezés a cirkoniumoxid alapú kerámiai szerkezeti anyagoknak atomerőművekben való alkalmazása szempontjából előnyös tulajdonságát elrontja.

B) KERÁMIAI ANYAGOK MINT FŰTŐELEMÉK

Gázhűtésű reaktorok fűtőelemei magas üzemi hőfokon működnek. Az üzemi hőmérséklet megnövekedése a fémuránium fűtőelemek viselkedését kétféle módon befolyásolja:

a) A fémuránium a hőmérsékletváltozások következtében többször megy át az α , β transzformációs ponton (668°), ami tekintélyes méretváltozásokkal jár és komoly zavart okozhat.

b) 400° feletti hőmérsékleten az uránium anizotróp volta már nem okoz bajt, viszont 500—800° között sugárzás hatására 10—40%-os térfogatnövekedés következhet be. Ez a duzzadás úgy jön létre, hogy a fémekben hatalmas üregek keletkeznek a gázalakú hasadási termékek, elsősorban xenon és kripton hatására.

A térfogatnövekedés meggátlására vagy olyan

erősfalú fémedénybe zárják az urániumot, melynek mechanikai szilárdsága a duzzadásnak ellenáll, vagy pedig olyan urániumötövetet használnak, amely sugárzás hatására magas hőmérsékleten sem változtatja térfogatát. Az első esetben el kell határozni, hogy milyen határig érdemes a tartó fémfal szilárdságának növelésével a fűtőelem által szolgáltatott neutronok egy részét elvezíteni. A második esetben 14 súly %-os molibdén ötvözet megadja a kívánt eredményt, a reaktorok nagy többségében viszont az uránium ily nagy-mértékű hígítása nem kívánatos.

A megoldás a kerámiai anyagok felé mutat. Elsősorban urániumoxid és urániumkarbid kerül alkalmazásra, akár tisztán, kerámiai terméként, akár mint diszperziós típusú fűtőelemek alkotórésze.

1. Urániumdioxid-alapú kerámiai anyagok

Urániumdioxid-kerámiák a szokásos oxid-kerámiai illetve pometallurgiai úton állíthatók elő: száraz sajtolással, öntéssel, csősajtolással és meleg sajtolással. A meleg sajtolás kivételével, a többi formázási módszer után a kialakított idomokat zsugorítják. Öntés útján történő formázás esetén az öntőmassza viszkozitása mintegy 3,6 ρ_{11} -értéknél a legelőnyösebb. Ezt sósavas mosással érik el. A nyersáru szilárdságát kis mennyiségű szerves kötőanyag (2%) adagolásával növelik.

Leggyakrabban követett út a száraz sajtolás, amelyet zsugorítás követ.

Atomerőművekben való felhasználás egyik fő problémája az, hogy a kerámiai termék sűrűsége minél nagyobb legyen. A sztöchiometrikus összetételű UO_2 elméleti sűrűsége 10,95 g/cm³. Tisztán urániumdioxid porból ezt nehéz előállítani, 1500°-on 16 óra hosszat tartó zsugorítás útján ennek csak 70%-a érhető el. Adalékanyagok hozzáadásával a sűrűség erősen növelhető, így pl. 0,2 súly% TiO_2 adagolással az elméleti sűrűségnek 91%-a, 0,5% $CaCO_3 + TiO_2$ adalékkal 97%-a valósítható meg azonos égetési körülmények között. A sajtoláskor alkalmazott nyomás ez esetben 3500 kg/cm². 1650°-on 8—10 óra hosszat zsugorítva a 20 000 kg/cm² nyomással sajtolt tiszta UO_2 termékek sűrűsége az elméletinek 95%-a.

Urániumdioxid-alapú kerámiai termékek zsugorítása már csak azért is érdekes kerámiai feladat, mert a megszokott tényezőknél kívül, mint az égetés hőfoka, ideje, az égetési atmoszféra, a présor szemcsenagysága, még a kiindulási termék sztöchiometriai összetételétől is nagymértékben függ. Uránium ugyanis oxigénnel széles összetétel-határok között képes szilárd oldatot alkotni. Az uránium : oxigén arány a zsugorítás folyamatát is befolyásolja. Az 1. ábra feltünteti, hogy 1450°-on argon atmoszférában zsugorított „ UO_2 ”-termékek sűrűsége miként változik az $\frac{O}{U}$ hányados függvényében.

Tekintettel arra, hogy nem sztöchiometrikus összetételű urániumdioxid-termékek argon at-

moszférában aránylag alacsony hőmérsékleten 10 g/cm^3 sűrűségre zsugoríthatók, kísérletek történtek 800° -on való meleg sajtolási eljárással. $\text{UO}_{2,08}$ és $\text{UO}_{2,20}$ összetételű présporokat nikkellel kötött titánkarbid szerszámba préselték 1500 kg/cm^2 nyomással 800° -on. Az elért sűrűség 9,9, illetve $10,6 \text{ g/cm}^3$. Fémpor adalékok, mint vas, magnézium, uránium és tantal, 2–9 súly%-os mennyisége ezt a sűrűségértéket $6,5 \text{ g/cm}^3$ -re csökkentik.

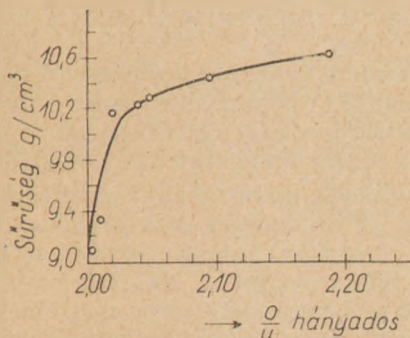
1400 – 1800° közti hőfokon is készítenek urániumdioxid formadarabokat, meleg sajtolással. Ilyenkor grafitszerszámokat használnak és a magasabb zsugorítási hőfokon kisebb nyomásokat 150 – 200 kg/cm^2 , alkalmaznak. Az elméleti sűrűségnek mintegy 95%-a érhető el így. A pontos stöchiometriai összetételnek megfelelő porokból kiindulva ez a sűrűség 1800° -on következik be, és minél jobban eltér az összetétel az UO_2 képletől a nagyobb oxigéntartalmak felé, annál alacsonyabb zsugorítási hőmérsékletre van szükség.

Urániumdioxid-alapú kerámiai anyagok tulajdonságait az 1. táblázat tünteti fel. Az előzőkből kitűnik, hogy a készítés módjától és a stöchiometriai összetételtől, valamint az elért sűrűségtől függően a fizikai tulajdonságok igen tág határok közt változnak. Így a táblázatban feltüntetett értékek csak közelítő átlagértékeknek tekinthetők.

Az UO_2 összetételnek megfelelő és az oxigéntöbblettel készült kerámiai anyag tulajdonságai különösen a magas hőmérsékleten való viselkedésben térnek el egymástól. Magas hőmérsékleten folyási jelenség sokkal könnyebben lép fel a stöchiometriai összetételtől eltérő anyagokban, sugárzás hatására is ezek szerkezete változik meg nagyobb mértékben.

Ez abból következik, hogy UO_2 összetételű anyag 1750° -on, az attól eltérő 1450° -on éri el ugyanazt a sűrűséget, így magas hőmérsékleteken ez utóbbi lényegesen közelebb van a lágyulási ponthoz, mint a stöchiometriai összetétel.

Melegen sajtolt, nagy térfogatsúlyú urániumdioxid-tárgyak oxidálódása 300° alatti hőmérsékleten elhanyagolható, 300° felett a folyamat gyorsabb lesz, 700° -on maximumot ér el 160 mg/cm^2 óra súlyszaporulattal, majd magasabb hőfokon ismét csökken, a felületen kialakult U_3O_8 -réteg zsugorodása és összefüggővé válása következtében.



1. ábra. Az $\frac{O}{U}$ arány hatása „ UO_2 ”-termékek sűrűségére

2. Urániumkarbid-kerámiák

Az urániumnak tűzálló tulajdonságú vegyületei közül az oxidon kívül az urániumkarbid nyerhet atomreaktorok fűtőelemeként felhasználást.

Az urániumkarbid tulajdonságai, a korrózióra való nagyobb hajlam kivételével előnyösebbek az oxidéinál. A legfontosabb tulajdonságokat az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat

	UO_2	UC
Olvadáspont $^\circ$	2400	2250
Elméleti sűrűség g/cm^3 ..	10,95	13,63
Térfogatsúly g/cm^3	7,5–10,5	10,5–13,0
Hővezetőképesség		
20 $^\circ$ -on kal/sec. cm. $^\circ$	0,02	0,08
Lin. hőtágulási együtt-		
ható m/m $^\circ$	$10 \cdot 10^{-6}$	10 – $11 \cdot 10^{-6}$

Urániumkarbid készülhet UO_2 1800° -on történő redukciójával vákuumban.

Az urániumkarbid idomdarabok általában száraz sajtolás és zsugorítás útján készülnek. Az elméleti sűrűségnek 85%-a 1800 – 2000° -on történő zsugorítással érhető el. Az urániumkarbid oxidációra erősen hajlamos, ezért az égetést argonban, vagy vákuumban kell végezni.

Fém urániumpornak és grafitpornak stöchiometriai arányú keverékéből 1050° -on való sajtolás útján is állíthatók elő urániumkarbid formadarabok. A sajtolást fémmel kötött titánkarbid szerszámban, 1500 – 3000 kg/cm^2 nyomással végzik, vákuumban. Így módon $10,5 \text{ g/cm}^3$ térfogatsúly érhető el.

Zsugorított UC mechanikai tulajdonságai lényegesen jobbak, mint az UO_2 -éi. A hajlítószilárdság pl. mintegy háromszor nagyobb UC esetében. A hővezetőképesség is lényegesen nagyobb (1. táblázat) és a hőmérséklet emelésével kevésbé csökken. Tehát nagyobb átmérőjű rudak vagy vastagabb lemezek készülhetnek UC-alapon, mint UO_2 -kerámiákból ugyanolyan hővezetési körülmények közt. Így UC fűtőelem használata esetén kevesebb tartó tokra, s kevesebb fémburkolatra van szükség azonos súlyú fűtőelemre vonatkoztatva.

UC mind por, mind zsugorított termékek alakjában alacsony hőfokon levegőn könnyen oxidálódik. Ebből a szempontból UC 500° -on előnytelenebbül viselkedik, mint a fémuránium, viszont 700° -on ez a helyzet megfordul. Széndioxid atmoszférában az UC oxidációja 500 – 830° közt gyakorlatilag a hőmérséklettől független a súlynövekedés 120 – 150 mg/cm^2 óra.

A tok anyagával (berillium vagy rozsdamentes acél) az urániumkarbid nem lép reakcióba.

3. Diszperziós fűtőelemek

Ezen a néven azokat a fűtőelemeket szokás összefoglalni, melyeknél a hasadó alkatrész az alapanyagban (matrixban) szétszórt (diszperz) állapotban van. A matrix általában nem hasadó anyag, de lehet tenyésztő anyag.

A diszperziós elemeknek nagy előnye, a homogén felépítésű elemekkel szemben, hogy hosszabb életűek, mert a hasadási termékek keletkezése következtében beálló károk helyhez kötöttek, az anyagi összetétel nagyobb határok közt változtatható.

A hasadó anyagok közül a legnagyobb hasadó anyag tartalmúak a kerámiai anyagok, oxidok és karbidok, ezek szerepelnek mint diszpergált részek. Elsősorban az uránium és plutonium oxidjai és karbidjai fontosak.

A matrix lehet fém, és lehet kerámiai anyag is. Legfontosabb követelmény, hogy kis neutron befogó keresztmetszete legyen. Elsősorban az oxigén, szén, berillium, magnézium, szilícium, alumínium és a cirkonium vegyületei alkalmasak.

a) *Diszperziós fűtőelemek fém matrixszal*

Az oxidokhoz képest a fémek hővezetőképessége szoba hőmérsékleten lényegesen nagyobb, és a hőmérséklet emelkedésekor nem csökken nagymértékben. Ezenkívül a fémek a hőmérsékletingadozást is jobban állják. Fématrix alkalmazása esetén az egész fűtőelem fémtechnológiai módszerekkel munkálható meg, ami nagy előnyt jelent.

Az ilyen fűtőelemek gyártásakor fellépő problémák minden olyan gyártási technológiában jelentkeznek, mikor egy rideg anyagot duktilis alapba kell beágyazni. A gyártás egyszerű vagy bonyolult volta ekkor a rideg fázis térfogatától és eloszlásától függ.

A diszperz rideg anyag szemcsenagysága ne legyen túl kicsi az átlagos fémszemcséhez képest, mert ekkor összefüggő hálózatot képezhet és ezzel a késztermék mechanikai tulajdonságai romlanak. A diszperz fázis megengedhető térfogata nagymértékben függ a készítő formadarab nagyságától, alakjától és a megengedett porozitástól.

A gyártástechnológia pormetallurgiai módszereket használ. Legismertebbek az uránium-dioxid-vas és az urániumdioxid-alumínium rendszerek. A felhasznált fémporok szemcséátmérője 60 μ körüli, az oxidé 75–150 μ . Az UO_2 -vas cermeteket 1500 kg/cm² nyomással préselik és 1200°-on csősajtolással 14:1 arányú felületcsökkentéssel formázzák. Az UO_2 -alumínium rendszeren alapuló termékeket ugyancsak 1500 kg/cm² nyomással lapokká préselik és 600°-on alumíniumlemezek közt melegen hengerlik.

A gyártási hőfok megállapításánál általános szabály: a fémnek kellően plasztikusnak kell lennie, hogy a sajtolási nyomást felvegye és a kerámiai anyag repedése, morzsolása ne következék be.

Plutoniumoxid-tórium cermeteket szobahőfokon szárazsajtolással és 1300°-on való zsugorítással állítottak elő kísérletképpen. A sajtolás 1000–1500 kg/cm² nyomással történt.

A matrixanyagként felhasználható kis neutronbefogó keresztmetszetű fémek közül az alumínium mintegy 500°-ig használható mind karbid, mind oxid diszperz fázissal. Berillium előnyös hővezető tulajdonságai miatt jó matrix anyag, azonban 600° fölötti hőfokon csak az UO_2 -be-

rillium fűtőelem stabil. UC-dal és PuC-dal a fémberillium 650° körüli hőmérsékleten reakcióba lép. A reakciótermék (UBe_{13} , ill. a megfelelő plutoniumvegyület) térfogata nagy, s ez a fűtőelemben repedéseket, torzulásokat okoz. A cirkonium matrixon felépülő elemek készítése nehéz, mert oxidokkal 800°, karbidokkal 1200° körüli hőfok szükséges a kötés kialakításához. Az üzemi hőmérséklet viszont 500°-nál nem lehet nagyobb, mert efelett a cirkoniumban plasztikus folyás lép fel.

Magas üzemi hőmérsékletekre tehát a kis neutronbefogó keresztmetszettel rendelkező elemek közül a fémek nem alkalmasak matrixként s így a figyelem a kerámiai anyagok felé fordult.

b) *Diszperziós fűtőelemek kerámiai matrixszal*

Diszperziós fűtőelemekben matrixként alkalmazható kerámiai anyagok elsősorban a grafit és a berillium, alumínium, magnézium, szilícium és cirkonium oxidjai és karbidjai.

Karbid-bázisú hasadó anyagok alkalmazása esetén a grafit rendkívül előnyös matrixanyagának bizonyult. Oxidokkal azonban redukáló hatású UO_2 -t 1200°, PuO_2 -t 1000° felett szénmonoxid (CO) képződés közben redukálja.

Az oxidalapú kerámiai matrixok természetesen az oxidos hasadó anyagokkal építhetők össze megfelelő fűtőelemnek. Legalkalmasabbnak a BeO látszik. BeO és UO_2 szilárd fázisban egymásban teljesen oldhatatlanok, s így ideális diszperziós rendszert képeznek. A BeO-t az oxidok közt aránylag nagy hővezetőképessége is alkalmassá teszi, hogy fűtőelemek matrixaként nyerjen felhasználást. Sugárzási károsodások 1000° fölött jelentkeznek.

A MgO hővezetőképessége és hőingadozás türése kisebb a BeO-énál. Erős neutron-besugárzásra a hasadási termékek 600° fölött károsodást okoznak, ezenkívül UO_2 -dal nagy UO_2 -tartalom esetén szilárd oldatot képez, ezzel megszűnik előnye, mint diszperziós fűtőelem.

Alumíniumoxid és UO_2 (valamint PuO_2) egymásban oldhatatlanok, így az Al_2O_3 megfelelő matrixanyag. Termikus neutronok benne változást nem okoznak, a hasadási termékek kevés szilíciumdioxiddal adagolt alumíniumoxid matrixban károsodást 800°-on sem okoztak.

ZrO_2 mint matrixanyag azért nem megfelelő, mert UO_2 -dal tág összetételhatárok közt képez oldatot.

Ömlesztett kvarc hőingadozást tűrő képessége nagy, ellenben hővezetőképessége kicsi, ezenkívül a kristályosodás elkerülése miatt 1000°-nál magasabb üzemi hőmérséklet nem engedhető meg.

Fűtőelemek matrixaként számításba jöhet a berillium, az alumínium és a szilícium karbidja. Közülük azonban komoly jövője a fűtőelemtechnológiában csupán a SiC-nak van. Be_2C és Al_4C nedves levegőn oly nagy mértékű korróziót szenvednek, hogy alkalmazásuk lehetetlen. A SiC előnyös hővezető és hőingadozást tűrő tulajdonságai indokoltá teszik használatát.

4. Tóriumoxid-kerámiák

A tórium és vegyületei újabban a tenyésztő típusú atomreaktorok hasadó anyagot termelő elemeként nyernek felhasználást. A vegyületek közül elsősorban a tóriumoxid a fontos, aránylag könnyű beszerezhetősége és kémiai stabilitása miatt. Tóriumoxid formadarabok kerámiai technológiával készíthetők, tág határok közt változtatható tulajdonságokkal.

A gyártás során tóriumoxidporból, mint nyersanyagból indulnak ki, melyet előzőleg 1500°-on kiütöttak. Történtek kísérletek tóriumhidroxid, -karbonát, -nitrát és -oxalát-porok közvetlen feldolgozásával is, de ezeknél erősen megnövekszik az égetési zsugorodás.

A nyers présporokat száraz sajtolással vagy melegsajtolással alakítják. Száraz sajtoláskor nedvesítőanyagként mintegy 5% vizet, és a képlékenység növelésére 2–3% szerves kötőanyagot, rendszerint dextrint adnak a présporhoz. A nyomás 1800–2000 kg/cm².

Száraz sajtolással hengeres testeket készítenek, mintegy 5% nedvesítő anyag hozzáadással, hidraulikus présen. A nyomás mintegy 7000 kg/cm². Az így nyert idomdarabokat 1400°-on előégetik, hogy a további megmunkáláshoz szükséges szilárdságot biztosítsák, majd a kívánt alakot esztergályozással, marással formázzák ki.

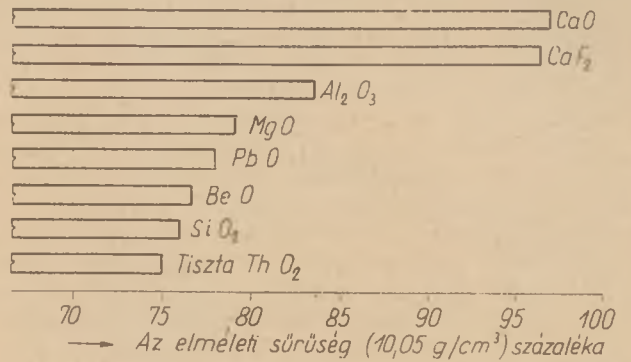
A formadarabokat 1800°-on zsugorítják. Ekkor az elméleti sűrűségnek (10,05 g/cm³) maximumán mintegy 75%-a érhető el.

Tekintettel arra, hogy atomeróművekben történő felhasználáskor egyes esetekben ennél nagyobb sűrűségű anyagra van szükség, ilyen anyag előállítására történhet egyrészt adalékanyagoknak a ThO₂ rácsába való beépítésével, másrészt a préselési nyomás emelésével. Idegen anyag hozzáadásának nagy előnye, hogy alacsonyabb zsugorítási hőfok szükséges.

A 2. ábra grafikusán szemlélteti, hogy a különböző ömlesztő anyagoknak 1 súly%-ban adagolt mennyiségével az elméleti sűrűségnek hány %-a érhető el 1800°-on történő zsugorítással. Az ábrából leolvasható, hogy CaO és CaF₂ adalékok hatása a legnagyobb. A Ca-ion ugyanis beépül a ThO₂ kristályrácsba, és az abban előforduló Th hiányt csökkenti, ami a sűrűséget előnyösen megnöveli. A hatás olyan nagy, hogy 1500°-on való zsugorítással 95%-os elméleti sűrűség érhető el, mindkét anyaggal.

A préselési nyomás növelése az égetés utáni sűrűséget nem befolyásolja számottevően.

A melegsajtolás grafit-szerszámban történik, tiszta ThO₂-ból 1650°-on, tóriumkarbonát vagy -oxalát porából 1450°-on. Kalciumoxid vagy -fluorid adalék itt is előnyös hatású.



2. ábra. 1 súly % adalék hatása 1800°-on zsugorított ThO₂ kerámiák sűrűségére

Tóriumoxid adalékolásánál természetesen vigyázni kell arra, hogy az adalékok neutron befogókeresztmetszete kicsi legyen, nehogy azok reaktorméregként hassanak. Éppen ezért 1%-nál nagyobb mennyiség adalékolása nem ajánlatos.

Tóriumoxid-kerámiák néhány fontosabb tulajdonságait a 2. táblázat tartalmazza.

C) KERÁMIAI MODERÁTOROK

1. Berilliumoxid-kerámiák

A berilliumoxidnak olyan tűzálló és nukleáris tulajdonságai vannak, melyek a legkülönbözőbb atomreaktori alkalmazásait teszik lehetővé. Így például berilliumoxid képezheti reaktorfűtőelemek szerkezeti anyagát, és nagyhőmérsékletű reaktorokban reflektoranyagként és moderátorként szolgálhat.

Berilliumoxid formadarabok előállítására történhet meleg sajtolás, száraz sajtolás, csősajtolás és öntés útján.

Melegsajtoláskor nagy tisztaságú berilliumoxidport grafit-szerszámban 70–150 kg/cm² nyomással préselik össze, miközben a szerszámot 1600–2100°-ra fűtik fel.

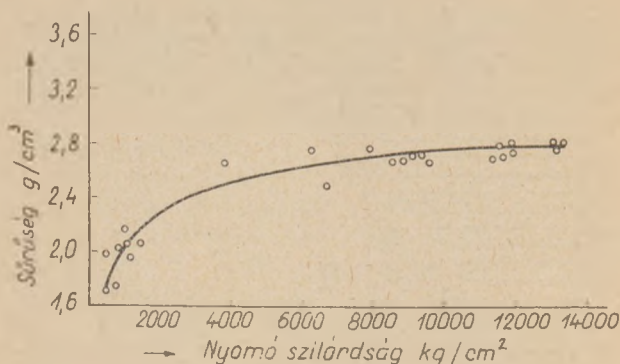
A kerámiai úton formázott berilliumoxidtestek égetése 1700–2000° közti hőmérsékleten történik, aszerint, hogy milyen fajsúlyú késztermékre van szükség. Magasabb égetési hőfok nagyobb fajsúlyú terméket eredményez.

Az égetés hőmérsékletén a berilliumoxid illékony, ha vízgőz is van jelen. A késztermék fajsúlya nagymértékben befolyásolja a fizikai tulajdonságokat. A 3. és 4. ábrák szemléltetik, hogy a zsugorított berilliumoxid-kerámia sűrűsége milyen hatással van a hővezetőképesség hőmérsékletfüggésére, valamint a szobahőmérsékleten mért nyomószilárdságra. Mind a hővezetőképesség, mind a szilárdsági adatok nagyobbak a nagyobb sűrűségű termék esetében.

Tóriumoxid alapú kerámiai anyagok tulajdonságai

2. táblázat

	Tiszta ThO ₂	ThO ₂ + 0,5% CaO	ThO ₂ + 1% CaO
Fajsúly gm/cm ³	8,0	9,0	9,5
Nyomószilárdság kg/cm ²	22 000	25 000	28 000
Lin. hőtágulási együttható m/m C°	9,6 · 10 ⁻⁶		9,9 · 10 ⁻⁶



3. ábra. Zsugorított BeO-termékek nyomószilárdsága a sűrűség függvényében

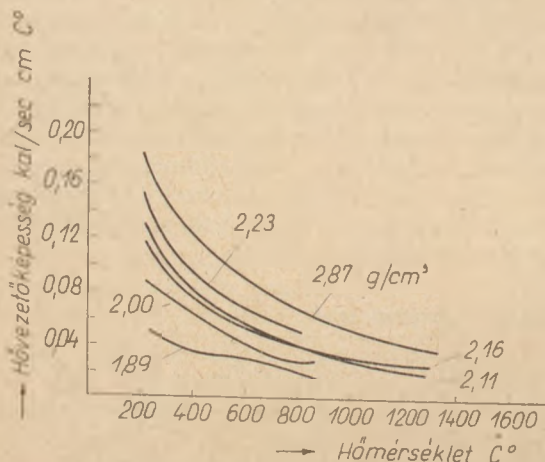
Nukleáris célokra felhasznált tiszta BeO rendkívül nehezen zsugorítható, a szükséges magas égési hőmérséklet következtében. A zsugorítási hőfok csökkentése érdekében a kerámiai technológia ún. ömlesztő anyagot ad az alapmasszába. Berilliumoxidhoz azonban csak kevés olyan anyag adagolható, mely mind nukleáris, mind kerámiai szempontból megfelel. Ilyen anyag a kalciumoxid (CaO) és a magnéziumoxid (MgO). 1—2 súly% CaO, illetve MgO adagolásával a zsugorítás hőfoka 1600°-ra száll le. Az elérhető legnagyobb sűrűség 2,9 g/cm³ érték körül van.

3. táblázat

Izzított BeO-por fajlagos felülete

Izzítás hőfoka C°	Fajl. felület m ² /g
500	116
700	37
900	20
1100	15
1250	10
1400	12

A berilliumoxidot iparilag berillből állítják elő (3 BeO · Al₂O₃ · 6 SiO₂) savas, vagy lúgos fel-tárással. Mindkét eljárás Be(OH)₂-hoz vezet, melynek izzításával nyerik az oxidot. Ennek az izzítás-nak hőfoka döntő hatású a belőle készített forma-darabok kerámiai tulajdonságaira, elsősorban sűrű-ségére. A Be(OH)₂ már 300°-on tökéletesen oxiddá

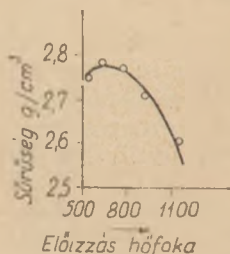


4. ábra. Különböző sűrűségű BeO-kerámiák hővezetőképessége a hőmérséklet függvényében

alakul, de a képződött BeO-por fajlagos felületét további hőkezeléssel lehet befolyásolni. A 3. táblázat azt szemlélteti, hogy a BeO-por izzítási hőmérsékletével hogyan változik az 1 g-nyi anyag összes felülete.

A fajlagos felületből a részecskék átmérőjét számítva, az az eredmény adódik, hogy a részecskék átlagos átmérője 500°-ról 1100°-ig történő hőmérsékletemeléssel hatására 0,007 μ-ról 0,4 μ-ra változik.

Hogy a BeO-por izzításának hőfoka miképpen befolyásolja a késztermék sűrűségét melegen sajtolt kerámiai termék esetében, az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra. BeO-kerámiák sűrűsége a Be(OH)₂-por előizzításának függvényében

A préselés 10 percig, 1600°-on, 150 kg/cm nyomással történhet. Az ábrából leolvasható, hogy a maximális sűrűségérték a 700—800°-on előizzított BeO-porból való préseléssel érhető el.

Zsugorított berilliumoxid-kerámiák korrózióállóképessége is nő, ha nagyobb a sűrűség.

Nem támadják meg hidrogénperoxid (H₂O₂), hidrogén, nitrogén, széndioxid, kéndioxid, kén, króm, jód és ammonia. Fluorral fluoridot ad. Klórral gyengén reagál.

Magasabb hőfokon szénrel reagál és berilliumkarbidot (Be₂C) képez. Ugyanílyen körülmények között szilíciummal szilicideket, bórral boridokat alkot.

Atomeróműben szerkezeti anyagként történő felhasználását különösen indokoltá teszi, hogy vassal szemben állandó, 600°-on nátrium, kálium olvadék nem támadja meg, de csak abban az esetben, ha jól zsugorított, nagysűrűségű a vizsgált anyag.

2. Berilliumkarbid-kerámiák

Atomeróműben moderátorokként nyerhetnek alkalmazást. Kis befogó keresztmetszete és kiváló neutron-lassító hatása miatt különösen nagy hőmérsékletű moderátorokban használják.

Berilliumkarbid Be₂C keletkezik magas hőmérsékleten féंबरilliumból vagy berilliumoxidból és elemi szénből, ill. grafitból.

Fémberillium és elemi szén jól átdolgozott apró szemcsés keveréke 1000° feletti hőmérsékleten vákuumban vagy közömbös gázatmoszférában (pl. argonban) berilliumkarbiddá alakul. A képződő Be₂C kristályszerkezete és mennyisége függ a hőkezelés időtartamától és hőmérsékletétől, a keverék tömegétől és szemcsenagyságától. Nagyrészt általában megállapítható azonban, hogy 1400°-on, 4 óra hosszútartású hőkezelés eredményeképpen mikrokristályos, pelyhes, szürkésfekete porszerű anyag keletkezik, míg 2200°-on 30 perc alatt durván kristályos Be₂C a termék, 65 μ átlagos kristály-szemcseátmérővel.

Berilliumoxid és elemi szén egymásrahatása-

kor berilliumkarbid és szénmonoxid keletkezik, 1500°-on.



Ipari előállításnál tiszta BeO-port sztöchiometriai arányban kevernek lámpakorommal. A jól összekevert anyagot grafittegelyben indukciós úton melegítik, hidrogénáramban. Egy, mintegy 2,5 kg-os töltetnek 1 óra alatt 2250°-ra való fel-fűtéséhez 40 kW teljesítmény szükséges. Ezt a hőmérsékletet 2 óra hosszat tartják. Ezalatt a CO-fejlődés befejeződik. A terméket ezután hidrogénáramban hűtik le. Mintegy 0,5 kg-nyi kristályos berilliumkarbid képződik, ami 75%-os kitermelésnek felel meg. A terméknek a tegely falával érintkezett részét lecsiszolják, a kristályos tömeget golyós malomban megőrlik és leforrasztott üvegtartályokban tárolják.

A berilliumkarbid nagyipari gyártása még nem valósult meg, kg-onkénti ára még félüzemi mértékben is meghaladja az 50 rubelt.

Be₂C-alapú kerámiai formadarab kétféle úton állítható elő, vagy melegsajtolással, vagy száraz sajtolással és ezt követő zsugorítással.

Melegsajtoláskor 90% Be₂C-port 10% lámpakorommal egyenletesen elkeverve grafitformába tesznek. A grafit szerszámot indukciós fűtéssel 1850—1950° hőmérsékletre fűtik fel. Az össze-sajtolandó porra mintegy 200 kg/cm² nyomást gyakorolnak minimálisan 20 percen keresztül. Az így nyert formadarabok sűrűsége mintegy 90—95%-a az elméleti értéknek. A sajtolás kényes művelet, mert az anyag a sajtolás irányára merőlegesen rétegeképzésre hajlamos.

Általános kerámiai technológiával, száraz sajtolás útján is készíthetők Be₂C-alapú kerámiai testek. A sajtolást kötőanyag alkalmazásával vagy anélkül rendszerint hidraulikus présszel, mintegy 7000 kg/cm² nyomással végzik. A nyers formadarabokat grafit tokokban BeO-porba ágyazva argon atmoszférában égetik ki 2000—2300°-on. Az így kapott termékek tulajdonságai megegyeznek a melegen sajtoltakéval.

Berilliumkarbid-alapú formadarabok zsugorítás után gyémánt csiszolókoronggal megmunkálhatók. Hűtő folyadékként széntetrakloridot (CCl₄) használnak.

Be₂C-alapú kerámiai anyagok korrózióra igen hajlamosak. Víz és vízgőz már szobahőmérsékleten megtámadja, oxigén és nitrogén pedig csak magasabb hőfokon.

A berilliumvegyületek erős mérgek. Poruk bőrön keresztül és belélegezve is nagyon veszélyes. Ezt a gyártásban szem előtt kell tartani és a hatósági orvosi utasításoknak megfelelően szabad csak eljárni. Különösen akkor lép fel a veszély, ha az illékony berilliumvegyületek a levegőbe jutnak.

3. Grafit

Az elemi szén kis atomsúlya, kis neutronbefogó keresztmetszete és nagy szórási keresztmetszete következtében atomreaktorokban mint moderátor és mint reflektor nyerhet alkalmazást. Mint szerkezeti anyag is rendkívül értékes nagy mechanikai szilárdsága, tűzállósága, nagyfokú hő-

mérsékletingadozás-tűrése és kémiai tisztasága miatt. Homogén reaktorokban a szilárd fűtőelemek folytonos fázisaként is alkalmazzák.

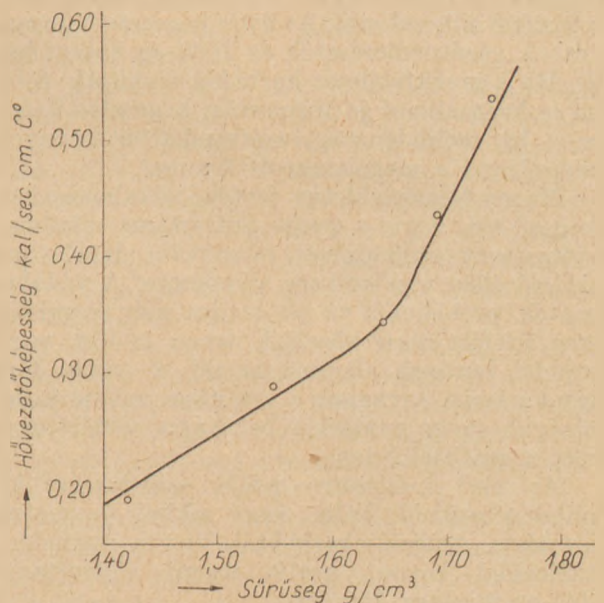
Hogy a grafit és grafitból készült formadarabok mennyire számíthatnak kerámiai nyersanyagoknak, illetve termékeknek, ez vita tárgyát képezheti. Az alábbiakban, főleg a kerámiai jellegű gyártási problémákra mutatunk rá.

A grafit nagyipari előállítása természetes vagy műszenekből történik. A megkívánt formadarabokat egy töltő- és kötőanyag keverékéből formálják és hőkezelésnek vetik alá, hogy kellő szilárdságú legyen. Mint töltőanyag legelőnyösebb petrokoksz, szén és petróleumkorom. Kötőanyag lehet minden szénhidrogén, amely bomlás közben desztillál és ekkor szén marad vissza. Fenolformaldehidek, furfurol, keményítő, cukor, cellulóz, petróleumszurok, kőszénkátrány jó példák erre.

A töltő- és kötőanyagokat a kötőanyag olvadásának megfelelő hőmérsékleten alaposan összekeverik, a formát öntéssel vagy csősajtolással kialakítják és az idomokat 2300—3000°-on hőkezelik elektromos kemencében, ahol maga az idomdarab szerepel ohmikus ellenállásként.

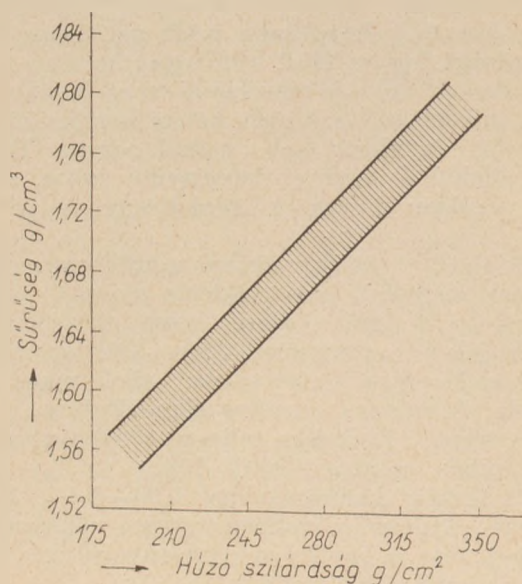
A termék tisztasága teljesen a nyersanyagok anorganikus szennyezéseitől függ. Az így előállított grafit hamutartalma 0,04—0,5% közt változik. Atomerőművekben történő alkalmazás esetében már a kiindulási nyersanyagoknak kell kellően tisztáknak lenniük.

A grafit-termékek tulajdonságai tág határok közt változnak a nyersanyagok minősége és a hőkezelés körülményei szerint. Minden reaktor számára fennáll egy optimális moderátorsűrűség. A mesterséges grafit-termék sűrűsége a gyártás során 1,2—1,8 g/cm³ közt változhat, ez annyit jelent, hogy a sűrűség a célnak megfelelően változtatható. A sűrűségnek ily tág határok közti változása természetesen a szilárdságértékek rovására megy.



6. ábra. Grafittermékek hővezetőképessége a sűrűség függvényében

A grafit ismert kristályszerkezete következtében az összes fizikai tulajdonságok nagymértékben függenek attól, hogy azokat a hatszögekben elhelyezkedő szénatomok síkjában vagy arra merőlegesen vizsgálják. Így pl. a hővezetőképesség 0,02—0,5 kal/cm·sec C°, az elektromos fajlagos ellenállás pedig 850—1250 ohm/cm értékek közt változhat. A hővezetőképességnek és a húzószilárdságnak a sűrűséggel való változását mutatja a 6. és 7. ábra.



7. ábra. Grafittermékek húzószilárdsága a sűrűség függvényében

Szén és grafit tárgyakat eddig nem sikerült öntés, zsugorítás, vagy meleg sajtolás útján előállítani. A grafitkristályok nem nőnek össze a por hőkezelésekor. Az átkristályosodás csak 2300—2500° között lesz számottevő.

Grafitot grafithoz vagy szenet szénhez hegeszteni sem lehet tisztán grafittal vagy szénrel. A grafit molibdéndisziliciddel hegeszthető, 2150°-on történő hőkezeléssel. Az ilyen hegesztett formadarabok gázátnemeresztők és 1950°-ig használhatók. Ha a grafitfelületet karbiddá alakítják, több fém is használható jó forrasztás, hegesztés készítésére. Így molibdén vagy wolframkarbid könnyen nedvesíthető a megolvasztott fémmel.

Magas hőmérsékleten történő alkalmazásban elképzelhető, hogy a grafit élettartama alkalmas védőbevonat segítségével növelhető. Különösen oxidáció ellen van szükség védelemre. A védőbevonatok problémája ez idő szerint még megoldva nincs, kétféle úton közelítik meg: 1. fém vagy kerámiai bevonat alkalmazásával, 2. olyan fém vagy kerámiai anyagnak a grafitban való szétosztásával, mely oxidációs behatásra védőréteget képez a grafitfelületen.

Az első módszerre példa szilíciumkarbid, molibdéndiszilicid, króm, vagy nikkal bevonatok használata. Szilíciumkarbiddal, illetve molibdéndisziliciddel bevont grafit üzemi élettartama 1500°-on mintegy 100 óra.

A második eljárásra példa ferromangán-szilícium ötvözetek, vagy szilíciumkarbid és man-

gán—szilícium ötvözetek kombinációja, vagy szilíciumkarbid és alumínium együttes alkalmazása. Az így nyert bevonatok 1500°-ig használhatók.

A grafitot leginkább neutronmoderátorként alkalmazzák, de történt már próbálkozás hűtőanyagot tartó csövek, neutronszűrők, gyengítők és sugárzás ellen védő tartályok grafitból való készítésére is:

Grafitnak atomerőművekben történő felhasználásánál figyelembe kell venni, hogy neutron-sugárzás hatására a grafit fizikai tulajdonságai nagymértékben megváltoznak. Így például hővezetőképessége több mint ötször lesz kisebb, anizotróp méretváltozások következtében a grafit idomdarabok deformálódnak, a keménység növekszik, a grafit felmelegszik. Ezek a jelenségek nagymértékben függenek a besugárzás hőmérsékletétől.

D) SZABÁLYOZÓ ÉS BIZTONSÁGI KERÁMIAI ANYAGOK

1. Ritkaföldfémoxid-kerámiák

Szabályozó rudak anyagának jó neutron-abszorbensnek kell lennie. Termikus neutronok számára nagy befogadóképességű elemek, a bór, kadmium, hafnium, arany, ezüst, higany és a ritka földfémek közül néhány: samarium (Sm), europium (Eu), gadolínium (Gd) és diszposium (Dy).

Kerámiai szempontból fontos a ritkaföldfémoxid-alapon felépülő szabályozó rudak gyártási technológiája. Ezekben a jó neutronabszorbensként viselkedő oxidot valamilyen szerkezeti anyaggal kombinálják. Ez a szerkezeti anyag rendszerint valamilyen duktilis fém, és ez adja a szabályozó rúd megkövetelt mechanikai szilárdságát. Az így felépített rudak fémje — a matrixelem — lehet titán, rozsdamentes acél, réz, alumínium. A szabályozó rudak a matrix fém és a neutronadszorbens oxid porának keverékéből pormetallurgiai eljárásokkal készülnek. Alumíniumalapú rudak természetesen magasabb hőfokon nem alkalmazhatók.

A ritkaföldfémek közül szabályozó és biztonsági rúd anyagaként felhasználható elemek neutronbefogadó tulajdonságait tünteti fel a 4. táblázat.

A táblázatból az alábbi következtetéseket lehet levonni. A diszposium neutronabszorbáló

4. táblázat

Sm, Eu, Gd, Dy neutronbefogó keresztmetszete

Elem	Absorp. keresztmetszet barn.	Az izotóp %-os előfordulása
¹⁴⁷ Sm	5 500 ± 200	
¹⁴⁹ Sm	50 000 ± 20 000	13,8
¹⁵¹ Eu	4 600 ± 400	
¹⁵¹ Eu	9 000 ± 3 000	47,77
¹⁵² Eu	5 500 ± 1 500	
¹⁵³ Eu	420 ± 100	52,23
¹⁵⁴ Eu	1 500 ± 400	
¹⁵⁵ Eu	14 000 ± 4 000	
¹⁵⁵ Gd	46 000 ± 2 000	
¹⁵⁵ Gd	70 000 ± 20 000	14,73
¹⁵⁶ Gd	nagyon kicsi	20,47
¹⁵⁷ Gd	160 000 ± 6 000	15,68
¹⁵⁷ Dy	1 100 ± 150	

képessége a másik hároméhoz viszonyítva aránylag kicsi. A samárium alacsony ára miatt érdekes. Az Sm_2O_3 ára 250 rubel/kg. A baj azonban az, hogy csak rövid élettartamú rendszerben használható, mert csak a Sm-149 izotóp a nagy befogóképességű, és az is kis mennyiségben fordul elő. Hosszabb élettartam elérése céljából ezt az izotópot tisztán kellene alkalmazni. Elkülönítése azonban még meg nem oldott feladat, és nagyon növelné a költségeket.

A gadolínium nem túlságosan érdekes, mert 156-os izotópjának nagyon kicsiny a neutron-abszoráló képessége.

Az europiumnak viszont összes izotópja ($n\gamma$) reakcióval bomlik, bomlásnál az atomszám nem változik, emiatt nagy sugárkárosodásra nem kell számítani.

Az utóbbi három-négy évben a ritkaföld-fémoxidok kinyerése nagy fejlődésen ment keresztül. Ma már az egyes tiszta oxidból készített kerámiai anyagok tulajdonságai is nagymértékben ismertek, elsősorban a Sm_2O_3 , Gd_2O_3 és Eu_2O_3 -alapú anyagoké.

A ritkaföldfémoxidokból kerámiai formadarabok a szokásos oxidkerámiai módszerekkel, száraz sajtolás és ezt követő zsugorítási vagy melegsajtolás útján készülnek. A száraz sajtolás 5% nedvesítő anyag (víz) és 2% kötőanyag (rendszerint dextrin) hozzáadásásával történik. A préselési nyomás 200 kg/cm².

Az égetési hőmérséklet és égetési atmoszféra erősen befolyásolja a késztermék tulajdonságait. Mindhárom oxidból készült kerámiai anyag nagymértékű zsugorodása 1300–1500° közt megy végbe. Teljesen tömör formadarabok 1800° körüli égetéssel állíthatók elő. Az égetési atmoszféra gyengén redukáló, oxiacetilénnel fűtött kemencében. Redukáló lángban (hidrogénben) égetve az europiumoxid darabok 1400–1500°-on elolvadnak. (EuO-vá történő redukció). A másik két oxid redukcióra nem ennyire érzékeny. Az Eu_2O_3 könnyű redukálhatósága következtében ennek száraz sajtolását is jobb minden szerves kötőanyag nélkül végezni. Ekkor 950 kg/cm² sajtolási nyomás szükséges.

A melegsajtolás mindhárom oxid esetében 1800°-on megy végbe, 500 kg/cm² présnyomással.

Annak ellenére, hogy a ritkaföldfémoxidok előállítása körülményes és költséges, mint reaktor szabályozó és biztonsági rudak alkatrészei komoly szerepet játszanak.

Érdekes egy olyan összeállítást megfigyelni, amely a három oxidból egy 100 MW-os atomerőműben szükséges mennyiségeket hasonlítja össze. Ez

Sm_2O_3 -ból	43 kg
Gd_2O_3 -ból	20 kg
Eu_2O_3 -ból	12 kg

Látható, hogy legelőnyösebbnek az Eu_2O_3 ígérkezik.

Sokatmondó az a költségvetés, amely különböző lehetséges szabályozó anyagokból készült rudak nyersanyag és gyártási költségeit hasonlítja össze. A kalkuláció 4,6 m² felületű, 10 mm vastag

szabályozó lemezre vonatkozik, a számításhoz felhasznált nyersanyagárak:

Eu_2O_3	5 \$/g
B^{10}	10 \$/g
Hf	280 \$/kg

A különböző lemezek nyersanyag és gyártásköltségei az 5. táblázatban láthatók.

5. táblázat

Különböző szabályozó és biztonsági lemezek előállítási költségei

A lemez anyaga	Költség 1000 \$-ban		
	anyag	gyártás	összesen
Hegesztett Hf-lemezek	172	120	292
Hegesztett bóracél-lemezek	50	120	170
4% Eu_2O_3 acélban diszpergálva	65	80	145
2% B^{10} titánban diszperg.	50	80	130

2. Zsugorított hafniumoxid-termékek

A hafnium a neutron-abszorbens elemek közé tartozik, befogó keresztmetszete termikus neutronok részére 127 barn.

Az elemi hafnium — mint már említettük — a cirkonium állandó kísérője, és attól, kémiai tulajdonságainak nagymértékű hasonlósága miatt, nehezen választható el.

A HfO_2 a ZrO_2 -hoz hasonlóan szobahőmérsékleten monoklin. Polimorf anyag, 1700° felett tetragonális szerkezetű. A monoklin módosulat fajsúlya 9,68, a tetragonálisé 10,01 az átalakulási pontban tehát a térfogatváltozás lényegesen kisebb, mint a ZrO_2 esetében.

Adalékanyagokkal, melyekkel szilárd oldat képződése figyelhető meg, a HfO_3 is szabályos rendszerbeli kristályokat alkot. Ezek szobahőmérséklettől az olvadáspontig állandók.

1800°-on zsugorítva a HfO_2 -termékek porozitása mintegy 20%. Ugyanezen a hőfokon a zsugorított ZrO_2 porozitása 10% körül van. Ez megfelel annak a körülménynek, hogy a HfO_2 olvadáspontja magasabban van, mint a ZrO_2 -é. A HfO_2 2800° körül olvad.

A kereskedelmi ZrO_2 minőségét tűzállósági szempontból a HfO_2 , amely a ZrO_2 -dal szilárd oldatot alkot, erősen javítja. A HfO_2 hőtágulása kisebb (1300°-ig $6,10 \cdot 10^{-8}$ cm/cm·fok), átalakulási hőmérséklete magasabb, és az átalakuláskor bekövetkező térfogatváltozás kisebb. A „stabilizált” ZrO_2 termékben a CaO hatására a HfO_2 is szabályos rendszerbeli kristályformájában, tehát stabilizált állapotban van jelen.

A zsugorított hafniumoxid rendkívül előnyös tulajdonságú tűzállóanyagokat szolgáltat, de előállítása drága, aránylag ritka előfordulása és a Zr-tól való nehézkes elválaszthatósága miatt, mint szabályozó és biztonsági reaktoranyag mégis nagyfokú felhasználást nyerhet.

A hafniumnak több izotópja van, melyek mindegyike (n , γ) reakcióval nyel neutronokat. A neutronbefogóképesség aránylag kicsiny volta miatt hafniumvegyületeket tisztán kell alkalmazni szabályozó vagy biztonsági rudakban. Emiatt használata igen költséges.

3. Zsugorított hafniumkarbid termékek

Hafniumkarbid (HfC)-alapú zsugorított kerámiai termékek a hafniumoxidhoz hasonlóan reaktorokban mint szabályozó és biztonsági rudak anyagai nyerhetnek felhasználást.

Hafniumkarbid előállítható oxidból korommal széncsőkemencében 1900—2300° között.

Hafniumkarbid kerámiai testek sűrűsége nagy: 12,2 g/cm³, olvadáspontja az ismert anyagok között a legmagasabb, 3890°.

Fajlagos elektromos ellenállása 109 mikrohm·cm.

4. Bórkarbid és bórnitrid-alapú kerámiák

Termikus neutronabszorbensként bórvegyületek is használhatók. A B¹⁰-izotóp neutronbefogó keresztmetszete 750 barn. Neutronbefogással Li⁷ és He⁴ magokká alakul, lágy γ sugárzással.

Bórkarbid elektrotermikus eljárással elektromos ellenálláskemencében vízmentes bórtioxidnak (B₂O₃) szénrel való megbontásával állítható elő.

A tiszta bórkarbid képlete B₄C. Nagy kemény-sége és kopásállósága miatt húzókövek alapanyagként már régen alkalmazzák.

Rozsdamentes acélköpenyben B₄C-por több kivitelezett reaktorban mint szabályozó rúd szerepelt.

Sugárvédő ernyőként történő alkalmazása több gyártási eljárás segítségével valósítható meg. B₄C formadarabok leginkább porkohászati úton állíthatók elő. Kötőanyagként bórtioxidot vagy ólomborátot alkalmaznak és melegen sajtolják grafit formában 800—1000°-on. Fémkötéssel, utólagos zsugorítással előállított bórkarbid formadarabok hőmérséklettűrése a kötőfém tulajdonságaitól függ. Alumíniumkötéssel 600°-ig, nikkellel 1100°-ig használhatók. Tiszta B₄C meleg sajtolással 2200°-on grafit formában zsugorítható. Kerámiai úton nyomás alatti öntéssel — vízzel sűrű öntőmasszát készítve — is állíthatók elő bórkarbid formadarabok. Ezeket 600—1000 fokon zsugorítják, amikor is kis fajsúlyú (1,8 g/cm³) törékeny darabokat nyernek.

A bór nitridje (BN) értékes tűzálló anyag, nagyon rosszul vezeti a hőt és elektromosságot.

Előállítását bórtrikloridból ammónia segítségével történik, nagyjából az alábbi egyenlet szerint.



A nitridet ezután 2000°-on kiüszítják. Az így nyert bórnitrid semleges vagy redukáló atmoszférában kiváló tűzálló anyag. Levegőn a vörös izzás hőmérsékletén könnyen oxidálódik.

Bórnitrid idomdarabok előállítása 7000 kg/cm² hidrosztatikus nyomással, hajlékony formákba való sajtolás útján történik. Az így préselt darabokat 2200 C°-on CO és N₂ atmoszférában kiégetik, bár egyes kivitelezők megfigyelése szerint számottevő zsugorodás még ezen a hőfokon nem következik be, így az égetett idomok szilárdsága nem különbözik a nyers darabokétól. Kis mennyiségű kötőanyag, pl. bórtioxid, nagymértékben elősegíti a zsugorodást.

E) KERÁMIAI REAKTOR-SZERKEZETI ANYAGOK

A szerkezeti anyagok és egyéb szerepet betöltő kerámiai anyagok között éles határt vonni nem lehet. Így például a moderátorként tárgyalt berilliumoxid, berilliumkarbid vagy grafit-termékek reflektorként és szerkezeti anyagként is gyakran szerepelnek. A szerkezeti anyagok közül itt most csak azokat említjük meg, amelyek az eddigi felsorolásban nem szerepeltek, és kerámiai problémák is adódnak alkalmazásuk során. Ilyen anyagok a karbidok általában, és elsősorban a szilíciumkarbid, az oxidok közül a cirkonium- és óndioxid.

1. Karbidok

Karbidok felhasználhatók atomerőművekben mint tűzálló anyagok, fűtőelemek, sugárvédő ernyők és szerkezeti anyagok. Legfontosabb általános tulajdonságaik: nagy keménység és jó hőállóság. Az átmeneti elemek karbidjai az eddig ismert anyagok közül a legnagyobb keménységűek és a legtűzállóbbak, ezenkívül pedig szokásos üzemi hőfokokon kémiailag rendkívül ellenállók. Néhány karbid, különösen a ritkaföldfémkarbidok, jó elektromos vezető. A titánkarbid kitűnik hőingadozást álló képességével és magas hőmérsékleten is megmaradó húzószilárdságával.

A szilíciumkarbid fontos szerepet játszik az atomreaktorok szerkezeti anyagai között, nagy hővezetőképessége, kis befogó keresztmetszete és tűzállósága miatt. Használják védőbevonatként is grafit alapon, hogy az alapot magas hőmérsékleten oxidációtól védje. Történtek kísérletek urániumkarbid fűtőelemek bevonataként való alkalmazására is.

Szilíciumkarbidot nagy mennyiségben állítanak elő a csiszolóipar számára. 1 tonna csiszolási célokra használt szilíciumkarbid ára 340 rubel körül van. Reaktor célokra ennél tisztább szilíciumkarbidot használnak, ennek ára azonban még pontosan nem ismert, mert a fennálló követelmények sem teljesen tisztázottak.

A szilíciumkarbid nagyipari előállítása elektrotermikus úton történik.

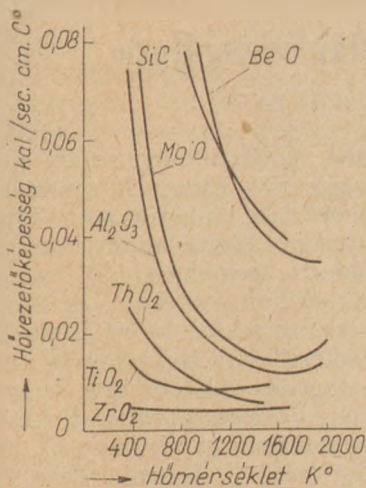
A szilíciumkarbid formadarabok hővezetőképessége aránylag nagy. Ezt szemlélteti a 8. ábra is, mely különböző kerámiai anyagok hővezetőképességének a hőmérséklettel való változását mutatja be.

Mind a SiC, mind pedig a BeO igen nagy hővezetőképességük következtében a kerámiai anyagok közül legjobban bírják a hirtelen hőfokingadozásokat.

Szilíciumkarbid alapú kerámiai formadarabok mechanikai szilárdsága nagymértékben függ az előállítás módjától. A gyártási technológia, a SiC szemcsék közti kötőanyag tulajdonságai, a szemcsék kötőmódja sokkal döntőbbek a végtermék mechanikai szilárdságára vonatkozóan, mint maga a szilíciumkarbid nyersanyag.

Szilíciumkarbid formadarabok gyártása általában az alábbi négy módon történhetik.

1. Szénből készült idomdarabot SiC-porba ágyazva vagy szilíciumgőzben hevítenek. A szak-



8. ábra. Kerámiai anyagok hővezetőképessége a hőmérséklet függvényében

irodalom erre az eljárásra vonatkozóan semmi további adatot nem közöl.

2. A szilíciumkarbid kristályos porát minden adalékanyag nélkül, szárazon sajtolják, és a kipréselt idomot 2000° körüli hőmérsékleten zsugorítják. Ekkor átkristályosodás és kristálynövekedés következtében a szemcsék közt erős kötés alakul ki.

3. A szokott kerámiai technológia szerint, a SiC-ot megfelelő tűzálló anyaggal, rendszerint agyaggal keverik, a formadarabokat sajtolással vagy öntéssel készítik és 1800—2000°-on zsugorítják. A kötést a szemcsék közt az adalékanyag hozza létre.

4. Újabb eljárás szerint kis mennyiségű kötőanyag hozzáadásával meleg sajtolás útján is állíthatók elő szilíciumkarbid formadarabok.

A szilíciumkarbid-alapú anyagok levegőn hevítve lassan oxidálódnak. Az oxidáció sebessége a formadarab felületi adottságaitól függ. A felület nagysága, a darab porozitása, szemcsenagysága és a szemcsék közti kötés erőssége nagymértékben befolyásolják. Nedves levegő oxidáló hatása lényegesen nagyobb, mint a szárazé.

Tűzálló célokra felhasznált szilíciumkarbid formadarabok felületét oxidáció ellen valamilyen alkalmas szilikátbevonattal látják el. Reaktorban történő alkalmazásra ilyen védőbevonatot még nem dolgoztak ki.

2. Oxidkerámiai termékek mint reaktorszerkezeti anyagok

Az oxidkerámiai termékek közül atomerőművekben mint szerkezeti anyagok természetesen a leginkább tűzálló tulajdonságúak, illetve a magas hőfokon is nagy szilárdsággal rendelkező anyagok kerülhetnek felhasználásra. Ezek közül elsősorban a berilliumoxid, magnéziumoxid, alumíniumoxid, cirkoniumdioxid és óndioxid-alapú kerámiák.

Berilliumoxid-testeket moderátorként is használnak, ezek tulajdonságait részletesen ott tárgyaltuk. A magnézium-, alumínium-, és cirkoniumoxidból készült idomok gyártási technológiája teljesen megegyezik a BeO-alapú kerámiákéval.

A cirkoniumdioxid-alapú kerámiai anyag gyártásában komoly problémát jelent, hogy az

alapanyagoknak többféle kristálmódosulata van. A szobahőmérsékleten stabil módosulat 1000° körüli hőfokon nagy térfogatváltozással alakul át tetragonálissá. (A monoklin ZrO_2 fajsúlya 5,56, a tetragonálisé 5,74 g/cm³). Ez a térfogatváltozás a kiégett kerámiai testnek megrepedezését vonja maga után lehűléskor. Van azonban a ZrO_2 -nak egy szabályos módosulata is, amelyet szennyezések hatására vesz fel. Ez a módosulat szobahőmérséklettől kezdve egészen az olvadáspontig állandó. (CaO és MgO jelenlétében 1900°-on zsugorított ZrO_2 szabályos rendszerben kristályosodik. Kialakulása arra vezethető vissza, hogy a szennyezések az alapanyagban szilárd oldatot képeznek, és ezzel a kristályformát módosítják. Ezt a folyamatot a cirkoniumoxid „stabilizálásának” nevezik, és ez teszi egyedül lehetővé a cirkoniumoxid alapú kerámiai anyagok gyártását.

Óndioxid alapon felépülő kerámiai anyagok hőmérsékletingadozásokkal szemben feltűnően ellenállóak. E tulajdonságuk és viszonylag csekély neutron-abszorpciós keresztmetszetük miatt atommagreaktorok különleges kerámiai anyagaiként nyernek alkalmazását.

A nagy ellenállóképességet hőmérsékletingadozásokkal szemben egyrészt a kis hőtágulási együttható, másrészt a viszonylag nagy hővezetőképesség okozza. Tömörre égetett óndioxid termékek lineáris hőtágulási együtthatója 22 és 650° közt $3,76 \cdot 10^{-6}$ cm/cm·fok, hővezetőképessége 40°-on 0,07 cal/cm·sec·fok.

Az óndioxid-termékeket 99 súly% SnO_2 -ból 1 súly% ZnO-dal zsugorítják. A ZnO-nak az a feladata, hogy a kristályosodást elősegítse. Az adalékoxid mennyiségét a lehető legkisebbre kell választani, mert a neutron abszorpciót idegen anyag jelenléte megnöveli. Az égetés 1420—1450°-on történik oxidáló atmoszférában.

A kerámiai anyagot a négyzetes rendszerbe tartozó kassziterit (SnO_2) kristályok építik fel. A kristályok közeit izotróp kötőanyag tölti ki.

Kerámiai anyagoknak atomerőművekben való alkalmazására vonatkozóan fenti összeállítás nem tart teljességre igényt, csupán egy kezdeti seregszemlének számíthat a kerámiai anyagok alkalmazhatóságának egy teljesen új területén.

Az ezen a téren várható fejlődés beláthatatlan. Érdekes jellemző az a tény, hogy az atomenergia békés felhasználásáról tartott első nemzetközi konferencia anyagában a kerámiai vonatkozású cikkek mintegy 80—100 oldalt foglalnak el összterjedelemben, addig a második konferencia beszámolóiban a kerámiai vonatkozású anyag 1200—1500 oldalnyi.

IRODALOM

1. Jadernyje reaktori. Moskva 1956. (Az atomenergia békés felhasználásáról tartott első nemzetközi konferencia válogatott anyaga. III. kötet: Reaktorok anyagai.)
2. *Reactor Handbook*: Materials. Vol. IV. Selected reference material on atomic energy. Geneva 1955.
3. Proceedings of the second united nations international conference of the peaceful uses of atomic energy. Vol. 5. Materials. Vol. 6. Basic metallurgy and fabrication of fuels. Geneva 1958.

(Összefoglaló a 145. oldalon.)

Porszénhamufajták technológiai vizsgálata

DR. KORACH MÓR és SASVÁRI GYÖRGY

I. Bevezetés

A porszéntüzelésű kazánokban képződő porszénhamu felhalmozódása komoly gondot okoz világszerte. Egy-egy erőmű 200 000 t/év nagyságrendű, vagyis 20 000 tiz t-s vagon mennyiségű porszénhamut termel. Ennek tárolása nehéz feladat, mivel térfogatsúlya rendkívül alacsony és a szél szertehordja. A porszénham utómegek tehát a salakhányó-tömegekhez hasonló ipari hulladékok, amelyekről már csak azért is mindenütt igyekeznek megszabadulni, mert komoly tájrendezési nehézségeket okoznak. Az elszállítás és tárolás jelentékeny összegeket is emészt fel, s ezért bármely olyan megoldás, amelynek gazdasági mérlege, még passzivitás esetében is, a szállítási és tárolási költségeknél nem nagyobb veszteséggel járna, társadalmi nyereségnek tekinthető.

Az elmondottak ezért készítették már a háború előtt a technológusokat arra, hogy módot keressenek a porszénhamu valamilyen feldogozására, s ma már mondhatjuk, hogy a porszénhamu selejtanyagból kezd nyersanyaggá válni a szilikátipar terén. Az első ilyen irányú tanulmányok és kísérletek ott indultak el, ahol a kazántelegek nagy száma és kiterjedése érhetően a leghamarább növelte gazdasági és társadalmi problémává a porszénhamu-tömegeket. Nálunk is ezért csak azóta foglalkozunk a kérdéssel, mióta megépültek nagy erőműtelepeink.

Véleményünk szerint a porszénhamu felhasználása, mint építőanyagipari nyersanyag, eredményes csak akkor lehet, ha a kérdéshez tudományos módszerességgel nyúlunk. Tipikus technológiai problémáról van szó, amelynek megoldása mindjárt a helyes kérdésfeltevéssel kezdődik: azzal a kérdéssel, milyen technológiai lehetőségeket és nehézségeket von maga után a nyersanyag természete; s mi sem jellemzőbb a technológiai metodika kiforrottságára annál a ténynél, hogy a porszénhamu-technológiát elég gyakran már a nyersanyag jellemzésénél rosszúl indították el. A módszertelenség azonban az egész műszaki fejlesztés során is jelentkezett itt-ott, ami nem egy kudarcra vezetett. Így pl. Nyugat-Németországban néhány évvel ezelőtt emiatt bukott meg egy porszénhamu-beton részvénytársaság, s nálunk is emiatt kellett ideiglenesen leállítani egy ilyen üzemet.

„Új építőanyagról” van szó, s nem mindig tartják szem előtt az ilyesmivel foglalkozók, hogy a kifejezés vitatható, mert amíg egy anyag új, vagyis időállósága nem bizonyított, nem tekinthető építőanyagának, s mikor már időállónak bizonyult, nem új, legalábbis a szó szoros értelmében. Ezért az időállósági próba a nem-klasszikus építőanyagoknál a technológia perdöntő szakasza, s nélkül nem mondható tudományosnak. Különösen, mióta közismertté vált, pl. a bauxitcement nagyméretű szilárdságcsökkenése 12–15 év során, úgyhogy a francia kormány betiltotta teherbíró

szerkezeteknél, az időállósági próba a nemklasszikus anyagok minősítésének *conditio sine qua non*-ja. Sajnos, még mindig nem tartunk ott, hogy laboratóriumi kísérletekkel, mintegy modellszerűen, utánozni tudnók az időjárás szeszélyeit, s így időben „sűríteni” azokat. Legföljebb anyag-szerkezeti ellenőrzésekkel kísért intenzív behatásokkal — hőkezeléssel, fagyasztással, vízbehatással stb. — tehetjük valószínűbbé, hogy az anyag a természetes időállósági próbát is kibírja. Ezért nem lehet egyetérteni azzal, hogy pl. néhány éve egy kutatóintézetünk tématervében egy ilyen típusú „új” építőanyag gyártása szerepelt — s azt meg is valószínűzték — *utána* mindjárt pedig ugyanannak időállósági kísérletei. Nem volt meglepő ezután, hogy a gyárat le kellett állítani.

A napi sajtó e kérdésben, sajnos, a múltban nem volt mindig szakszerűen informálva, közhangulatot keltett alaposan ki nem próbált építőanyagok mellett, s ez is közrejátszott abban, hogy elhanyagolták nálunk a klasszikus építőanyagok — a cement, a kő és a téglá — energikus fejlesztését, mert túlságosan bíztak az újban, vagyis ott, ahol az óvatosság a legindokoltabb. Így vált az építőanyaggyártás egyideig iparfejlesztésünk legszűkebb keresztmetszetévé. E munka célja hazai porszénkutatásunk tudományossá tétele, hogy e területen a további munka reális alapokon fejlődjék, s ne kerüljön ellentétbe a normális építőanyagfejlesztéssel.

II. Az eddigi porszénhamu kutatás Magyarországon

A kérdéssel elsőnek az Építéstudományi Intézet kezdett foglalkozni. Az 50-es évek elején az ÉTI a szénporhamu betonadalékanyagként történő felhasználását vizsgálta, részben cement, részben mészkötéssel, hidraulikusan kötve, hőkezeléssel és hőkezelés nélkül. A kezdeti, jónak látszó eredmények után azonban megállapították, hogy az így készült szénporhamutestek egy része az idők folyamán lassan elveszítik szilárdságukat. A nyomószilárdság csökkenése egy év alatt mintegy 50%-ot tett ki. Az ÉTI vizsgálatai szerint első sorban a csepeli és a mátravidéki szénporhamu adott szilárd falazóelemeket. Ugyancsak az ÉTI kísérletei alapján készültek habosított szénporhamu-elemek is, ezek azonban a gyakorlatban nem váltak be. Mindezen anyagoknak legfőbb hibája a rossz vakolattartás volt.

1955-ben az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet ugyancsak foglalkozni kezdett a szénporhamu építőanyagként történő felhasználásával, de kerámiai úton. Kísérleteket folytattak közönséges téglagyártó berendezésen olyan módon, hogy az agyag nagy részét, mintegy 50 súly százalékát, szénporhamuval helyettesítették. Az így készült téglá igen jó anyagnak bizonyult, térfogatsúlya mintegy 20%-kal volt alacsonyabb a közönséges

falitéglánál és a termék nyomószilárdsága alig maradt el a tégláé mögött.

1957-ben ugyancsak az ÉAKKI-ban több kísérlet történt szénporhamu igen kis mennyiségű kerámiai kötőanyaggal történő feldolgozására. Tekintettel a csekély agyagmennyiségre a kísérlet-sorozatokat vibroprésszel készítették. A magyar szénporhamufajták egy részével már 5–10 súly/% agyag hozzáadása mellett 1000 C° körüli hőmérsékleten csaknem falitégla szilárdságú és kb. 1000 kg/m³ térfogatsúlyú testeket nyertek.

1957-ben indult meg az ÉTI-ben a szénporhamu más jellegű, de ugyancsak kerámiai felhasználásának kísérletsorozata is egy angliai tanulmányúton szerzett tapasztalatok eredményeképpen. Kísérletet aknakemencében pernyéből, agyagból és szénporból tányéron granulált szénporhamu gömböket égettek, mintegy 1200 C° hőmérsékleten. A termék, amely mint könnyű és mégis szilárd, kavicsot helyettesítő betonadalék használható fel, mintegy 1700 kg/m³ térfogatsúlyú, 150 kg/cm²-nél nagyobb szilárdságú betont eredményez.

Az elmúlt év folyamán a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszékén a szénporhamu alapanyaga és a mésszel kevert, hidraulikus kötőanyag készült testek vizsgálata történt meg. A vizsgálatok eredményét tartalmazza jelen munka következő fejezete.

III. Vizsgálati eredmények

1. Az eredeti szénporhamufajták

11. Fizikai tulajdonságok

111. Térfogatsúly, fajsúly, porozitás

Az ömlesztett térfogatsúly fajtánként jelentékeny különbséget mutat. A vizsgált 7 pernyefajtánál 0,477 és 0,830 kg/l között ingadozik. A pécsi hamu ömlesztett térfogatsúlya igen alacsony, ami annál szembetűnőbb, mert a szemcsetérfogatsúly — amelyre később térünk ki — a többi hamufajttal hasonlítva közepesnek tekinthető. Ebből az következik, hogy nem a szemcsék tagozottsága, hanem a közöttük levő hézagter nagy. Ezt a szemcsék igen szabálytalan alakja okozhatja, de a pécsi pernyéről készült mikroszkópos felvétel nem mutat szabálytalan szemcséket. Így a kiugróan alacsony ömlesztett térfogatsúly magyarázatát adni nem tudjuk.

A szemcsetérfogatsúlyokra jellemző, hogy a savanyú hamufajtáknál ez mintegy 30–40%-kal kisebb, mint a bázikus ajkai hamunál. Ennek magyarázata az, hogy a savanyú karakterű hamufajták a bennük levő szén és vasoxid hatására a redukáló tüztérben ugyanúgy duzzadnak, mint a duzzadó agyagfélék. A szemcsék egy részének felhólyagosodását a mikroszkópi felvételek is bizonyítják. A bázikus ajkai hamunál a szemcsék egy része tömör üveggé sült össze.

112. Szemcsealak és szemcse szerkezet

A vizsgált szénporhamufajták eléggé egységesen a következő szemcsetípusokat tartalmazzák, különböző százalékos összetételben.

- a) Át nem alakult salakrögök.
- b) Kristályos, általában világos színű konglomerátumok.
- c) Szabálytalan alakú és változó színű olvadékrögök.
- d) Fúvódott gömbök.
- e) Fúvódott gömbök központi zárvánnyal.

Egy további osztályozási szempont lehet a mikroszkópi felvételeknél a ki nem égett széntartalom, amelyet a szemcsék általában sötétebb, szürke, néha fekete színe jelez.

Véleményünk szerint a szemcsék olvadt és fúvódott volta nem a kérdéses szén kísérő kőzetére, hanem sokkal inkább a kazánban történő elégetés körülményeire jellemző. Feltehető azonban, hogy a tüzelési körülmények az egyes erőműveknél állandók és emiatt a képződő szénporhamu kielégítően jellemezhető az elüvegesedés és fúvódás mértékével. Az egyes szénporhamufajták ilyen értelemben jellemző tulajdonságait az alábbi táblázat mutatja be.

Hamufajta	Üveges rész %	Üveges és duzzadt rész %	Kristályos és ki nem olvadt rész %
Ajkai	22	—	78
Borsodi	5	—	95
Csepeli	90	57	10
Komlói	75	15	25
Mátrai	17	10	83
Pécsi	72	15	28
Tatai	45	30	55

Jelentős ingadozást mutat a mikroszkópos vizsgálatnál a szénporhamuszemcsék abszolút nagysága és egyenletessége is. Ha feltételezzük, hogy a tüztérben a szénszemcsék nem rekombinálnak, akkor ez csak az egyes erőművek szemcsemalmainak különböző hatásosságára jellemző. Finom és egyenletes eloszlású hamufajták az ajkai és a csepeli, aránylag durva és egyenlőtlen eloszlású a borsodi és a komlói, a többi közepes helyzetet foglal el.

Széntartalom tekintetében a mikroszkópos vizsgálat alapján jól kiégett hamufajtának minősíthető az ajkai, tatabányai és mátravidéki, gyengén kiégett a komlói és a pécsi, közepes helyzetet látványosan elfoglalni a többi.

113. Szemcseeloszlás

A szénporhamufajták egy része normális eloszlást mutat, rendellenes viszont az eloszlás a borsodi, tatai és mátravidéki hamuknál, amelyeknél az eloszlás-görbében 1 mm átmérőnél törés mutatkozik. Ez valószínűleg annak a jele, hogy az eltüzelt szénpor nem egységes őrlési folyamat eredménye, hanem két független őrlés keveréke.

Az átlagos szemcse nagyság hamufajtánként erősen ingadozik. Ezt a következő táblázat mutatja be:

Hamufajta	Átlagos szemcsenagyság mikron
Ajkai	54
Borsodi	190
Csepeli	45
Komlói	40
Mátravidéki	76
Pécsi	74
Tatabányai	84

Az egyes hamufajták szemeséinek mintegy 80%-a a 20 és 100 mikron közti tartományba esik. Kivételt képez a tatabányai, ahol a szemcsék 80%-a 20 és 160 mikron, valamint a borsodvidéki, amelynél a szemcsék 80%-a 60 és 1000 mikron közti tartományokban helyezkedik el. Hangsúlyozzuk, hogy ez véleményünk szerint kizárólag az egyes erőműveknél alkalmazott őrlési módokra jellemző és így különösebb jelentősége a hamuvizsgálatoknál nincs.

12. Kolloid fizikai tulajdonságok

121. Az eredeti pernye gőzadszorpciója telített levegőből

A szénporhamufajták egyensúlyi nedvessége szobalevegőn telített gőztérben 6—12% között van. Kivételt képez az ajkai pernye, amelynél a benne levő szabad CaO ugyancsak felvesz vizet és ennek egyensúlyi vízfelvétele ennek következtében megközelíti a 40%-ot.

Általánosságban megállapítható, hogy a szénporhamufajták kivétel nélkül több vízgőzt adszorbeálnak, mint az összehasonlító anyagként alkalmazott etilalkohol-, ill. benzolgőzt, annak ellenére, hogy a két utóbbi lényegesen nehezebb molekulájú, mint a víz. Ez arra mutat, hogy az adszorbeált vízréteg vastagsága jóval több molekula összegéből adódik, mint az alkoholból, vagy benzolból adszorbeált rétegek vastagsága. Általában megállapítható ezenfelül, hogy elszigetelt pontoktól eltérően, az adszorpció alkohol esetében közel kétszerese a benzol-adszorpciónak. Az alkohol általában közelebb áll a vízhez, mint a benzolhoz. Ennek valószínű magyarázata az alkoholmolekula polaritása, ill. a benzolmolekula apoláros volta.

Megállapítható végül, hogy a vízadszorpció a vizsgálat ideje alatt a legtöbb pernyénél nem jutott el a telítettségig és a görbe végig emelkedő tendenciát mutatott. A két organikus vegyület gőzével telített hamu az első 20 nap alatt telítetté válik.

Az irodalomban található adszorbeált rétegvastagsági adatok alapján megállapítható, hogy a pernyeszemcsék belső felülete 2—5-szöröse a makroszkopikus külső felületnek. Különösen nagy belső tagozottságot mutat a borsodi, tatai és mátrai pernye, ezzel szemben a legkisebb ömlesztett térfogatsúlyú pécsi pernye nem.

122. Az oldható sók higroszkóposágának hatása a gőzadszorpció mértékére

A hét szénporhamufajtánál a kiforrálás három esetben fokozta, két esetben csökkentette és két esetben nem befolyásolta a telített levegőből tör-

tendő vízgőz-adszorpció mértékét. Megállapítható, hogy aránylag kis mennyiségben tartalmazott oldható sók a vízgőz felvételét alig befolyásolják. Ami hatás mutatkozik, az azzal magyarázható, hogy egyes pernyefajtáknál az oldható sók kristályai elzárják a belső üregek egy részét.

13. Kémiai tulajdonságok

131. Vízoldható sótartalom

A sótartalom az egyes hamufajtáknál igen változó, 0,4 és 8% között ingadozik. Kiugróan magas értéket mutat az ajkai és a mátrai pernye. Az ajkai pernyénél, amelynek CaO tartalma 40% ez érthetőbb, mert feltételezhető, hogy a Ca egy része vízoldható (pl. szulfid) kötésben van jelen. A vízoldható sók összetételét a csepeli, a mátrai és az ajkai pernyékben vizsgáltuk. A jelenlévő kationok Ca^{++} és Mg^{++} , az egyetlen kimutatható anion SO_4^{--} .

132. Oxidos elemzés

Az elemzés eredményei világosan mutatják a savanyú és bázikus jellegű szénporhamufajták közti jelentékeny különbséget. Az ajkai szénporhamunál a savanyú és amfoter jellegű oxidok aránya a bázikus oxidokhoz 4 : 6. A többi vizsgált pernyefajtánál — ezek valamennyien savanyú jellegűek voltak — ez az arány 9 : 1. Az izzítási veszteség csak igen kis részben adódik az éghető széntartalomból. Jellemző, hogy minden vizsgált pernye 1% feletti mennyiségben tartalmaz SO_3 -ot.

A vizsgált hamukat több más intézmény is elemezte és a talált eredmények meglehetősen rosszul egyeznek az idegen eredményekkel. Kétségtelen azonban, hogy az idegen eredmények egymásközt is rosszul egyeznek és valószínű, hogy egyik esetben sincs szó elemzési hibáról. Sokkal valószínűbb, hogy a szénporhamu összetétele ugyanannál a szénél és ugyanannál az erőműnél állandóan változó, részben a szén kísérő kőzetének változékonysága, részben pedig az elégetés körülményeinek változása miatt.

133. 1 : 1 sósavval kioldható R_2O_3

Az egyes vizsgált pernyefajták sósavoldható R_2O_3 tartalma igen különböző, 1 és 9% között változik. A legkisebb oldhatóságot a komlói, a legnagyobbat a mátrai és ajkai pernye mutatja. Minden vizsgált hamufajta egyaránt tartalmaz vas- és alumíniumoxidot, de a kettő aránya változó. E tekintetben két csoport különböztethető meg, az ajkai, tatai, mátrai pernyék kb. 1 : 1 arányban tartalmazzák a kettőt, a csepeli, komlói és pécsi pernyék pedig jóformán csak vasoxidot tartalmaznak sósavoldható formában. Valószínű, hogy a vasoxid nagy része nem szilikát kötésben, hanem szabadon, vagy könnyebben bomló kötésben (esetleg ferrit) van jelen.

134. Éghető széntartalom

Az éghető széntartalom a külföldi szénporhamu adatokkal egybevetve igen csekély és ez arra mutat, hogy a szénpor eltüzelés erőműveinkben kifogástalan. Az éghető széntartalom 1 és 3% között változik, kivételt csak a borsodi hamu ké-

pez, ahol az éghető szén megközelíti a 6%-ot. Ez nyilván összefügg azzal, hogy a borsodi erómu nem szénport, hanem széndarát tüzel el, ami a borsodi hamu szemeselemzéséből is kiderül és ilyen módon a kiegészés a rövid lebegési idő alatt tökéletlen.

135. Szénporhamu szuszpenziók hidrogénion koncentrációja

A sűrű szénporhamu szuszpenziók 6 órán belül beállnak a véglegesnek tekinthető p_{II} -ra. A p_{II} a hamufajta összetételétől függően változó. Az ingadozás 5—13 p_{II} tartományban észlelhető.

A hamufajtákat két csoportra lehet bontani. A csepeli és ajkai hamu szuszpenziójának p_{II} -ja 11,5 és 12,5 között változik, a többi hamufajtáé 5,5 és 9 között. Miután az ajkai hamu nagy mennyiségű szabad CaO-t tartalmaz és a CaO szuszpenzió p_{II} -ja számos egyező irodalmi adat szerint 12,5, ez az érték indokolt. A csepeli hamu szuszpenzió magas p_{II} értékére nem találtunk magyarázatot. Annál is különösebb ez, mert a csepeli hamu a legsavanyúbb karakterű vizsgált hamufajta.

14. Ásványösszetétel

141. Röntgendiffrakciós spektrumok

A hétféle vizsgált szénporhamu igen nagy számú felvétel alapján mindössze kétféle diffrakciós spektrumot eredményezett. Egy spektrumtípus a bázikus ajkai pernye spektruma, a másik típus az összes többié. A savanyú karakterű hamufajták spektruma egymás között ugyanis semmiféle eltérést nem mutat. Így ezt közös spektrumnak tekintettük és a 6 savanyú karakterű hamu ásványi összetételét együttesen határoztuk meg.

A bázikus ajkai hamu szabad kvarc-vonalat nem mutat. Ásványtani összetétele kalcit és diopszid, a vonalak erőssége alapján ítélve a diopszid van túlsúlyban.

Az elüvegesedés csekély, mert csak a 330 Å vonal (amely a kalcit 3,29 Å és a diopszid 3,27—3,34 vonalával azonosítható) mutat diffúz aurát.

A savanyú karakterű hamufajták spektruma jóval gazdagabb. Szabad kvarc jelenlétét bizonyítja az 1,53 Å kvarcvonal, amely közepes erősségű. A gyenge erősségű 1,49 és 1,45 Å vonal jelenléte szabad vasoxidra mutat (ferrioxid). A kalciumszilikátok közül közepes erősséggel jelentkezik a wollastonit és annak monohidrátja a xonotlit (2,98, 3,61, 2,49 és 1,94 Å vonal). Igen érdekes a pirogén hamukban a monohidrát jelenléte, amely nyilván az eltávolítás vagy a tárolás folyamán keletkezett, víz hatására. A vonalak nagy része diffúz, ami tekintélyes mennyiségű üvegfázis jelenlétét bizonyítja.

142. Kötőképeség adalék nélkül természetes állapotban és őrlés hatására

A bázikus ajkai pernye és a többi savanyú karakterű hamuféleség egymástól erősen eltérő viselkedésű. Az ajkai hamu természetes állapotban minden őrlés nélkül kötőképes, kötés közben azonban erősen duzzad. Szabad levegőn tárolva egy-két

napon belül, gőzölve azonban 1 órán belül szétrepedezik és végül szétmállik. Emiatt ezt a hamufajtát adalékanyagként nem is vizsgáltuk.

A savanyú karakterű hamufajták között egy sem akadt, amely természetes állapotban mérhető mértékben kötőképesnek bizonyult volna. 96 órás őrlés után a borsodi, csepeli, komlói és pécsi hamufajták saját szilárdsága még autoklávólva is kisebb maradt mint 10 kg/cm². A mátrai hamu szilárdsága azonban elérte a 16, a tatai hamu szilárdsága pedig a 21 kg/cm²-t.

A legnagyobb szilárdságot általában a 8 órán át alkalmazott autoklávólás eredményezte. Kivételesen viselkedett e szempontból a mátrai hamu, amelynél a szobahőmérsékleten történő tárolás adta a legjobb nyomószilárdsági eredményt.

Technológiai jelentősége a hamufajták utólagos őrlésének aligha van, legfeljebb a mátrai és tatai hamunál lehetne ilyenfajta nemesítésre gondolni, ha igen hatásos és olcsó üzemi őrlőberendezést lehetne e célra találni.

2. Mésszel kötött szénporhamu testek

21. Fizikai tulajdonságok

211. Térfogatsúly

A térfogatsúly száraz állapotban 0,73 és 1,11 kg/l között változott, emelkedő méssztartalom mellett csökkenő irányzattal. Különleges helyzetet foglal el a pécsi hamu, mert az ebből készült testek térfogatsúlya mintegy 0,75 kg/l. A többi hamuból készült test térfogatsúlya 1 kg/l körül volt.

A könnyű térfogatsúly következtében a mésszel kötött hamutestek hővezetőképessége lényegesen kisebb a jelenleg használatos falazó anyagokénál (mintegy 0,07 kcal/mó C°)

Emiatt a mésszel kötött hamutestek építőanyagként történő felhasználása előnyös volna, ha más tulajdonságaik, így elsősorban szilárdságuk és időállóságuk megfelelőek lennének. Kétségtelen azonban, hogy a pécsi hamu mint igen olcsó hőszigetelő anyag akár kitöltő anyagként, akár mésszel kötött idomok formájában jól használható. E hamufajtával azért ilyen irányban foglalkozni kell.

212. Nyomószilárdság

a) A hamufajta befolyása

Nyomószilárdság szempontjából a hét hamufajta közül meszes kötással csak a csepeli és a mátrai hamu jön tekintetbe, mint építőanyag. Ezek szilárdsága a többihez képest mintegy háromszoros, 80 és 100 kg/cm².

A többi hamufajta nyomószilárdsága függetlenül a méssztartalomtól, ill. a szilárdítás hőmérsékletétől, kivétel nélkül 40 kg/cm² alatt marad. A nyomószilárdságot megítélésünk szerint nem a hamufajta kémiai vagy ásványtani összetétele, hanem sokkal inkább fizikai jellegzetessége határozza meg.

b) *A mézmenyiség befolyása*

Ennek befolyása nem egyértelmű. 100°-on szilárdítva a mézmenyiség növelésével a nyomószilárdság, a pécsi hamut kivéve mintegy 20—40%-al romlott. Autoklávban szilárdítva viszont a pécsi és komlói hamunál a mézmenyiség emelésével a szilárdság többszörösére javult, a többi pernyénél változatlan maradt. Ez a jelenség nehezen magyarázható. Az okok felkutatásához sokkal nagyobb statisztikára lenne szükség, mint amekkora eddig rendelkezésre áll.

c) *A szilárdítás módjának befolyása*

A komlói és pécsi pernyéktől eltekintve a szilárdítási hőmérséklet emelése nem hoz lényeges változást nyomószilárdság tekintetében. Ezzel ugyanazt állapítjuk meg, mint az ÉTI több éven át folytatott félüzemi kísérleteinél.

d) *Az utószáritás hatása*

A 105°-on végzett utószáritás a kisebb mézhányad mellett egyébként is jó szilárdságú hamufajták szilárdságát kétségtelenül fokozta, hatástalan maradt azonban a gyengébb szilárdságú hamufajtákra. A mézszadagolás emelésével e hatás elmosódik. Az értékeléshez nagyobb statisztikára és pontosabb mérőmódszerre lenne szükség.

e) *Tárolás szobahőmérsékleten*

A 40 napos nedves tárolás gyakorlatilag hatástalan a nyomószilárdság alakulására. Egyedül a csepeli hamunál jelentkező értékelhető emelkedés.

213. *A hamu- és a méz-adalék együttes őrlésének hatása a nyomószilárdságra és térfogatsúlyra*

A 10% CaO-t tartalmazó hamu és mézkeveréknél az őrlési idő függvényében a belőle készülő testek nyomószilárdsága minden szilárdítási módnál egyértelműen emelkedett. Az egyes hamufélék az őrlési idő változtatására igen különböző módon reagálnak. Így pl. a pécsi hamu nyomószilárdsága az őrlési idővel látszólag lineárisan emelkedik. Az összes többi hamuféleség szilárdsága kezdetben ugrásszerűen és később lassan emelkedik. A csepeli és komlói hamu esetében a nyomószilárdság 24 órai őrlés után a legnagyobb és utána vagy csökken, vagy állandó marad. Ugyanúgy viselkedik a borsodi hamu is.

A nyomószilárdság emelkedése igen jelentékeny. A pécsi és mátrai hamunál pl. megnégyeszeresedik, a többi hamunál, kivéve a komlói hamut, legalábbis megduplázódik.

A próbatetek térfogatsúlya kezdetben gyorsan, az őrlési idő növekedésével azonban csak lassan növekszik. E növekedés azonban igen csekély, a különböző hamufajtáknál eléggé egyélesen 20—30%.

Ha a nyomószilárdság jelentékeny és a térfogatsúly csekély emelkedését egybevetjük, úgy kimondható, hogy az együttes őrlés igen hatásos módszere a mézzel kötött hamutestek minőségi

feljavításának. A módszer esetleg gazdaságos is lehet, mert a legtöbb hamufajtánál 12—24 óras őrlés elegendő a szilárdság megduplázására és ez a kezelés a térfogatsúlyt aránylag igen csekéllyel növeli. Az őrlés laboratóriumi szinten igen kevésbé hatásos porcelángolyós őrlő dobokban történt. Feltehető, hogy ugyanez az őrlési hatás komoly ipari malmokban az őrlési időnek egy kis hányada alatt elérhető lesz. A módszer eléggé kilátásos ahhoz, hogy üzemi kísérleti szinten vizsgálatot indokoljon.

22. *Kötési mechanizmus*221. *A szilárdítás hatása a savoldható R_2O_3 tartalomra*

A mézzel kevert és gőzölt lamuból készült testek R_2O_3 tartalmának oldhatósága a szilárdítás következtében jelentékenyen fokozódik. A méz-adalék mennyiségének emelése csak kismértékben, a szilárdítás hőmérséklet-emelése viszont annál inkább növeli a savoldhatóságot.

Minden hamufajtánál egységesen az észlelhető, hogy az oldott R_2O_3 emelkedése csaknem teljes egészében a kioldott Al_2O_3 mennyiség növekedéséből áll, az Fe_2O_3 , akár a méz-adalék mennyiségét, akár a hőmérsékletet emeljük, mennyiségileg alig változik a kioldott részben.

A savoldhatóság fokozódása azzal magyarázható, hogy a gőzölés hatására a méz-adalék jelenlétében az ellenállóbb alumíniumszilikátok savakban könnyebben oldódó kalciumaluminátszilikátokká alakulnak át. A következő pontból láthatóan ez valóban így is van és ez a folyamat jelentős része a kötést okozó kemizmusnak.

222. *Röntgendiffrakciós spektrum*

A savanyú jellegű hamufélékből készült mézzel kötött próbatetek a hamu eredeti spektrumához képest a következő új spektrumvonalakat mutatják.

Az eredeti spektrumból teljesen hiányzó 3,90, 2,60, és 1,84 Å hillebranditra jellemző vonalak közepes erősséggel jelennek meg. Az ugyancsak hiányzó 2,95, 2,45 Å $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ vonalak nagy intenzitással jelentkeznek.

Ugyanakkor eltűnnek az eredeti pernyében meglévő 1,54 Å kvarc és a 2,49 xonotlit vonalak. A többi xonotlit vonal közepes erősségről alig észrevehetővé gyengül.

A diffrakciós spektrum változása azt bizonyítja, hogy a szénporhamu mézzel történő kötésekor legalább két hidraulit keletkezik, az első a hillebrandit, a második pedig a trikalciumaluminátszilikát. A két hidraulit az eredeti pernyében nagy mennyiségben jelenlevő kvarc és xonotlit rovására képződik.

Igen érdekes, hogy a mézshomoktégla kötésekor csaknem kizárólagosan keletkező tobermorit tökéletesen hiányzik és emiatt a szénporhamu meszes kötését gyökeresen más folyamatnak kell minősíteni, mint a méz-homok kötést. Elképzelhető, hogy a tobermorit képződés a kovasav kvarc módosulatának sajátja.

23. Időállóság

231. CO_2 atmoszféra hatása szénporhamutest nyomószilárdságára

A hatás a nyomószilárdságra vonatkozóan nem volt egyértelmű. A csepeli, pécsi és mátrai hamuknál a CO_2 atmoszféra nem okozott észrevehető változást, a tatabányai hamunál a szilárdságot mintegy 30%-kal emelte, a komlói hamunál viszont ugyanannyival csökkentette. A vizsgálat egészét értékelve valószínű, hogy a CO_2 atmoszféra a vizsgálati időtartam alatt nem befolyásolja jelentékenyen a nyomószilárdságot.

A karbonáttartalom változása teljesen más képet mutat. Bebizonyosodott, hogy a szilikát formájában megkötött meszet, amely szénsavas kezelés nélkül sósav hatására már nem bomlott meg, a CO_2 atmoszféra a vizsgálati idő alatt jelentős mértékben elbontja. A szénsavas kezelés végén általában háromszor annyi a sósavoldható kalciumtartalom, mint szénsavas kezelés nélkül.

232. $NaHSO_4$ oldat hatása a nyomószilárdságra

A 60 napon át történt 5%-os $NaHSO_4$ oldatban való tárolás és a víz alatt levő tárolás hatása a nyomószilárdságra nagyjából azonos. A borsodi hamu kivételével a szulfátoldatban elért végső nyomószilárdság minden egyes pernyénél valamivel magasabb volt a vízben elért szilárdságnál. A különbség 20–25% és a mérési módszer pontatlansága miatt ez nem nagyon értékelhető. A borsodi pernyéből készített testek azonban a szulfátoldatban szétmálltak. A vizsgálathól végül is az a következtetés vonható le, hogy a borsodi hamu kivételével a vizsgált savanyú jellegű hamufajták szulfátállók. Ez nem is csodálatos, mert a szénporhamu eredeti formájában is tartalmaz gipszet és az SO_3 tartalom a vonatkozó szakirodalom szerint részt is vesz a hidraulikok kialakításában. Ezt az irodalmi közlést azonban röntgendiffrakciós vizsgálataink nem erősítették meg.

233. Forralásos roncsolás

Az ötszöri forralással roncsolt testek nyomószilárdság változása nem jelentékeny. A szilárdság az első két roncsolás után általában fokozódik és az ötödik roncsolás után nagyjából visszaáll az eredeti értékre. Megállapítható, hogy ilyen kiszámú behatás a hamutestek szerkezetét nem bontja meg. Nyilvánvaló, hogy a roncsolások számának emelésével előbb-utóbb a testek szövete lazulni és sérülni fog, de kérdéses, hogy időállóság szempontjából van-e ennyire extrém körülményekkel járó vizsgálatnak értékelhető eredménye.

IV. Néhány különleges tulajdonság vizsgálata

A magyar szénporhamufajták közül eddig fialelemek gyártására leginkább a csepeli szénporhamut használták fel hidraulikusan kötött formában. Ebből az anyagból már mintegy 200 kétlakásos családi házból álló lakótelep is meg-

épült. Emiatt ezt a hamufajtát, ill. a belőle készült próbateteket olyan vizsgálatoknak is alávetettük, amelyek építéstechnológiai használhatóságát voltak hivatva eldönteni. Emiatt a III. fejezetben már leírt vizsgálatokon felül megvizsgáltuk a testek nyomó-, ill. szakítószilárdságának összefüggését a víztartalommal, a kötött testek térfogatállandóságát a nedvességtartalom függvényében, a testek száradási sebességét a hőmérséklet függvényében és végül az ilyen anyagból készült falakban fellépő nedvességeloszlást mintegy 4 évvel a beépítés után.

1. A nyomó és szakítószilárdság a nedvességtartalom függvényében

Megállapítottuk, hogy a nedvességtartalom a kétféle szilárdságra ellentétesen hat. A nyomószilárdság a víztartalommal csökken, a húzószilárdság nő.

Ha a víztartalom 50%-ról 0-ra csökkent, a nyomószilárdság 38%-kal fokozódott.

A próbapiskóták szakítószilárdsága a víztartalom 60%-ról 0%-ra való csökkenésével 33%-kal kisebbedett.

Valószínű, hogy a növekvő nedvességtartalommal javuló szakítószilárdság csak látszólagos, mert a testek a húzóigénybevétel folyamán nyúltak.

2. A nedvességtartalom és a térfogatállandóság összefüggése

Megállapítottuk, hogy a vízzel telített próbatestek a teljesen száraz testekhez viszonyítva nagyobbak voltak. A nedvesség hatására fellépő duzzadás mintegy 0,002 m/m.

Ha a szárítást és telítést ugyanazon sorozatnál többször végeztük el, akkor a különbség a nedves és száraz méretek között kb. ugyanaz maradt, a test azonban az egymást követő műveletek után száraz állapotban is kb. 0,001 m/m faktoriall nőtt eredeti méretéhez képest.

3. A száradási sebesség vizsgálata

A vizsgálatot a hagyományos építőanyagokon észlelt száradási sebességgel történő összehasonlítással végeztük. A szénporhamu próbatestek száradási sebessége nagyjából megegyezett a hagyományos építőtestekével, így a téglával és a cementhabarcsával. Ez a mintegy ötször nagyobb kezdeti víztartalom folytán oda vezetett, hogy az egyesnsúlyi nedvességig történő kiszáritás 105°-on az összehasonlító testekhez képest 3–5-ször hosszabb időt vett igénybe. Ez az arány a szárított testek méreteinek növekedésével tovább romlott.

A szárítási hőmérséklet csökkentésével a száradás sebessége a szénporhamutesteknél sokkal rohamosabban csökkent, mint az összehasonlító anyagként használt téglánál és cementhabarcsnál. 40°-on ez az összehasonlító anyagok száradási sebességének már felét sem érte el.

Mindebből arra következtethetünk, hogy az igen nagy kezdeti nedvességtartalommal beépített

falelemek gyakorlatilag nem száradnak ki és víztartalmuk belátható időn belül nem veszítik el. Emiatt nagyszámú magfúróval vett mintát vizsgáltunk meg 4 évvel a vizsgálat előtt épült szénporhamú falazatú házak falából. A vizsgálat eredménye bebizonyította, hogy a falak változatlanul tartalmazták a formázási vizet, azonban egyenlőtlen eloszlásban. A falak belső egyharmadában a víztartalom lényegesen meghaladta a formázási víztartalmat, a fal külső felületén pedig a víztartalom 20–25%-ot tett ki. Ez a jelenség azzal járhat, hogy a fal a víztartalomtól függő térfogatváltozás következtében vagy kihajlik, vagy lemezesen reped.

V. Általános megjegyzések

A szénporhamufajták inhomogenitása és állandóan változó keletkezési körülményei megbízható értékelést még egyazon erőműnél sem tesznek lehetővé. Miután az átlagmintavétel csak igen rövid idő alatt keletkezett szénporhamura vonatkozhat — a bányákban a jövőben termelendő szén átlagos hamuösszetételét lehetetlen átlagolni —, minden vizsgálati eredmény fenntartással kezelendő és nem egyéb irányértéknel.

Különösen vonatkozik ez a szilárdságmérés eredményeire, ahol sok ezer sorozatos statisztika lenne szükséges félig-meddig megbízható adatok megállapítására.

Bár az időállóság megállapítását célzó vizsgálatok a hidraulikus kötéssel, mészsadalékkal készült szénporhamutesteket veszélytelen építőanyagként jellemzik, éppen az eredendő egyenlőtlenség következtében ezeket az adatokat nagy óvatossággal kell kezelni.

IRODALOM

- Ottmann : Silikattechnik. 1951, 2, 143 p.
- Ottmann : Silikattechnik. 1952, 5, 221 p.
- Violet : Betonsteinzeitung. 1952, 12, 452 p.
- Endell : Braunkohle. 1952, 2, 138 p.
- Budnikov : Doklady Akad. Nauk. 1952, 1021 p.
- Mc Clanahan : Eng. Nws Rec. 1953, 11, 32 p.
- Rudnai : MTA. Műsz. Tud. Oszt. közleményei. 1953, 11, 1, 2 köt.
- Kalousek : J. Am. Ceram. Soc. 1954, 7 p.
- Greenberg : J. Phys. Chem. 1954, 367 p.
- Feret-Venuat : Revue des Matériaux. 1955, IV.
- Dr. Albert : ÉAKI 20. sz. jelentése. 1955, IX.
- Pepler : Recherche. Natl. Bur. Standards. 1955, 205 p.
- Brandt : Forschungsberichte V. D. I. 1956, 248 p.

- Thomson : Pit and Quarry. 1956, II, 165 p.
- Glebov és Rojak : Sztróitelnüje material. 1956, X, 13 p.
- Assarson—Rydberg : J. Phys. Chem. 1956, 397 p.
- Peters : Betonsteinzeitung. 1957, I, 27 p.
- Fouilloux : Silicates industriels. 1957, 336—342 p.
- Bondar : Ju. Sztróitelnüje material. 1958, 4, X, 40 p.
- Novopasin A. A. : Trudi Kujb. Inszt. 1958, 5, 3—16 p.
- Szpeszincev : Ju. A. Prom. Ekosz. bulletin. 1958, 9, 25—26 p.
- Rozenfeljd L.M. : Sztróitelnüje material. 1959, IV, 8—10 p.
- Dr. Albert : Épitőanyag. 1959, 10, 355 p.

Dr. Korach Mór—Sasvári György : Porszénhamufajták technológiai vizsgálata.

E közlemény rövid összefoglalása annak a kísérleti munkának, amelyet a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológiai tanszéke végzett az elmúlt két évben a magyar barnaszénpor hamu fajták tulajdonságainak, valamint ipari felhasználhatóságának tisztázására. Összefoglalja azokat az eredményeket, amelyeket e dolgozatot követően cikksorozat formájában részletesen fogunk közölni. Az egyes munkarészekről azok számolnak be, akik a munkát a Tanszéken ténylegesen végezték. E dolgozatok majd részletesen ismertetik nemcsak az elért eredményeket, hanem az alkalmazott módszereket is.

Д-р Корач Мор—Шашвари Дьердь : ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЫЛЕУГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ

В настоящей статье кратко суммируются экспериментальные работы, проведенные на кафедре химической технологии Будапештского Технического Университета за прошедшие два года в интересах выяснения свойств и применимости различных видов пылеугольной золы в промышленности. В статье кратко излагаются результаты, которые подробно будут описаны позднее в серии статей. Об отдельных разделах работы отчет делают авторы, которые проводили данную работу на кафедре. В этих статьях будут подробно изложены не только результаты, но также и примененные при испытаниях методы.

Dr. M. Korach—G. Sasvári : Technologische Untersuchung von Staubkohlenaschen.

Die Mitteilung berichtet kurz über Versuchsarbeiten die Eigenschaften und industrielle Verwendbarkeit der ungarischen Braunkohlenasche betreffend, welche im Institut für Chemische Technologie der Technischen Universität zu Budapest in den letzten zwei Jahren durchgeführt worden waren. Es ist eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse, die in später folgenden Berichten mitgeteilt werden, jedesmal referiert von den Mitarbeitern des Lehrstuhles, die die einzelnen Teilfragen bearbeitet haben. Es werden in den Folgenden — ausser den Ergebnissen — auch die angewandten Methoden besprochen.

Aknakemencék a kötőanyagiparban*

JIRKU EMIL, HORNÉ SRNIE

1. Bevezetés

Az aknakemencék oly égetőberendezések, amelyek tűzálló, hőszigetelő béléssel ellátott, mozdatlan aknájában meg végbe a hőkezelés. Az akna magasságának és átmérőjének viszony-száma 2—13 : 1. Az anyag az aknában a nehézségi erő hatására mozog lefelé, a füstgázok természetes vagy mesterséges huzam, vagy pedig lég-aláfúvás hatására ellenáramban áramlanak fel-felé.

Az aknakemencék előnyei más rendszerű kemencékkel szemben :

1. A teljes kemenceszelvény kihasználása.
2. Jó hőátadás a betét és az ellenáramlásban mozgó gázok között.
3. A kemence nyugvó állapota és a nehézségi erő kihasználása az anyag mozgatására.
4. Viszonylagosan kis beruházási költség.
5. Kis beépített légtér.

A kemenceszelvény kihasználása és az ellenáramú hőcsere kedvező fajlagos hőfogyasztást tesz elérhetővé.

Az aknakemencék hátrányául a következőket róják fel :

1. Viszonylag kis egységteljesítmény.
3. Az égetési folyamat követésének és szabályozásának nehézsége.

2. Az aknakemencék felosztása ipari szempontból

Az iparban sokféle kivitelű aknakemence használatos. A hőhozzávetetés módja szerint három csoportba sorolhatók :

1. Szilárd (hamuképző) tüzelőanyaggal belülről fűtött kemencék.

a) Rétegekben feladott, többnyire darabos tüzelőanyaggal,

b) a tüzelőanyaggal bensőleg elkevert nyersanyaggal,

c) a nyersanyaggal együtt sajtolt vagy granulált tüzelő anyaggal.

2. Kívülről, hamumentes tüzelőanyaggal fűtött kemencék, amelyeknél a gáznemű, vagy elgázosított tüzelőanyag, vagy magas hőmérsékletű égéstermékek kívülről, többnyire alulról vagy oldalról kerülnek a kemencébe bevezetésre.

3. Kemencék központos vagy külső központos fűtéssel, amelyeknél az elgázosított tüzelőanyag teljes egészében, vagy túlnyomórészt csővezetéken felülről, de kivételesen esetleg alulról kerül a kemencetér közepébe.

Feloszthatók az aknakemencék az előállítandó termék szerint :

- a) mészégető,
- b) klinkerégető,
- c) egyéb kötőanyagot (például estrich gipszet) égető kemencékre.

* Az 1960 októberében Prágában tartott szilikátipari kemencekonferencia anyagából.

3. Az aknakemencékben végbemenő folyamatok általános törvényszerűségei

A szilárd fázis szemszögéből tekintve minden aknakemencében három technológiai részfolyamat zajlik le :

- a) előkészítő folyamat,
- b) a tulajdonképpeni égetés folyamata,
- c) befejező folyamat.

Az előkészítő folyamatban, az előállítandó termék minősége szerint, az adag kiszáritása, a kiegészítő hőmérsékletre való felhevítése és esetleg bizonyos alacsony hőmérsékletű bontási reakciók-foglaltatnak. Erre a célra a főfolyamat ellenáramban haladó nagyhőmérsékletű gázainak hőtartalma kerül kihasználásra.

A tulajdonképpeni égetési folyamat a termék minősége szerint eltérő. A főfolyamat legtöbbször a tüzelőanyag elégetésével kapcsolódó endoterm dekarbonizáció. A cementklinker előállításánál ez még exoterm zsugorodással, a gipszégetésnél pedig a kristályvíz endoterm dehidratációjával is kapcsolódik.

A befejező folyamat lényegében az égetés termékének lehűtéséből áll.

A felülről lefelé haladó szilárd fázis e folyamataival együtt kisebb mértékben a folyékony fázis is megjelenik. Ilyenek például az adag nevelés-tartalma, vagy a cementklinker nagy hőmérsékleten képződő folyékony fázisa.

A kemencén átvonuló gázfázis is több változáson megy át, amelyek három csoportba sorolhatók :

a) A természetes állapotú, vagy előzetesen előkészített (például oxigénben dúsított, vagy katalitikus vízgőzzel elkevert) égési levegő felhevítése és ezáltal az égetési övezetből érkező anyag lehűtése.

b) A tulajdonképpeni égetés folyamata az anyag égetésének övezetében vagy annak közvetlen közelében.

c) Hőátadás az anyag szilárd fázisának és hőfelhasználás a kristálykémiailag kötött, zeolitos és tapadó nedvesség eltávolítására.

A főfolyamatot — a tüzelőanyag elégetését és a nyersanyag kiegészítését — többszörösen egymásbanyúló, összetett részfolyamatok jellemzik, amelyek csak az aknakemence ezen övezetének beható tanulmányozása során ismerhetők fel.

3.1. A folyamat egyensúlya

A kemencében az adott keresztmetszet és magasság által korlátozott térben és korlátozott égetési idővel dolgozunk. Az égetés előrehaladása meghatározott sebességű, iránya megegyezik a hőátadó gázáramlás irányával. Az anyag ezzel szemközt, lefelé halad, menetét az alul történő anyagelvétele és a felülről való anyagfeladás szabja meg.

A technológiai folyamatnak a körülhatárolt kemencetérben való fenntarthatósága megkívánja,

hogy az égetés felfelé való előrehaladási sebessége az anyag lefelémozgásának sebességével egyező, és így a relatív sebesség nulla legyen.

Mint hogy a tulajdonképpeni égetés a főfolyamat, az égetőtér fölött és alatt végbemenő folyamatok sebességének összhangban kell lennie a főfolyamat egyensúlyi viszonyaival.

3.2. Szakaszos és folyamatos üzemvitel

A szakaszos üzem lényegében a folyamatos üzemnek szabályos egymásutánban következő szakaszokra bontásából adódik, amelyeknél a fizikai és fiziko-kémiai paraméterek bizonyos középértékek körül ingadoznak. Nagy hátránya, hogy a sebességek folyamatos egyensúlya itt nem állhat be. Kifelé a szakaszosság abban nyilvánul, hogy a technológiai főfolyamat, az égetés övezete helyzetét bizonyos határok között változtatja. Nem érvényesek tehát a tűz tovaterjedési- és az anyag mozgási sebessége egyensúlyának folyamatos üzemvitelnél fennálló egyensúlyi törvényszerűségei; az üzemviteli periódusok folyamán változnak a részfolyamatok, az anyagminőségek és az időegységre eső energiamennyiségek. Mint hogy azonban az égetési folyamat egyensúlyi állapotának bizonyos meghatározott helyzete a leggazdaságosabb, a szakaszosság mindig az égetés gazdaságosságának és a termék minőségének rovására megy. Ennek igazolására elég egy pillantást vetni például a tüzelőanyag elégésére. Ha tüzelőanyagot időben egyenletes légáramban égetünk el, kis levegő/tüzelőanyag hányad esetén tökéletesen az elégés, kisebb a hőfejlődés és ebből következőleg adott anyagmennyiség esetén kisebb a hőmérséklet is. Felesleges levegő esetén viszont a képződő hőnek ezt a légfesleget is melegítenie kell és az eredő hőmérséklet megint csak kisebb. A hőmérséklet maximuma tökéletes elégés, $n = 1$ esetén érhető el (1. ábra). A szakaszos üzem bizonyos határok között ingadozik. A-nál az egyenletes tökéletes elégés körül, ahol $n = 1 \pm \Delta n$, B-nél oxidációs atmoszférában, ahol $n > 1 \pm \Delta n$, végül C-nél redukáló atmoszférában, ahol $n < 1 \pm \Delta n$. Folyamatos üzemnél Δn közeledik 0-hoz. A gazdaságosság ideális álla-

potra megköveteli, hogy n minimális eltérésekkel 1 legyen.

Az egyensúly megzavarása következtében megváltozik a hőmérséklet és változnak az égetést befolyásoló egyéb állapotjelzők is. Kimondhatjuk, hogy minél hosszabbak az égetés egyes szakaszai, annál távolabb kerülhetnek az állapotjelzők az egyensúlyi állapot jellemzőitől, azaz a folyamat annál tökéletlenebb.

Ez az oka, hogy aknakemencéknél is mindinkább áttérnek a szakaszos üzemről a folyamatosra. Klinkerégető aknakemencéknél már a század első évtizedeiben bevezették a folyamatos üzemletet lehetővé tevő automatikus irtést, mészüzemeknél azonban ez az áttérés még nem fejlődött be.

3.3. A hőhozzávetetés módja

Az aknakemencébe való hőhozzávetetésre mindhárom halmazállapotú különféle tüzelőanyagok szolgálnak.

Külső tüzelésnél vagy éghető gázokat (földgáz, generátorgáz stb.) vezetünk a kemencébe, amelyek ott elégnak, vagy pedig szilárd- vagy folyékony tüzelőanyagoknak közvetlenül a kemencébelépés előtt keletkezett forró égéstermékait vezetjük a kemencébe.

Gáznemű és folyékony tüzelőanyagok felülről való bevezetése a kemencéből ellenáramlásban távozó gázokra való tekintettel csakis csővezetéknek felülről a kemence közepébe vezetésével, vagy (gázoknál) esetleg alul elhelyezett közepéigóval oldható meg.

Ezen tüzelési rendszerek hátránya, hogy (szemben a nyersanyagba bekevert szilárd tüzelőanyaggal) a kemencében nem érhető el egyenletes hőeloszlás. A kemence kerületéről történő befűvés esetén a szélén hőfelesleg keletkezik. Ily kemencék ezért csak kis átmérőjűek lehetnek, így pedig a felületi viszonyok kedvezőtlen hőveszteségeket eredményeznek. A nagyobb tüzelőanyagkoncentráció helyén nem megfelelő az égési levegő eloszlása sem, hőfelesleges és hőhiányos helyek adódnak, változó O_2 és CO tartalommal.

Belső tüzeléssel ezzel szemben (réteges, kevert vagy a nyersanyagba besajtoltt tüzelőanyaggal egyaránt) elérhető a teljes keresztmetszet fel-fűtése.

A szilárd tüzelőanyagok hamuja azonban a meszet szennyezi, vegyi célra gyártott mész esetében ezért gáztüzelésre kényszerülünk.

3.4. A termikus folyamatok egyensúlya

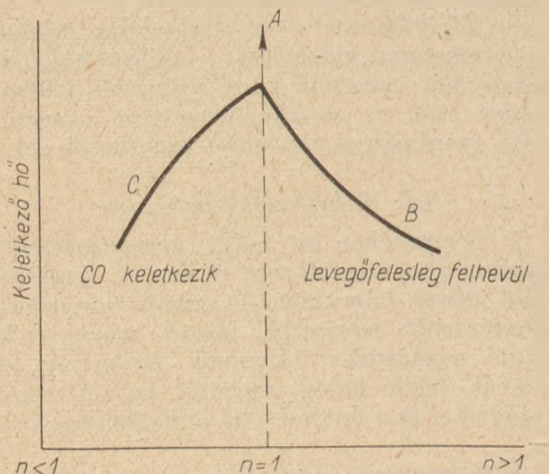
A kemencébe vezetett hő

- a) az égetés tényleges hőszükségletének és
- b) a veszteségeknek

a fedezésére fordítjuk. Ez utóbbiak a következők:

- ba) hőelvitel a kürtön át, főként a távozó füstgázok, gőzök, porok által,
- bb) hőelvitel a kemencéből az irtónyíláson át távozó anyagokkal, mint a termékkel, porokkal, esetleg itt elszökő levegővel,

- bc) a környezetbe az anyagmozgásra merőle-



1. ábra. A léghány és légfesleleg hatása a hőfejlődésre

ges irányban a kemencefalazaton vezetéssel átjutó hő.

Az égetés tényleges hőszükséglete a kiégetésre kerülő anyag szerint más és más. Mészknél ez a CaCO_3 és MgCO_3 tartalomtól függ és értéke (2), tiszta CaCO_3 esetében 20°C -ról kiindulva és 20°C -os termékre $425 \text{ kcal/kg CaCO}_3$, tiszta MgCO_3 esetében ugyancsak 20°C hőmérsékletéről kiindulva és 20°C -os termékre számítva $215 \text{ kcal/kg MgCO}_3$.

Dolomitnál a százalékban kifejezett CaCO_3 és MgCO_3 számításbavételével

$$Q = 4,25 \text{ CaCO}_3 + 2,15 \text{ MgCO}_3$$

Átlagos vegyi összetételű portlandcement-klinkernél, ha a CaO és CO_2 egymással kötésben van, ez 430 kcal/kg klinker körül lesz. Természetesen ha a CaO a nyersanyagban másként van kötve (például kohósalaknál SiO_2 -höz, vagy a puchói márgánál, ahol $1,5\%$ SiO_2 -höz kötött CaO és P_2O_5 van), a hőfogyasztás jóval kisebb, mert a CaCO_3 dekarbonizációs hője megtakarítható.

A portlandklinker égetéséhez bevezetendő hőmennyiség a következőktől függ:

- a kaolin (vagy más agyagásvány) bontásához felhasznált hő
- a hidrátok (például vas) bontásához felhasznált hő,
- a MgCO_3 bontási hője,
- a CaCO_3 bontási hője,
- a folyékony fázis olvasztási hője.

Ezzel szemben bizonyos hőmennyiséget viszszanyerünk a zsugorodás során képződő C_3S , C_2S , C_3A és C_4AF , valamint üvegmassza exoterm folyamataiból. Ez az exoterm folyamat az ásványi összetételtől függően $90\text{--}110 \text{ kcal/kg}$ klinker hőt szolgáltat (3). Ez esetben is 20°C -ról 20°C -ra számítunk, és itt a változó anyagi összetétel következtében változó fajhő is szerepet játszik.

Az aknakemence hőveszteségei:

ad *ba*) A kemencébe adagolt anyag szokásos hőmérséklete $0\text{--}50^\circ\text{C}$. A távozó füstgázok (beleértve a gőzöket és porokat is) hőmérséklete jelentősen nagyobb. Láthatólag nem kerül sor a hőcserének az induló állapotig való kifutására. A hőmérséklet teljes kiegyenlítődése már csak azért sem következhetik be, mert az ellenáramlásban haladó gázok és kemenceadag hőmérsékletkülönbsége exponenciális, nullához aszimptotikusan közeledő görbe szerint csökken. A gázokkal elvitt hő a következőktől függ:

a felületről lefelé haladó, hőt leadó, illetve hőt felvevő szilárd és folyékony anyagok és a szembeáramló gázok időegységre vonatkoztatott tömegétől,

az összetételnek megfelelően az egyes alkotók fajhőjétől,

a gázok és az anyag hőfokkülönbségétől,

a vezetés, konvekció és sugárzás útján végbemenő hőátadás módjától és sebességétől, amely az áramlás jellegétől (lamináris vagy turbulens) is függ. Ezek a jelenségek egymással körülményesen kapcsolódnak.

ad *bb*) A kihordott anyag hőtartalma is az említett tényezőktől függ. Az abszolút értékek

persze mások, miután megváltozott anyag- és levegőmennyiségek szerepelnek. Az anyag- és energiamérleg szemszögből ezek összefüggnek és egymást kölcsönösen befolyásolják.

ad *bc*) Lényegesen eltér az előbbiektől a falazaton átmenő hőveszteség. Ez a következőktől függ: a falazat belső felületének hőmérséklete, a falazat anyagának hővezetőképessége, a környezet hőmérséklete, a kemenceköpeny szigetelésének anyaga és annak vastagsága, a falazat belső felületének és külső köpenyének jellege. A hőelvezetés lefolyása a különböző kemencemagasságokban hasonló, de értékei eltérők. A legnagyobb a veszteség a legnagyobb hőmérsékletű égetőövezetben. Mindenképpen gondoskodni kell azonban arról, hogy az anyagot a kemence szélén is, a legnagyobb hőmérsékletek övezetében oly hőmennyiséggel lássuk el, amely a falazaton is biztonsággal szolgáltatja a megfelelő minőségű anyag előállításához szükséges égetési hőmérséklet fenntartását.

Ha a falazati hőveszteséget kiszámítjuk és ezt mint a teljes hőmennyiség hányadát fejezzük ki, nem kapunk túl nagy értékeket. Nagyságuk a kemenceszelvény kerületének és keresztmetszetének viszonyától függ:

$$\frac{D_i \pi}{D_i^2 \pi} = \frac{4}{D_i}$$

azaz a D_i^{-1} függvénye

Minél nagyobb a D_i kemenceátmérő, viszonylag annál kisebb a falazati veszteség. Később azonban a klinkerégető aknakemencék tárgyalásánál rá fogunk mutatni, hogy más, látszólag rejtett veszteségek annál nagyobbak. A kemenceátmérő megválasztása ezért rendszerint megalkuvás eredménye, amelynél figyelembe vesszük ezeket az összefüggéseket, valamint a minőségi égetés technológiai követelményeit.

3.5. Az egyensúlyban levő égetés légtechnikája

A felfelé terjedő égés és a lefelé haladó anyag egyensúlyának fenntartására a hőhozzávetés és hőfelhasználás egyensúlyát is el kell érünk, azaz egy egyensúlyi helyzetet a tüzelőanyag elégeése és az anyag kiégése között. Az égéshez szükséges levegőt mindenkor az égés helyére kell juttatnunk. A légtechnikában szokásos valamely rendszer ellenállását az ún. ekvivalens keresztmetszettel, azaz oly keresztmetszetű körszelvényű nyílás m^2 -ben megadott értékével kifejezni, amely az áramló gázzal szemben az adott rendszer ellenállásával egyező ellenállást képvisel. Erre nézve fennáll (4)

$$F_{ac} = \frac{M \sqrt{\gamma}}{60 \sqrt{2 g P_{stat}}}$$

ahol γ = a gáz térfogatsúlya kg/m^3 -ben

$g = 9,81 \text{ m/sec}^2$,

P_{stat} = a levegő statikus nyomása kg/m^2 vagy mm v. o. -ban,

M = az áramló mennyiség m^3/perc -ben.

A ventilátoron vagy fúvón áthaladt levegő hőmérsékletét és nyomását figyelembe véve, térfogatsúlya rendszerint $= 1,22-1,23$, és ezzel a képlet

$$F_{ar} = \frac{M}{240 \sqrt{P_{stat}}}$$

alakot ölt. Ebből látható, hogy a kemencén átmenő levegő mennyisége a technológiai állapotjelzőkkel függ össze.

A kemence egyes helyeinek ellenállása az anyag elhelyezkedésének hézagosságától függ. Mint-hogy az anyagnak a kemencében lefelé mozgása során végbemenő folyamatok az anyagnak nemcsak kémiai, de fizikai tulajdonságait is megváltoztatják, megváltozik a hézagosság, és vele a kemence ellenállása is.

Felülről lefelé haladva, sorra következik a száradás (klinkerégető kemencéknél az anyag sokszor nedves és alakítható), a felmelegedés, az anyag térfogatsökkenésével járó dekarbonizáció, majd a zsugorodás (ez mészégetésnél elmarad) végül a lehűlés. Minden övezetnek más és más az ellenállása, az egyes ellenállások összeadódnak.

Vegyük még figyelembe, hogy bizonyos kemencerendszereknél a tüzelőanyaghozvezetés és vele a légfogyasztás a keresztmetszeten belül nem egyenletes, ami a légtechnika kérdését még körülményesebbé teszi.

Mely tényezők azok, amelyek a kemence-ellenállást és vele az egész rendszer nyomásvesztését befolyásolják? A kérdés körülményességéről tájékoztat a Darcy képlete nyomán levezetett Lev-féle egyenlet:

$$-\Delta p = \lambda_2 \gamma \frac{L}{d_z} \frac{w_0^2}{2g} \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \varphi$$

és

$$\lambda_2 = \frac{k}{Re^{0,1}}$$

$$Re = \frac{w_0 d_z \rho}{\mu}$$

$$\lambda_2 = k \left(\frac{\mu}{w_0 d_z \rho} \right)^{0,1}$$

ahol $-\Delta p$ a nyomásvesztés (kg/m² vagy mm v. o.),

k a szemcsék érdességi tényezője, ennek értéke sima szemcsékre 7, közepesen durva szemcsékre 10,5 és durva szemcsékre 16,

Re a Reynolds-féle szám,

w_0 a gázsebesség, a henger üres keresztmetszetre vonatkoztatva,

γ a szemcsék fajsúlya,

ρ a gáz sűrűsége,

μ a gáz viszkozitása,

ε a relatív hézagtérfogat,

d_z a szemcsék közepes átmérője,

φ az alaktényező (gömbre = 1),

λ_2 a szemcsék súrlódási tényezője.

Látható, hogy az ellenállás a következő tényezőktől függ:

a) az anyag d_z közepes szemcseméretétől,

b) a szemcseátmérő S szórásától (határméreték viszonzsága), minthogy a relatív hézagtérfogat ezzel függ össze,

c) a φ alaktényezőtől,

d) a szemcsefelület k érdességétől,

e) a gázok fizikai állapotától (ρ sűrűség és μ viszkozitás),

f) a szemcsék közötti csatornáknak előálló gázsebességétől (Re).

Mindez csak homogén rétegekre áll fenn. A kemencében azonban több övezet van, amelyek állapotjelzői mások és mások, és egymásba fokozatosan mennek át.

Az egyes rétegek ellenállása a Hodorov-féle képlettel szemléltethető (5), amely képlet általánosabb értelemben minden aknakemencére érvényes:

$$\Delta p = \varphi H \frac{Q^2}{F^2} = \varphi H \frac{g^2 q^2}{F^2}$$

ahol Δp a hidraulikus ellenállás, azaz a szükséges légnyomás (kg/m² vagy mm v. o.),

H a kemence magassága (m),

Q a kemence hőteljesítménye (kcal/óra),

F a kemence közepes belső keresztmetszete

$$\frac{D_i^2 \pi}{4} \text{ (m}^2\text{)}$$

D_i a kemence belső átmérője (m),

g a kemence óránkénti teljesítménye (kg termék/óra),

q az égetés fajlagos hőfogyasztása (kcal/kg termék),

amiből

$$g = \frac{F}{q} \sqrt{\frac{\Delta p}{\varphi H}}$$

amely képletben

$$\frac{F}{q}$$

a termikus és

$$\sqrt{\frac{\Delta p}{\varphi H}}$$

az áramlási paraméter.

A különböző technológiai rétegek által kifejtett ellenállás-értékek legyőzéséhez szükséges összes nyomás adódik a

$$\Sigma \Delta p = (H_1 \varphi_1 + H_2 \varphi_2 + H_3 \varphi_3 + \dots) \frac{Q^2}{F^2}$$

képletből, ahol H_1, H_2, H_3 stb. az egyes kemence-rétegek magassága, amelyeknek fajlagos ellenállása sorra $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ stb.

E paraméterek a technológiai folyamatokba való mélyebb betekintés és a tervezés szempontjából fontosak.

Igyekezniünk kell tehát az anyag és a berendezés adta lehetőségek kihasználásával arra törekedni, hogy

1. a relatív hézagtérfogat, illetve a szemcsék közötti gázáramlás jellege (turbulens, átmeneti, lamináris) optimális legyen,

2. a tüzelőanyag szemcséinek maximális és minimális mérete (5) ettől függően kerüljön megválasztásra,

3. azok az égetés mindenkor hőtechnikai követelményeivel is összhangban legyenek.

3.6. Az anyagszemcsék kiegészi sebessége

A tüzelőanyag elégséivel összhangban kell végbemenni a szemcsék kiegészésének is. Az égetés időtartamát többnyire a legnagyobb szemcse határozza meg. A kiegész sebessége (amelyet a kiegész szemcse sugarának csökkenésével fejezünk ki) több tényezőtől függ:

a) a ki nem égett anyag (pl. mészkő) hővezetésétől,

b) a tulajdonképpeni kiegészi folyamat (dekarbonizáció) reakciósebességétől,

c) a reakció hőszínezetétől (pl. a mészkő bontási hője),

d) a kiegészett termék (pl. mész) hővezetésétől,

e) a reakciótermékek diffúziósebességétől (pl. a CaCO_3 -ból kilépő CO_2 sebessége a CaO -n keresztül),

f) a gázok és szemcsék közötti sugárzásos és konvektív hőátadás átlagos tényezőjétől,

g) a gázok és a szemcsék belseje közötti hőfokosás értékétől.

Kötőanyagoknál a helyzet ennél is körülményesebb, mert itt még a C és CaCO_3 reakciójával is számolni kell, és mert itt az endoterm folyamatokat exotermek követik, mint például az aknakemencés klinkerégetésnél, ahol egyébként még egy további fázis, az olvadásfázis is jelentkezik, amely azután a lehűlésnél üvegmasszává alakul.

A változó paraméterek nagy száma, főként mészégető aknakemencéknél számos eltérő típusú kemence kialakulását tette lehetővé. Klinkerégető kemencéknél, bár a paraméterek száma nagyobb, az irányzat mégis egységesebb volt, mert az égetés véső fokozatának, a zsugorításnak nagy hőmérséklete kevesebb fejlesztési változatra adott módot, mint a mészkő és dolomit kisebb hőmérsékleten végbemenő dekarbonizációja, amelyek hőmérséklet-határai 950° — 1300° között állíthatók be. Portlandklinkernél 1350° a minimális hőmérséklet, amit a növekvő hőmérséklet melletti növekvő hőveszteség felülről határol. Ehhez járul még az exoterm hatás is.

(Folytatjuk)

Könyvismertetés

Építés helyi anyaggal. Műszaki Könyvkiadó. 1960.

A könyv célját ismertető bevezetés igen helyesen ítéli meg az építőanyagipar tehermentesítését, valamint költségcsökkentést eredményező — helyi anyagok felhasználhatóságának jelentőségét és lehetőségeinket. Jelentős ez a munka a helyi anyagok jobb megismerése és szakszerű felhasználása tekintetében is. Könnyítést jelent az állami építőipar kapacitásának jobb kibaszására az elaprózódás csökkentése érdekében is, különös tekintettel a mezőgazdaság szocialista átszervezése következtében megnövekedett mezőgazdasági építkezések feladataira és ezen építkezések sürgős és minél gazdaságosabb voltára.

A könyv másik célja, hogy közérthető tárgyalásmódban helyi építetőknek segítséget ad az építési hagyományokra támaszkodva — az időközbeni tudományos és kísérleti eredmények rövid összegezésével — a jó és gazdaságos kivitelezéshez és építőanyag elő-

állításához. Minden fejezet technológiai utasítást ad a vonatkozó kivitelezéséhez, sőt egyes esetekben konkrét receptet a legmegfelelőbb anyag felhasználáshoz.

Szövegezése és magyarázatai közérthetőek. A szöveg kiegészítését képező ábrák az egyszerű eszközökkel kivitelezhető megoldásokat perspektivikusan ábrázolják, mely még szemléletesebbé teszi a különben is jól érthető fogalmazást.

Igen értékesnek mondható az egyes fejezeteknél a különböző anyagok egyszerű minősítő vizsgálati módszerek — és a kapott eredmények kiértékelésére szolgáló táblázatok — közlése.

Külön ki kell emelni a könyv végén közölt fényképes, kellő szakszemponitú megjegyzésekkel, magyarázattal ellátott részt, valamint a típustervek közül kiválogatott, egységes és helyes iránymutató tervpéldákat, mely a könyv célkitűzését legjobban előmozdítja.

Dr. Déri Márta: Atomreaktorok kerámiai anyagai.

Az atomenergia békés felhasználásának lehetőségei során a reaktorok anyagaival szemben az eddig megszokott üzemi követelményektől nagymértékben eltérő kívánalmak merülnek fel. Éppen ezért az egyes gyártmányokat az új szempontok szerint megítélve, teljesen új területek tárulnak fel, és régebbiek avulnak el. A cikk a kerámiai anyagoknak atomerőművekben történő felhasználhatóságát és annak jövőbeli kilátásait foglalja össze, az atomenergia békés felhasználásáról tartott két nemzetközi konferencia előadásai alapján.

Д-р Марта Дери: КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ

В связи с мирным использованием атомной энергии изменяются обычные требования к материалам реакторов. В области получения некоторых изотопов открываются новые перспективы. С использо-

ванием материалов международной конференции по теме мирного использования атомной энергии в статье излагаются возможности и перспективы применения керамических материалов в атомных электростанциях.

Dr. Márta Déri: Keramische Werkstoffe für den Bau von Atomreaktoren.

Die friedlichen Verwendungsmöglichkeiten der Atomenergie stellen den Werkstoffen Anforderungen, die von den bisher üblichen stark abweichen. Infolgedessen werden die Werkstoffe nach neuen Gesichtspunkten beurteilt, während die älteren als verjährt betrachtet werden können. Die Arbeit fasst die Verwendbarkeit der keramischen Werkstoffe in Atomkraftwerken und deren Perspektive auf Grund der Vorträge zusammen, welche auf den zwei internationalen Konferenzen über die friedliche Verwendung der Atomenergie abgehalten worden waren.

A perkupai gipsz-anhidrit telep ásvány-kőzettani összetételének vizsgálata

ADONYI ZOLTÁN, MENYHÁRT JÓZSEFNÉ, MÉSZÁROS MIHÁLY

II. Kémiai vizsgálatok. Az ásványkőzettani összetétel meghatározás módszertani problémái

A perkupai gipsz-anhidrit ipari hasznosítási lehetőségeinek tanulmányozásához elengedhetetlenül szükséges az ásvány-kőzettani összetétel mérlegelése. Ennek érdekében a tanulmányozott gipsz és anhidrit mintákat úgy választottuk ki, hogy azok között a tektonikai és egyéb hatásokkal nagymértékben zavart település főbb gipsz és anhidrit fajtái képviselve legyenek (1. 2). A számításokat a minőségre vonatkozó megállapítások és tapasztalatok felhasználásával a kémiai vizsgálatok adataira kellett alapozni, mert az ipari felhasználás során is a kémiai vizsgálat látszik leg-egyszerűbben alkalmazható nyersanyagminősítő módszernek.

A kémiai elemzéssel meghatározott oxidos összetétel és az ásványi összetétel között kétségtelenül szoros az összefüggés. Az utóbbi számításánál azonban általában sok tényezőt elhanyagolunk, ami az eredményt szélsőségesen torzíthatja. Ezért szükségesnek tartottuk az ásványi összetétel-számítást annak megbízhatóságára, a kémiai elemzés ilyen vonatkozású korlátaira utaló megjegyzésekkel kiegészíteni. A kémiai elemzésen túlmenően tanulmányoztuk a kiválasztott minták termogravimetricus, differenciál-termogravimetricus és differenciál-termoanalitikus módszerrel mért adatait is.

A kémiai vizsgálatok egy részét a Földtani Intézet munkatársai végezték, a DTA görbéket az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetben készítették. A TG és DTG vizsgálatokhoz az Erdey—Paulik-féle derivatográfot használtuk. A röntgenvizsgálatot az Ásvány és Földtan Tanszék végezte. Szíves közreműködésükért ezúton is fogadják köszönetünket.

E dolgozatban a perkupai településen előforduló legfontosabb gipsz- és anhidritfajták összetételét mutatjuk be és az egyszerű ásványi összetétel-számítással kapcsolatos megjegyzéseket foglaljuk össze.

A kiválasztott minták DTA, TG és DTG görbéit az 1—17. diagramokon, a kémiai összetételét az 1. táblázatban tüntetjük fel.

Minden felhasználási technológia szempontjából elsődleges fontosságú a kalciumszulfát tartalom és ezen belül a gipsz és anhidrit aránya. Ennek meghatározására gyors módszerként a 400 C°-on történő hevítéssel bekövetkező súlycsökkenést is alkalmazzák (1). Könnyen igazolható, hogy ezen a hőmérsékleten a gipsz valóban teljesen elveszti kristályvizét (3, 4, 5) és a dolomit zárványok disszociációja sem zavarja a mérést (6). A súlyváltozásból következtetni lehet a gipsz, az SO₃ mennyiségéből az összes kalciumszulfát tartalomra. A kettő különbsége a víztartalom figyelembevételével az anhidrit tartalom.

E módszer pontosságát, — amelyet a hivatkozott készlet számításnál jobb híján alkalmaztak —, azonban több tényező nehezen mérhető módon korlátozza. A vizsgálat pontosságát csökkentő fontosabb tényezőket és hatásokat röviden az alábbiakban foglaljuk össze:

A *glauberit* (Na₂Ca(SO₄)₂) SO₃ tartalma számításnál az anhidrit mennyiségét növeli és egyúttal csökkenti azt a kalciumoxid tartalmat, amiből a dolomit mennyiségét számítani lehet. A *glauberit* által okozott hiba esetünkben csak egyes mintáknál lehet nagy, mivel viszonylag ritkán fordul elő.

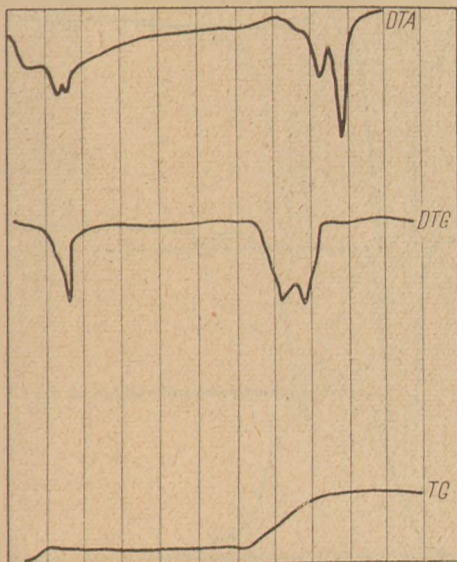
A *bányanedvesség* a 400 C°-on történő hidrátvíz meghatározásakor a súlycsökkenést és az ebből számított gipsztartalmat növeli. A hidrátvíz meghatározás hibája a kimutatott gipsz-anhidrit arányt nagymértékben befolyásolja, mert 1% nedvesség 4,7% gipsszel egyenértékű. A bányanedvességgel kapcsolatban tehát két kérdésre is választ kellett adni. Van-e bányanedvesség a gipsz-anhidrit telepen, ill. a gipszesedés sebessége elég nagy-e ahhoz, hogy a bányanedvességet el lehessen hanyagolni? A másik kérdés, ha van bányanedvesség, mennyiségét meg lehet-e határozni gyors analitikai módszerrel a hidrátvíz mellett?

Az első kérdéssel kapcsolatban a DTA görbék alapján megállapítható, hogy a kalciumszulfátot, mint gipszet (12., 13., 14., 16., 17. diagram), mint gipszet és anhidritet (3., 11. diagram) sőt a csak mint anhidritet tartalmazó mintákban is (10. diagram) feltételezhető bányanedvesség. Ezt mutatja a felsorolt minták DTA görbéinek első, kis minimuma. Megállapítható, hogy a bányanedvesség a különböző mintákban erősen változó mennyiségben van jelen. Vannak gipsz-anhidrit tartalmú (8. diagram) és csak anhidritet tartalmazó minták (9. diagram), amelyekben bányanedvesség egyáltalán nincs, míg a 2., 4., 7.

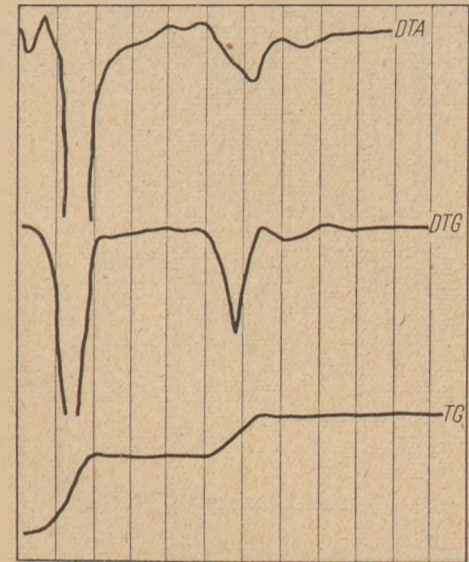
1. táblázat

A gipsz-anhidrit minták kémiai összetétele

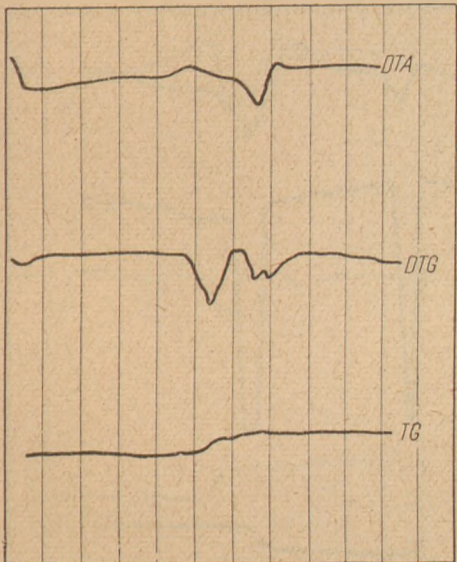
Minta jele	Savoldhatatlan	CaO	SO ₃	MgO	H ₂ O 400 C°	R ₂ O ₃
1	17,62	32,69	44,34	1,45	0,74	0,02
2	4,46	37,22	53,13	1,20	0,38	0,02
3	7,77	30,86	43,27	2,95	9,05	0,73
4	10,86	27,57	38,57	2,12	16,51	0,72
5	9,73	27,74	38,51	2,28	17,09	0,58
6	1,92	31,29	43,48	0,99	19,02	0,17
7	0,02	32,46	45,99	—	19,97	0,05
8	52,81	10,29	14,64	7,22	2,84	1,96
9	8,14	29,09	8,70	16,96	0,58	0,16
10	12,10	32,58	46,17	2,61	1,21	0,84
11	12,74	28,28	40,22	1,95	11,32	1,05
12	5,37	28,48	40,55	2,96	17,15	0,42
13	10,47	26,58	37,89	2,90	16,38	0,77
14	1,67	32,13	41,66	1,95	18,47	0,30
15	2,34	30,49	43,17	2,10	18,60	0,16
16	4,44	28,31	38,13	3,58	17,17	1,91
17	0,83	31,41	41,04	1,70	18,21	0,45



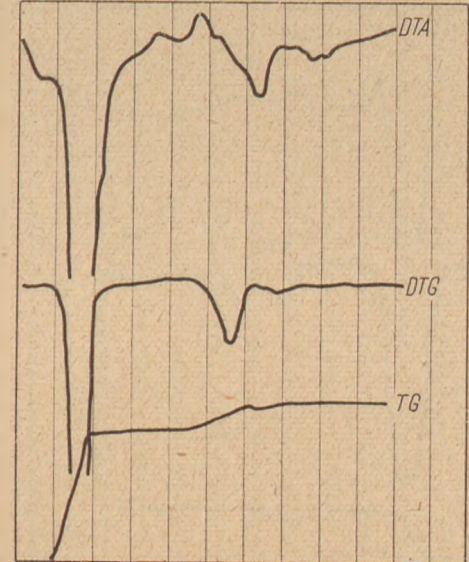
1. ábra



3. ábra



2. ábra



4. ábra

diagram ilyen szempontból nem értékelhető egyértelműen, bár a nedvességtartalom feltételezhető.

Azoknak a mintáknak, amelyek biztosan tartalmaznak nedvességet, darabszámát és minőségét összevetve a nedvességet nem tartalmazó minták számával és minőségével, további bizonyítékát látjuk annak, hogy a gipszképződés a perkupai telepen másodlagos folyamat. E folyamat előrehaladását a bányanedvességként kimutatható víz diffúziója is befolyásolja. A gipszesedés geológiai szempontból gyors, a bányanedvesség meghatározása szempontjából eléggé lassú folyamat ahhoz, hogy a mintavételtől a vizsgálatig eltelt időnek ne tulajdonsítsunk nagyobb jelentőséget, mint általában a nyersanyagvizsgálatoknál szokásos.

A fentiek alapján tanulmányoztuk a bányanedvesség és hidrátvíz egymás mellett történő

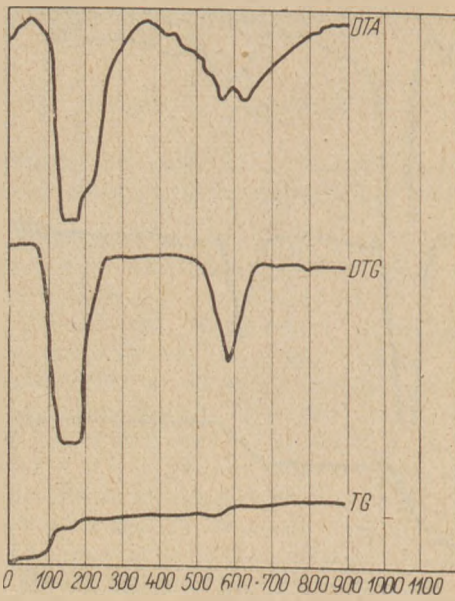
meghatározásának lehetőségét. Az egyes DTA görbéken mutatkozó határozott minimumok valószínűvé tették, hogy a bányanedvesség meghatározható. Ugyanakkor a 2., 3., 4. táblázat (3, 4, 5), amelyek a különböző kalciumszulfátrendszerek tenzió viszonyait foglalják össze, megmutatják a felmerülő nehézségeket.

A 2., 3., 4. táblázatban feltüntetett egyensúlyi vizsgálatok adatai a cseppfolyós víz gőznyomás adataival összehasonlítva, a bányanedvesség eltávolíthatóságát és meghatározását kérdésessé teszik. Bizonyosságul analitikai tisztaságú gipsszel kísérleteket végeztünk. A gipszet Vaninó szerint (7) készítettük. A minta súlya 600 C°-on

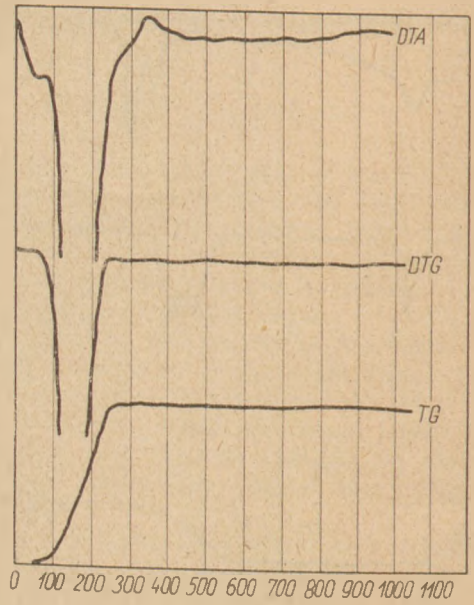
2. táblázat

A $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ -rendszer tenzióviszonyai

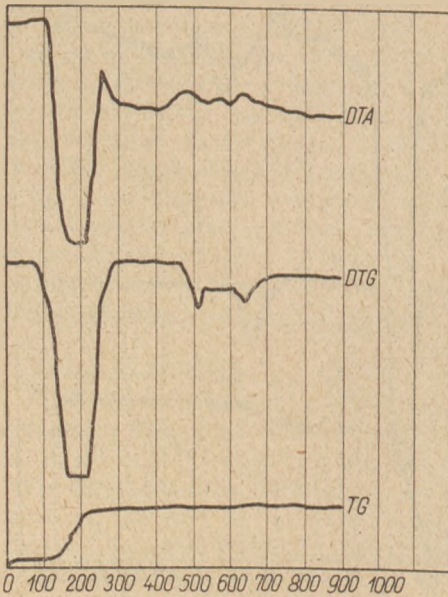
t°	0	25	75	101,5	107
Hgmm .	1,2	9,1	210	760	970



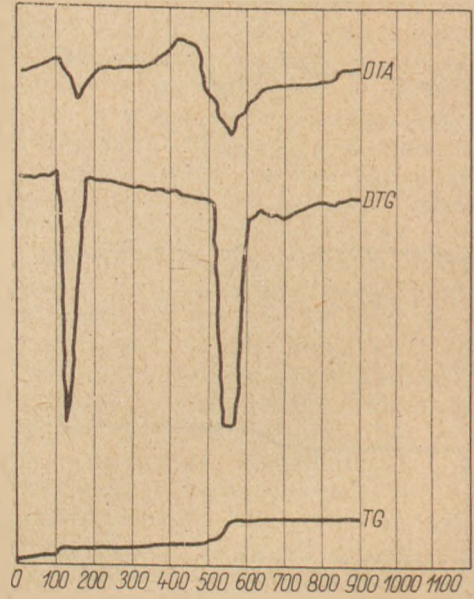
5. ábra



7. ábra



6. ábra



8. ábra

3. táblázat

A $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -stab. CaSO_4 -rendszer disszociációja

t°	30	45	50	60
Hgmm	21,6	58,5	79,7	143

4. táblázat

$2 \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CaSO}_4 + \text{gőz}$ -rendszer tenziója

t°	Hgmm
$82 \pm 1 \text{ C}^\circ$	2,6
97 2	23,0
115 4	92,0
129 5	233,0
145 2	525,0

2 óráig tartó hevítéssel 22,56%-kal csökkent az elméleti 22,09% víztartalommal szemben. A gipszhez különböző mennyiségű vizet adagoltunk és az idő függvényében vizsgáltuk a vízleadást. Az 5. táblázat alapján nyilvánvaló, hogy a kísérleti

körülmények, a szárítószekrény gőznyomás viszonyának ingadozása a bányanedvesség pontos meghatározását nem teszi lehetővé. Nincs kizárva, hogy a szárítást 42 C° alatt végezve, szigorúan előírt páratartalmú térben a nedvesség meghatá-

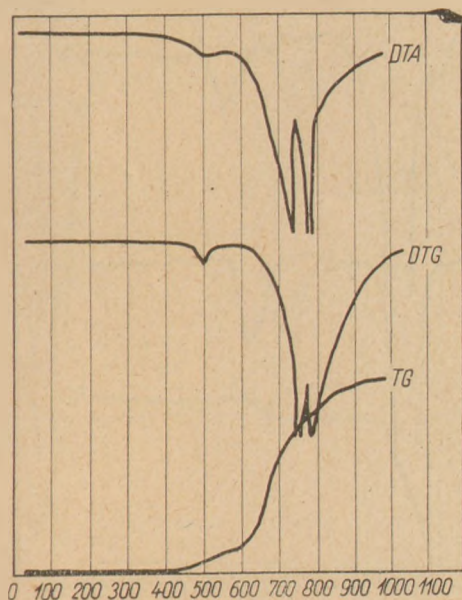
5. táblázat

Gipsz-szárítási kísérletek

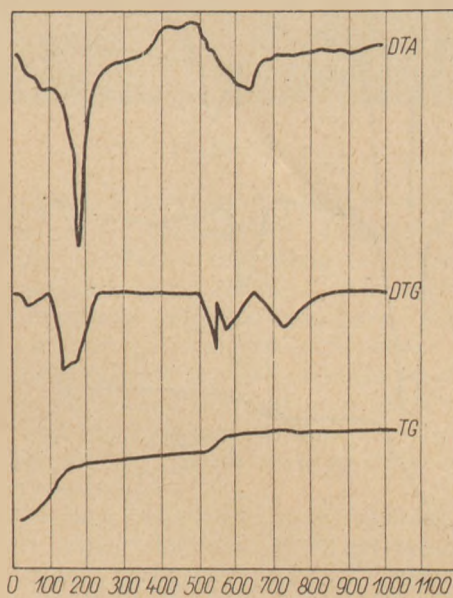
Alapanyag izz. vesztesége . . 22,56% (600 C° 2 óra)
 Elméleti izz. veszteség 22,08%

Újranedvesítve % vízzel	4,99	10,31	9,1*
Szárítás hőmérséklete C°	50	50	50
Súlycsökkenés % az idő függvényében			
1 óra	0,78	7,05	0,00
2 óra	2,99	11,36	0,00
3 óra	5,03	—	9,84

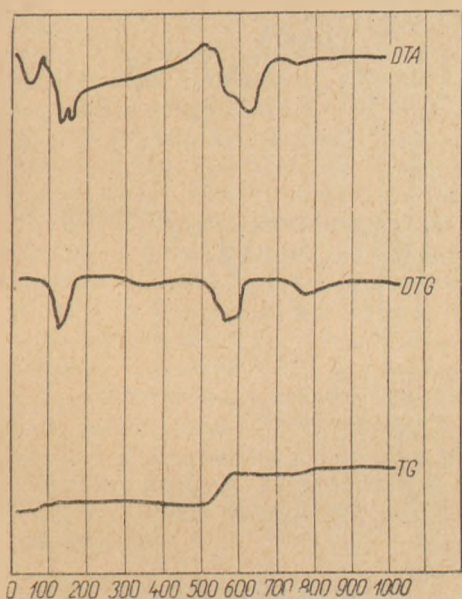
* Nedvesítés után a mintán 96%-os etilalkoholt szívtunk át.



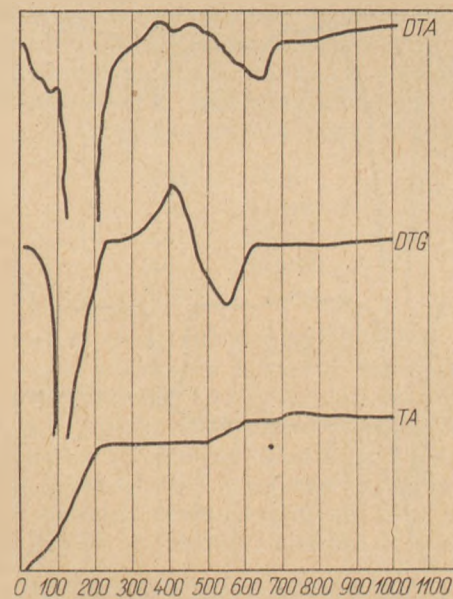
9. ábra



11. ábra



10. ábra



12. ábra

rozható. Erről tesz említést Wiedmann, a gipsz hidratációjával kapcsolatos munkájában (8). Jelenleg azonban ismereteink szerint a bányanedvesség meghatározás a hidratvíz mellett nem tekintendő megoldottnak.

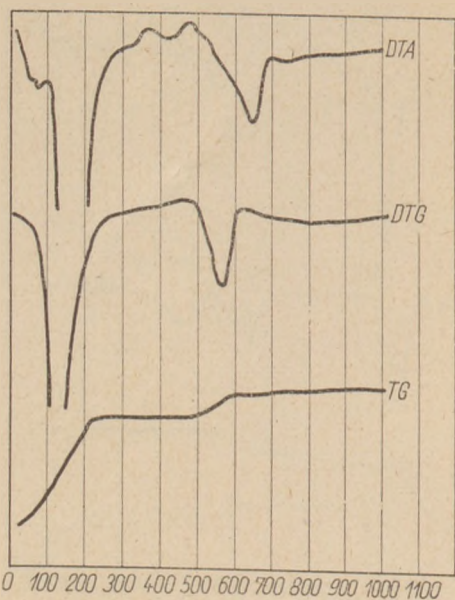
A bányanedvesség DTA görbék alapján történő becslése — mint ismeretes — nem megnyugtató, a TG és DTG görbéken pedig a nedvességtartalom a gőznyomástáblázatokkal egybehangzóan a legtöbb esetben alig észlelhető.

A bányanedvesség meghatározásával kapcsolatban megemlítjük, hogy a Magyar Állam Földtani Intézetben végzett mérések, ill. becslések adatai szerint (1) a nedvesség nem haladja meg 3—5%-ot, azonban egyedül ez a lehetőség a gipsz-anhidrit arányt mintegy 20—25%-kal megváltoztathatja és ezzel p. o. a készletszámítást (1) ilyen szempontból jelentősen torzíthatja.

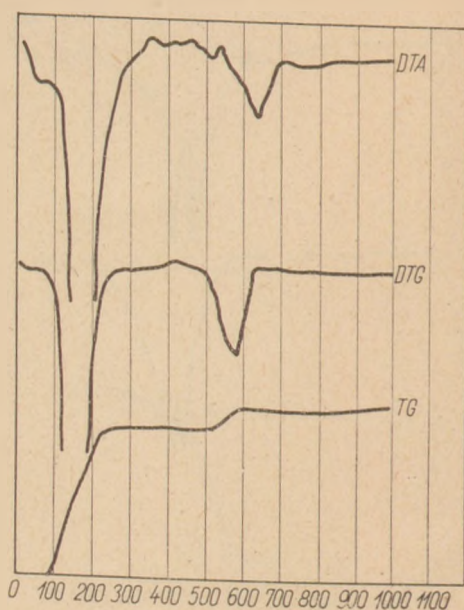
Az agyagpala tartalom is hibát okozhat a

400 C°-on történő víz meghatározásnál. Kétségtelen, hogy az agyagásványok általában 400 C° fölött bomlanak, ezért a gipsz hidratvízének távozása és az agyagpala bomlása közötti TG és DTG görbe szakasz egyenes. Egyes esetekben azonban e szakasz TG görbéjén folytonos változás, súlycsökkenés figyelhető meg (11. diagram), ami csak agyagpala adszorbeált vízének eltávozásával magyarázható. Vizsgálataink szerint a gipsz hidratvízének távozása a DTA és DTG vizsgálat körülményei között 250 C°-on minden esetben következik, tehát 250 C°-on történő hidratvíz meghatározással az agyagpala által okozott hiba csökkenthető.

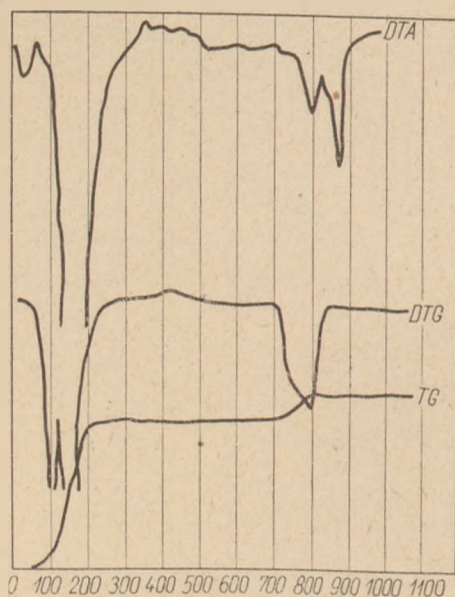
A 400 C°-on történő hidratvíz meghatározás hibájával kapcsolatban megvizsgáltuk a pirit tulajdonságait is. DTA vizsgálatokkal a görbék 350—500 C° közötti szakaszán levő két jellemző maximummal már viszonylag kis piritmennyisé-



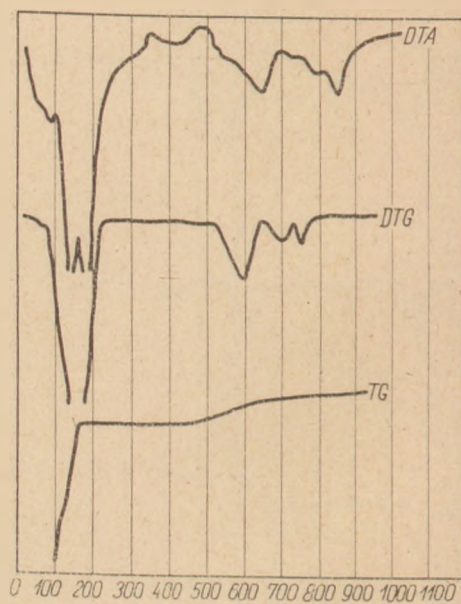
13. ábra



15. ábra



14. ábra



16. ábra

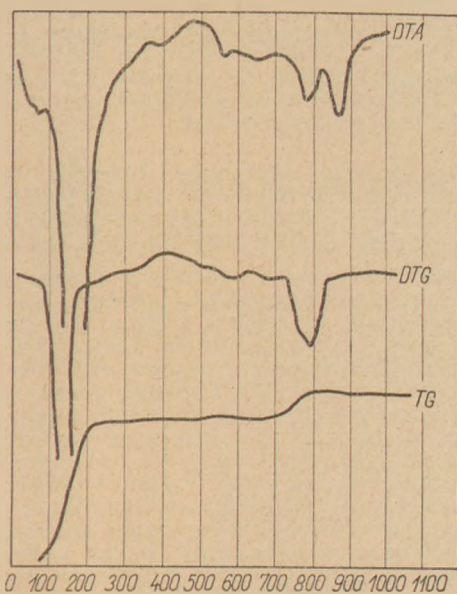
gek is jól kimutathatók (3., 4., 8., 11., 12., 13., 16., 17. diagram). Megállapítottuk, hogy a pirit 400 °C körül bekövetkező változása a hidratvíz meghatározás hibáját nem befolyásolja, a TG görbék 250—500 °C közötti szakaszát pirit jelenléte nem torzítja.

Magnezit jelenlétét már a vizsgálatok kezdetétől fel kellett tételezni (2), azonban sem a DTA, sem a DTG, sem a TG görbékkel nem sikerült kimutatni. A bizonytalanság a vázolt számítási módszer eredményét nagymértékben befolyásolja, ezért a kérdés eldöntésére elvégeztettük a legmegfelelőbbnek tartott 8-as minta röntgenvizsgálatát (18. ábra). A 8., 24., 18., 29. számú vonalak a magnezit jelenlétét bizonyítják. A DTA, DTG, TG görbékkel és a kémiai elemzéssel összhangban a mintában röntgenvizsgálattal dolomitot kimutatni nem lehet, tehát e mintában a magnézium-oxid a számításoknak megfelelően magnezit for-

májában van jelen. Röntgenvizsgálattal a magnezitszámítás jogosultságát sikerült bizonyítani.

A magnezit bomlási hőmérséklete 350 °C (9), így jelenléte a vízmeghatározás hibáját elvileg növelheti. Disszociációját azonban az 500—650 °C között észlelhető agyagpalabomlást elfedi, a magnezit bomlási hőmérséklete eltolódik, ezért a 400 °C-on végzett hidratvíz meghatározást gyakorlatilag nem befolyásolja. A jelenséget jól szemlélteti a 8-as minta diagramja, amelyben mint említettük, sok agyagpala mellett a vizsgált magnéziumvegyületek közül csak magnezit található. Az 550 °C-on észlelt csúcs mind az agyagpalára, mind a magnezitre jellemző. E megfigyelés mellett megállapítjuk, hogy a DTA és DTG görbékkel agyagpala mellett a magnezitnek sem mennyiségi, sem minőségi meghatározása ez idő szerint nem lehetséges.

A perkupai gipsz-anhidrit telep ásványkőzet-



17. ábra

tani minőségi vizsgálata és a gipsz-anhidrit arány meghatározás kérdéseinek tanulmányozása alapján kiszámítottuk a kiválasztott minták technológiai szempontból fontos ásványtani összetételét. A kalciumsulfát tartalmat a nagy pontossággal meghatározható SO₃ tartalomról számítottuk. A gipsz mennyiségét a 400 C°-on mért izzítási veszteséget hidrátvíznek tekintve számoltuk ki. Erre kényszerültünk a fentebb vázolt pontosságot korlátozó tényezők ellenére, mert csak így tudtuk biztosítani, hogy a gipsz-anhidrit arány megállapítását célzó más intézetekben mért adatokkal eredményeink összehasonlíthatók legyenek. A dolomit mennyiségét a kalciumsulfát kiszámítása után maradó kalciumoxidból CaCO₃.MgCO₃ összetétel alapján, a magnezitét a maradék magneziumoxidból számoltuk. A savoldhatatlan jó közellítéssel agyagpalának tekinthető, az R₂O₃-at piritre számoltuk át.



18. ábra

Számításaink alapján a minták ásványtani összetételét a 6. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat „összesen” rovatában az ásványtani értékelés adatait összegeztük. A 9-es minta kivételével az összeg 100%-nál kisebb, ami a kémiai elemzés kielégítő pontosságát is mutatja. Az eltérés egyetlen esetben sem elfogadhatatlanul nagy és az ásványközettani minőségi és optikai vizsgálatokkal kellően magyarázhatónak látszik (glauberit, konyhasó, agyagpala savban oldható részének elhanyagolása).

Számításunk helyességét a 6. táblázat összesen rovara kielégítően bizonyítja. Természetesen a feltételezések, elhanyagolások és a kémiai elemzés módszeres hibája részben kiegyenlítődik. Megállapításaink ellenőrzésére keresnünk kellett egy olyan módszert, amely a kémiai analízistől független. Erre a célra, feltételezve a fajsúlyadditivitást, a mért és számított fajsúly adatok összehasonlítása volt felhasználható. Számításokhoz az alábbi átlag fajsúly értékeket vettük alapul (9, 10).

Gipsz	2,32	Pirit	5,00
Anhidrit	2,96	Glauberit	2,75
Dolomit	2,90	Kősó	2,15
Magnezit	3,00	Egyéb	2,50
Agyagpala	2,80		

A mért és számított fajsúlykülönbség átlaga —0,053, ami módszeres hibaként bányanedveségre vetítve mintegy 1,77% izzítási veszteséggel, illetőleg 8,5% gipsztartalommal egyenértékű. A tanulmányozott módszerrel tehát a gipsz számított százalékos mennyisége átlagosan 8,5%-kal nagyobb, az anhidrit százalékos mennyisége ugyanennyivel kisebb a fajsúly alapján várhatóanál.

6. táblázat

Ásványtani összetétel a kémiai analízis alapján*

Minta jele	Gipsz	Anhidrit	Agyagpala	Dolomit	Magnezit	Pirit	Összesen	Számított fajs.	Mért fajs.	Fajsúly különbség
1	3,54	72,61	17,62	5,36	0,58	—	99,73	2,897	2,989	—0,092
2	—	90,32	4,46	—	2,48	—	97,66	2,942	2,961	—0,019
3	43,43	39,24	7,77	1,80	5,35	1,10	98,69	2,492	2,680	—0,188
4	78,96	3,15	10,86	1,80	3,62	1,10	99,49	2,466	2,454	+0,012
5	81,74	0,85	9,73	—	4,72	0,87	97,91	2,377	2,455	—0,078
6	90,97	2,01	1,92	4,52	—	0,26	99,68	2,380	2,368	+0,012
7	95,51	2,69	0,02	—	—	—	98,22	2,334	2,356	—0,022
8	13,58	14,16	52,81	—	15,10	2,95	98,60	2,848	2,773	+0,075
9	—	14,79	8,14	75,79	0,83	0,24	100,32	2,900	2,909	—0,009
10	5,79	73,94	12,10	0,79	5,10	1,26	98,98	2,915	2,964	—0,049
11	54,14	25,59	12,74	0,36	3,91	1,58	98,32	2,638	2,591	+0,047
12	82,02	4,10	5,37	1,45	4,48	0,63	98,05	2,436	2,528	—0,092
13	78,34	2,49	10,47	0,12	5,96	1,16	98,54	2,469	2,592	—0,123
14	88,24	1,00	1,67	6,41	—	0,47	97,89	2,397	2,443	—0,046
15	88,96	3,07	2,34	0,82	4,02	0,24	99,45	2,395	2,562	—0,167
16	81,88	—	4,44	5,26	4,99	2,87	99,53	2,474	2,578	—0,104
17	87,09	0,92	0,83	5,60	—	1,37	96,81	2,375	2,457	—0,082

* A táblázatban feltüntetett 17 típusként kiválasztott minta adatai nem tükrözik a telep átlagos CaSO₄ tartalmát és a gipsz-anhidrit arányt.

Természetesen a fajsúlykülönbséget csak a szélső esetek lehetőségének becsléseként indokolt teljes egészében a gipsztartalomra vetíteni, ez azonban nem csökkenti a módszer bizonytalanságát.

Az ásványi összetétel említett pontosságú számításához meg kell határozni 400 C°-on az izzítási veszteséget, a savban oldhatatlan, a CaO, SO₃, MgO és R₂O₃ értékek mellett és célszerű fajsúly mérésel, továbbá számítással kiegészíteni, ami hosszadalmas kémiai vizsgálódásnak tekinthető, ha figyelembe vesszük az eredmény jelentős bizonytalanságát.

A hidrátvíz meghatározást 400 C° helyett 250 C°-on végezve a hiba csökkenthető, de a TG görbék bizonyítják, hogy ez a módszer pontosságát jelentősen nem módosítja.

IRODALOM

1. Mészáros M.: Összefoglaló készletjelentés a perkupai gipsz-anhidrit telepről. Földtani Főigazgatóság kézirat.
2. Adonyi Z., Mészáros M., Menyhárt J.-né: Épitőanyag. 13 (1961) 3
3. Landolt Börnstein: Physikalisch-Chemische Tabellen 5. kiadás I. 645 old.
4. Landolt Börnstein: Physikalisch-Chemische Tabellen 5. kiadás II. 1361. old.
5. K. Till: Dissertáció Frankfurt 1931.
6. J. Eiduls. B. Hofmanis: Latvijas PSR Zinātņu Akad. Vestis. 1949. No. 7. 85—90.
7. Vanino: Handbuch der preparative Chemie I. 456 old.
8. T. Wiedmann: Zement-Kalk-Gips 13 (1960) No. 7. 293.
9. Perry J.: Chemical Engineers' Handbook 1950. kiadás 119. old.
10. Vendl A.: Részletes ásványtan 1942. Budapest.

Adonyi Zoltán, Menyhárt Józsefné, Mészáros Mihály: A perkupai gipsz-anhidrit telep ásvány-kőzettani összetételének vizsgálata.

A kémiai elemzésen alapuló összetétel-számítás eredményét a bányanedvesség nagymértékben torzíthatja az anhidrit rovására. Ez vonatkozik egyes agyagpala-zárványokban adszorbeált vízre is. 400 C° helyett 250 C°-on végzett hevítéssel ez utóbbi hiba csak kis mértékben csökkenthető. Pirit, magnezit és dolomit a 400 C°-on végzett, hevítésre alapozott számítás eredményét jelentősen nem befolyásolja. Az eddig elfogadott módszert fajsúlyadditivitás feltételezése mellett,

a mért fajsúlyokkal ellenőrizzük. A számított és mért fajsúly közötti átlagos fajsúlykülönbséget (—0,053) gipszre, illetőleg anhidritre vetítve, a módszer a mért fajsúly alapján várhatóan átlagosan 8,5%-kal több gipszet, illetőleg kevesebb anhidritet mutat ki, ami jellemzi a nagy módszeres hibát.

Адоны Золтан, Меныхарт Йозефне, Месарош Михай: ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО И ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕРКУПСКИХ ГИПС-АНГИДРИТНЫХ ПЛАСТОВ

Результаты расчета состава на основе химического анализа могут быть в большой мере искажены за счет естественной влажности породы. Это относится главным образом к ангидриту, а также к воде, адсорбированной глиняными сланцами. Нагрев при температуре 250 C° вместо 400 C° может уменьшить этот недостаток только в незначительной мере. Пирит, магнезит и доломит не указывают значительного влияния на результаты расчета, основанного на нагреве при температуре 400 C°. Принятый до сих пор метод, основанный на предположении аддитивности удельных весов, был проверен путем измерения последних. В среднем различие между расчетным и измеренным удельным весом в отношении гипса или ангидрита — 0,053, то на основе измеренного удельного веса метод показывает количество гипса в среднем на 8,5% больше ожидаемого и меньше ангидрита, что характеризует большую методическую ошибку.

Z. Adonyi, J. Menyhárt, M. Mészáros: Untersuchung der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung des Gipsanhydrit-Vorkommen von Perkupa.

Das Ergebnis der Berechnung — durchgeführt auf Grund der chemischen Analyse — kann durch die Grubenfeuchtigkeit eine beträchtliche Verzerrung zu lasten des Anhydrides erfahren. Dies gilt auch für das in einzelnen Tonschiefer-Einschlüssen adsorbierte Wasser. Durch Erhitzung auf eine Temperatur von 250 C° anstatt von 400 C° lässt sich letzterer Fehler nur zum geringen Teil vermindern. Das Ergebnis der Berechnung, bezogen auf eine Erhitzungstemperatur von 400 C°, wird durch Pyrit, Magnesit und Dolomit nicht wesentlich beeinflusst. Es wurde — die Additivität der Wichte vorausgesetzt — die bisher übliche Methode mit Hilfe der gemessenen spezifischen Gewichte kontrolliert. Falls wir den durchschnittlichen Unterschied (—0,053) zwischen der berechneten und der gemessenen Rohwichte auf Gips oder Anhydrit beziehen, ergibt sich durchschnittlich um 8,5% mehr Gips, resp. weniger Anhydrit, als auf Grund der gemessenen Rohwichte erwartet. Dieser Unterschied ist bezeichnend für den beträchtlichen methodischen Fehler.

Pályázati felhívás

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya pályázatot hirdet olyan szabadon választható tudományos témák kidolgozására, amelyek az akadémiai kutatószervek hivatalos tématervében nem szerepelnek, de összefüggésben vannak a távlati kutatási terv tudományos célkitűzéseivel.

A pályázaton aspiránsok, tudományos fokozattal rendelkező személyek nem vehetnek részt. Hivatásos kutatók vezetők előzetes engedélyével pályázhatnak.

Ezeket az engedélyeket a Műszaki Tudományok Osztályának (V., Nádor u. 7 sz. I. em. 111., tel.; 381—506) be kell mutatni.

Díjazásra érdemes dolgozatok 1000—3000 forintig terjedő jutalomban részesülnek.

A pályázatok benyújtásának határideje; 1961. szeptember hó 1. A jutalmak kiosztása 1961. decemberében történik.

A hazai finomkerámiai nyersanyagok vizsgálata és annak gyakorlati jelentősége

KISS LAJOS

Az utóbbi évtizedek szédítő technikai fejlődése minden iparágra serkentő hatással van. Ez a serkentő hatás szükségszerűen a finomkerámiai ipart is fejlődésre készítette.

A közelmúltig a finomkerámiai ipar csaknem kizárólag közszükségleti cikkeket gyártott, melyekkel szemben az igény inkább a tetszetőségre irányult és a mérsékelt termelés mellett a minőségi követelmények betartása koránt sem okozott akkora gondot, mint a jelenlegi sokirányú, fokozott termelés idején. A nyersanyag biztosítása a mainál könnyebb volt, a minőségi nyersanyag előteremtése különösebb gondot nem okozott.

Ma lényegesen nagyobbak mind a minőségi, mind a mennyiségi követelmények. A korszerű technika különböző ága, a villamosipar, a különböző műszeripar, az automatika, az atomenergia, a magfizika stb., a finomkerámiai iparral szemben támasztott igényét és követelményét napról napra fokozza. A különleges igényeket kielégítő finomkerámiai termékek előállítási módjának kikísérletezése, a korszerű gyártástechnológiában alkalmazott gépek, égetőkemencék és berendezések sikeres alkalmazása, a felhasznált nyersanyagok paramétereinek tökéletes ismeretét kívánja meg. Empirikus módszerekkel a kerámiai masszák és mázak összeállításának a korszaka lejárt.

A finomkerámiai iparban foglalkoztatott szakemberek idejét a fokozódó termeléssel kapcsolatos problémák annyira lekötik, hogy kevés idejük jut — esetleges rátermettségük ellenére is — kutatási problémák megoldására. Nagyobb horderejű problémák megoldása, az üzemek túlnyomó többségénél, a megfelelő felszerelés hiánya miatt sem lehetséges. Ennek ellenére, a finomkerámiai üzemek eredményes kutató munkát is tudnak felmutatni, de természetesen ezek elsősorban a kérdéses üzem egy-egy jellegzetes problémáját oldják meg.

Az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet a finomkerámiai ipar távlati fejlesztési feladatait vette figyelembe akkor, amikor 1956-ban a mai Analitikai és Mineralógiai Osztályon belül a hazai szilikátipari nyersanyagokkal, elsősorban a finomkerámiai ipar hazai nyersanyagainak vizsgálatával foglalkozó részlegét felállította.

A hazai finomkerámiai nyersanyagok vizsgálatát több szempont indokolja:

a) A fokozódó nyersanyagigény a figyelmet mind jobban a hazai nyersanyag-előfordulásokra irányítja.

b) A hazai nyersanyagok vizsgálata annál is inkább indokolt, mert az import nyersanyagok iránt az utóbbi években az érdeklődés világszerte növekedett, ugyanakkor pl. a közismert zettlitzi kaolinelőfordulás minőségi kaolinkészlete kimerülőfélben van, tehát időnként behozatali nehézségek vannak. A figyelemre méltó hazai előfordulások kőzeteinek vizsgálata remélhetőleg elősegíti a kül-

földi nyersanyagbehozatal további csökkentését, sőt egyes területeken az import-anyagok teljes mellőzését.

c) A feldolgozó üzemek gyakori és jogos panasza, hogy a kitermelő vállalat által szállított anyag minősége állandóan ingadozó. A széleskörű finomkerámiai nyersanyagkutatás és a korszerű vizsgálati eredmények segítségével a standard minőségű nyersanyag kérdése remélhetőleg megoldódik. A standard minőségű nyersanyagok előállítását az automatizált gyártási eljárás felé igyekvő ipar joggal sürgeti.

d) Az Intézet a korszerű anyagvizsgálat alapfeltételeivel rendelkezik. Remélhetőleg a jövőben az ÉaKKI műszerezettsége a mainál tökéletesebbé és főleg korszerűbbé válik és a vizsgálatok még gyorsabbá, még megbízhatóbbá, tehát sokkal gazdaságosabbá válnak.

A Nehézipari Minisztérium az ország több helyén, főleg a Zempléni-hegység nagyobb területi egységein, tervszerű és széleskörű perspektivikus földtani kutatásokat végeztet. Ilyen kutatások vannak jelenleg Szerencs és Mád környékén. A perspektivikus kutatásokat célzó fúrásokon kívül, a reménybeli finomkerámiai nyersanyag-előfordulások helyeinek megállapítása után kutató feltárásokat eszközölnek és a haszonanyagot rejtő területek körülhatárolására törekednek.

A megkutatott területek nagy mennyiségű vizsgálati anyagot szolgáltatnak. Ezeknek az anyagoknak rendszeres vizsgálatából az ÉaKKI is részt vállal.

Intézetünk fennállása óta a sárospataki, a szegilongi, a végardói, a sárisápi, a petényi anyagok, a székesfehérvári applit vizsgálatával foglalkozott. Ezek a vizsgálatok technológiai jellegű kutatások voltak, komolyabb ásványkőzettani vizsgálatok nélkül. A korszerű, tudományosan alátámasztott technológiai jellegű kutatásokat a nyersanyagok ásványkőzettani vizsgálata meg kell előzze. Közismert, hogy a kerámiai masszák és a kiégetett termékek anyagának tulajdonságait az eredeti anyagok komponensei nagyrészt már eleve megszabják. Az égetés folyamán lejátszódó folyamatokat és reakciókat különböző tényezők irányítják és befolyásolják. E folyamatokat irányító tényezők a nyersanyagtól részben függetlenek, a gyártás folyamán ezeket tetszés szerint módosítani, irányítani lehet. Irányítható tényezők közé sorolható: a hőmérséklet, a felfűtési sebesség, az égetőtér atmoszférájának összetétele, a keverékek különböző arányú összetétele, az anyagrészcsekék bensőséges érintkezése, az alkatrészek szemcsenagysága stb. A nem irányítható tényezők a felhasznált anyagok természetéből fakadnak. Ezeket a nyersanyagot alkotó ásványok kémiai összetétele, azok molekuláris méretű szerkezeti felépítése és az ezzel, illetőleg a makromolekuláris méretekkal kapcsola-

tos fizikai és fiziko-kémiai tulajdonságok határozák meg, mintegy predestinálják a nyersanyag felhasználhatóságát és felhasználási módozatait. Általánosan tudott dolog, hogy pl. a képlékenységre, az önthetőségre, tehát a megmunkálhatóságra, továbbá az égetés folyamán, többnyire már szilárd fázisban lejátszódó változások, folyamatok és reakciók a masszát alkotó ásványok kémiai, fizikai, ill. fizioko-kémiai tulajdonságaitól, tehát a nyersanyagban levő ásványfajták minőségétől, morfológiai sajátosságaitól és a komponensek arányától függenek.

Az ÉaKKI-ban a finomkerámiai nyersanyagok ásványközettani vizsgálatára a korszerű módszerek alkalmazásával tematika alakult ki. Ez természetesen az adott helyzetnek megfelelően módosul és állandóan bővül. Valamely nyersanyag komplex vizsgálatának fontosabb fázisai az alábbiakban foglalhatók össze:

A vizsgálat gyakorlatilag a nyersanyag-előfordulás helyszíni tanulmányozásával kezdődik. A földtani viszonyok és adottságok irodalmi tanulmányozására is súlyt helyezünk. Az előfordulás ásvány- és kőzettípusainak helyszíni tanulmányozása után a mintagyűjtés következik. A mintagyűjtést annak figyelembevételével végezzük el, hogy a begyűjtött anyag felvilágosítást szolgáltatson az előfordulás jellegzetes ásványaira és ásványtársulásaira. Ugyanis, célszerű a nyersanyag megismerése érdekében azt a természetadta keretben megfigyelni, hogy pl. genetikai kérdésekre is feleletet lehessen kapni. Helytelen az az ellenvetés, hogy ez már meghaladja az ipari jellegű kutatóintézet problémakörét. A korszerű természettudományos szemlélet az anyag és a vele kapcsolatos jelenségek vizsgálatát a természetes környezetben írja elő. Az anyag tulajdonságait a keletkezésének körülményei határozzák meg, a felhasználás szempontjából az előzmények ismerete nem lehet érdektelen.

A begyűjtött és megfelelő módon dokumentált anyag makroszkópos leírása után következik annak előkészítése a különböző vizsgálatokra: átlagosítás, áztatás, iszapolás, őrlés, szitálás, ciknozás stb. Az eredeti mintát vagy azok különböző szemeseffinomságú frakciónak a vizsgálata többirányú: teljes oxidos elemzés, kénsavban és sósavban oldható és oldatatlan rész oxidos elemzése, röntgen-, dilatometrikus-, termogravimetrikus- és differenciális termóanalízis. Az anyag megismerését célozzák a kation-cserélőképességi-, peptizálhatósági-, a viszkozitási-, rehidratálódási vizsgálatok, továbbá a hajlítószilárdsági-, zsugorodási-, tűzállósági- és színvizsgálatok. Az eredeti és a belőle készült különböző hőmérsékleten, különböző ideig izzított próbatetek mikroszkópos vizsgálata szintén értékes megfigyeléseket szolgáltat.

A hazai kerámiai nyersanyagok közül eddig az Intézetben komplex ásványközettani vizsgálat tárgyát képezte a Mád mellett levő bombolyi kaolinosan mállott riolittufa és a füzérradványi illitbánya kőzete.

Ennek a két bánya anyagának vizsgálata befejeződött. Jelenleg folyamatban van a Mád

mellett levő istenhegyi átmosott kaolintelep anyagának vizsgálata, egy Ond-környéki forrás plasztikus anyagának vizsgálata és 12 db. sárisápi próbafűrés mintáinak tájékoztató jellegű, előzetes vizsgálata.

Legyen szabad megemlíteni az ásványközettani vizsgálatok folyamán tett néhány gyakorlati jelentőségű megfigyelést.

A bombolyi kaolin soványsága nemcsak a szabad kvarctartalomnak tulajdonítható, hanem annak is, hogy benne zömmel ép, jól fejlett kaolinit és dickit kristályok vannak. Az égetés folyamán egyes minták felfűvődése, ellentétben az eddigi állítással szemben, nem magyarázható a kőzet szulfát-tartalmával. Aránylag magas szulfát-tartalmú minták nem fűvődtek, míg olyan minták, amelyekben a szulfát csak nyomokban szerepelt, az égetés folyamán felfűvődtek. A fűvődés az anyagban levő mikrokristályos kvarccal, ill. a hematittal magyarázható. Talán nem érdektelen megállapítás az sem, hogy az égetés folyamán kialakuló színre nem lehet következtetni egyedül a kőzet Fe_2O_3 -tartalmából. A nyersanyag minősítésénél előírt 1%-os Fe_2O_3 -tartalomnál több vasoxidot tartalmazó kőzetmintákból készített próbatetek égetés után fehérek voltak, míg máskor az 1% alattiak, ugyanolyan égetési körülmények között, sárga színnyomatot kaptak. A bombolyi anyag különböző eredetű szabad kovát tartalmaz: korrodált eredetű α -kvarc kristályokat, hidrotermális úton keletkezett β -kvarcot, mikrokristályos szerkezetű kvarcot és opált. Természetesen az anyag öröklhetősége a benne levő szabad kova mennyiségén kívül, annak minőségétől és textúrájától is függ.

A füzérradványi bánya anyagának vizsgálatakor kiderült, hogy a hőbomlás szempontjából kétféle agyagásvány jelenlétével kell számolni. Egyik az illit, amelyik a szerkezeti vizet alacsonyabb hőmérsékleten veszti el, mint a vele együtt, vagy tőle függetlenül előforduló hidromuszkovit. Utóbbinak rácsa az oktaédes pozícióban valamivel több magnéziumot tartalmaz, mint az illité. A füzérradványi anyag ingadozó alkálitartalmának magyarázatára sikerült fényt deríteni. A helyéből ismételt kimozdított eredeti telepet utólagosan és ismételt hidrotermális hatások érték, melyeknek következményeként a repedések mentén és a kőzet üregeiben adalár képződött. Ott, ahol az adalár-képződés erősebb volt, a kőzet K_2O -tartalma a 10%-ot, sőt az adalárra jellemző ideális állapotot, a 15–16%-ot is megközelíti.

Egyes füzérradványi anyagmintán tapasztalható hólyagosodás részben a hematit, részben az adalár égetés alatti viselkedésével értelmezhető.

A vizsgálatok kiderítették azt is, hogy a füzérradványi agyag iszapolható, belőle a szemnyezés (kvarc, hematit, tufamaradék) egyszerű ülepítéssel eltávolítható. Érdemes lenne ennek az anyagnak nemesítésével foglalkozni, ugyanis ma nagy mennyiségű értékes fehér agyagot hordanak a hányóra, mert benne könnyen eltávolítható kvarc-kavicsok vannak, vagy amint mondják homokos, holott nagyon tiszta adalár kristályokat tartalmaz.

Talán még egy vizsgálati megfigyelést említek. Az istenhegyi kaolin előfordulás plasztikus anyaga 80—90%-ban $18\ \mu$ alatti szemcsékből áll. Ennek 35—40%-a nagy fajlagos felületű kaolinit, másik része pedig ugyancsak nagy fajlagos felületű rostos kalcedon. Egyik panasz ellene az, hogy égetés után, lehűléskor pattogzik. Ennek az a magyarázata, hogy az istenhegyi kőzet a szokottnál hajlamosabb a krisztoballit képződésre és ez okozza a lehűlés folyamán, 200 °C körül, a pattogzást és s rejtett repedések keletkezését.

Úgy vélem, hogy azoknak van igazuk, akik a hazai nyersanyag kutatás jelenlegi stádiumában nem várják a sürgős, már akuttá vált termelési problémák azonnali megoldását. Az ásvány-kőzetani vizsgálatok csak előkészítik a tudományosan megalapozott rendszeres technológiai vizsgálatokat. Az igaz, hogy nagyfokú lemaradás van, de ha most nem igyekezünk megteremteni a céltudatos technológiai kutatások előfeltételeit, akkor ez a lemaradás rohamosan fokozódik.

Hazánk értékes finomkerámiai nyersanyagokkal rendelkezik. A világon talán sehol sem használják fel a nyersanyagot dúsítás, nemesítés nélkül, de nálunk a bányából csaknem kész tányért, csempét, mosdót, vagy szigetelő testeket szeretnének kibányászni. Azoknak van igazuk, akik a hazai nyersanyagok dúsítását, nemesítését sürgetik. Ezzel nemcsak a standard minőségű

nyersanyag kérdése oldódna meg, hanem igen nagy mennyiségű, jelenleg a hányókra hordott nyersanyagot menthetnénk meg a feldolgozó ipar számára.

Néhány szót a közeljövő célkitűzéseiről. Ugyanakkor, amikor folytatódik a szoros értelemben vett finomkerámiai nyersanyagok ásványkőzettani vizsgálata, sor kerül különböző problémák megoldására is: foglalkozunk az egyes nyersanyagoknak a mainál gyorsabb minősítési módszereinek kidolgozásával, a különböző eredetű kvarc viselkedésével az égetés folyamán, a különböző eredetű alkálitalalom meghatározásával, új kísérleti módszerek kidolgozásával.

Az Intézet felszerelésének tökéletesítését és korszerűsítését lehet remélni, aminek következményeként a nyersanyagvizsgálatok is tökéletesebbekké válnak és ezek köre más szilikátipari nyersanyagokra is kiterjed. Az 1960-as évben már a cementgyári nyersanyagok ásványkőzettani vizsgálataira is kitértünk és remélhetőleg a jövőben ez a kutatási terület mindegyre szélesebbé válik.

Kiss Lajos: A finomkerámia nyersanyagainak kutatása.

Куш Лаюш: ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ.

L. Kiss: Forschung der feinkeramischen Rohmaterialien.

ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

SILIKATTECHNIK

1960. 12. szám.

Krumbiegel, P.: Izotópok alkalmazási lehetőségei a szilikátkémiában. (p: 551—553, á: 3, t: 2, g: 2, b: 3)
Stabil izotópok kimutatása és mérése. A szilikátkémiában a kutatás iránya háromféle: 1. A reakcióban résztvevő anyagok stabilizotóp jelzése. 2. Az izotópkieserődés. 3. Az izotóphígítás módszere. A cikk beszámol a ^{18}O -jelzésű víz és üvegek közötti izotópeseréről. Ebből következtetések vonhatók le az oxigén kötési szilárdságára a szilikátokban. Az izotópok felhasználását javasolják továbbá habarcsok szilárdulási folyamatának kutatására, építőanyagok minőségi alkalmassági vizsgálatára és keverési folyamatok optimális feltételeinek a meghatározására.

Barth, K.: Üvegek káliumtartalmának radiológiai meghatározása. (p: 554—558, á: 5, t: 3, g: 6, b: 7)
Homlokszámamlócsővel kellő pontossággal és jól reprodukálhatóan megállapítható az üvegek és üvegnyersanyagok káliumtartalma. A mérési hiba az idő függvényében grafikai úton határozható meg. 180 perces mérési idővel olyan eredmények adódtak, amelyek pontosság tekintetében megfelelnek a kémiai elemzésnek, de jobban reprodukálhatók. A radiológiai meg-

határozásból megállapítható továbbá, hogy a kémiai elemzésre vonatkozó hibaértékeket felül kell vizsgálni.

Fischer, R.: Üvegolvastó kádke-mence áramlási tanulmánya ^{24}Na segítségével. (p: 559—561, á: 3, t: 1, g: 5, b: 6)

A ^{24}Na -val folytatott kísérletek alapján ismereteket szereztek arra vonatkozólag, hogy mennyi ideig tartózkodik az üvegkeverék az olvasztókádban, illetve a főáramkörben. Az áramlás ismérveiről a kád belsejében mennyiségi megállapítások is adódtak. A kísérletek még nem fejeződtek be, további ismeretek szerzésére még vannak lehetőségek.

Hampe, E.: Atomeróművek építéséhez használt beton különleges tulajdonságai. (p: 564—571, á: 1, t: 2, g: 13)

A megfelelő beton kidolgozásához az alábbi feladatok oldandók meg: 1. A nehéz adalékok tulajdonságait meg kell határozni a következő vonatkozásokban: gammasugárabszorpció, aktiválhatóság gamma-sugarakkal és neutronokkal, szilárdság, rugalmasság, hővezetőképesség stb. 2. A cementek vízfelvételének vizsgálata, a cementpép változása sugárzás és magas hőmérséklet hatására. 3. Betonkatalógus készítése műszaki-gazda-

sági mutatókkal. 4. Nehézbeton-injektáló módszer kidolgozása és szakképzés.

SKLÁR A KERAMIK

1960. 12. szám.

Chourova, D.: Stealit fedőmáz. (p: 323—329, á: 1, g: 8, b: 26)

A munka a bórkalciummáz zavarosodásával foglalkozik, amely a stealitmázhoz keverhető. Zavarosítóanyagként SnO_2 -t, ZrSiO_4 -et és TiO_2 -t használtak. Számos technológiai kísérletet, optikai és elektromos mérést végeztek. Legalkalmasabbnak a 16% TiO_2 -vel zavarosított máz bizonyult.

Götz, J.: Az üvegfelület finom csiszolása. (p: 330—335, á: 1, t: 6, g: 5, b: 15)

A csiszolt üvegfelület vizsgálata azt mutatja, hogy ez a felület két rétegből áll, éspedig maga a felület és az alatta levő repedezett réteg. A kettős réteg vastagságát az ezzel az üveg érdességét az üveg tulajdonságai, a felhasznált csiszolóanyag szerkezete és szemcsézete határozza meg. Az ipar szempontjából elsősorban a csiszoló-tárcsa egységes szemcseszerkezete és keménysége jelentős. Ezeknek a tényezőknek a kedvező befolyásolásával csökkenthető a felület érdessége és a fényezés időtartama.

(Folytatás a 160. oldalon.)

Porelhárítás — fásítással

DR. SZÖNYI LÁSZLÓ

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége és az Országos Munkaegészségügyi Intézet 1955. évi együttes munkaegészségügyi konferenciájának határozata alapján Porelhárítási Munkabizottság foglalkozott az építőanyagipar porártalmával. A kőbányák, kőfejtők és kavicstermelő üzemek porkérdéseit feltáró szakmai jelentés (*Erdély* 1955.) megállapította, hogy „a kőbányaüzemek porelhárítási feladatai túlnyomó részben öntözéssel és növényzet kiültetésével megoldhatók.”

A növényzet, elsősorban a fák és cserjék erdőterületen kívüli telepítésével foglalkozó fásítás ebben az időben már világszerte megkezdte megszerezni és közreadni a bányaművelés — közöttük a kőbányák — tevékenysége által érintett külszín kímélése és bányaművelést követő helyreállítása érdekében végzett leíró és kísérletes kutatásainak eredményeit. 1956-ban Magyarországon is megjelent az első általános összefoglalás (*Szönyi* 1956), amelyet 1959-ben a probléma hazai, részletes tudományos felmérése és elemzése is követett (*Szönyi* 1959). Jelen tanulmány néhány új fogalmat mutat be, majd a porártalom csökkentése érdekében végezhető fásítás lehetőségeit, teendőit ismerteti hazai felvételi adatok értékelése alapján.

A probléma egy ma már önállóan művelt tudományág, a *tájépítés* körébe tartozik. *A tájépítésnek e különleges ágazata azokat a bányaművelést megelőző, továbbá ennek során és befejeztével végrehajtandó eljárásokat foglalja össze, amelyek lehetővé teszik, hogy a bányászok befejeztével az érintett tájrészlet képe, a benne folyó gazdasági tevékenység — a technika korára jellemző új formái és arányokiban ugyan, de — a kultúrtájnak megfelelő módon fejlődhessen.* A kapcsolatos feladatok kétrétűek: részben tájrendezési, részben az újrahasznosítás körébe tartoznak.

A tájrendezés során a megbontott tájrészletet olyan állapotba kell hozni, hogy azon további, a kultúrtáj életét jellemző tevékenység legyen kifejtendő. Ennek a munkának a körébe tartozik a külszín helyes művelése, az egyes bányarészek, elsősorban a depóniák egyenletes és arányos elhelyezése a külszínen, felületük újrahasznosítás céljára alkalmas állapotba hozása, a vízháztartási viszonyok rendezése, közlekedési vonalak helyreállítása. Ez a munka a bányászat feladata és a művelés során, de legkésőbb azt közvetlenül követően hajtható végre.

Az újrahasznosítás azoknak az eljárásoknak az összessége, amelyeknek során és eredményeképpen a tájrendezett bányászati munkahelyek felveszik a kultúrtáj képét. Ez a tevékenység legnagyobb részben talajművelési és biológiai jellegű, és már nem a bányászat feladata. Az újrahasznosítás során az erdő-, ritkábban a mezőgazdaság, kertészet és az állattenyésztés alakítja ki újra — esetleg egymás közötti váltógazdálkodás formájában — a talaj termőképességét, majd az úttörő

növényi társulások után a gazdasági értéket jelentő értékesebb kultúrákat. Az újrahasznosítás lehet technikai (víztároló, lefolyásszabályozó, bányabiztonsági), kulturális (fürdőhelyek, sportlétesítmények) és egészségügyi (porfogó, zajtompító) jellegű is. Befejezettnek tekintendő, amikor a táj új élete az általános kívánalmaknak megfelelően kialakult és tartamosan fenntartható, azaz az esztétikailag is megnyugtató tájban erdő-, mező- stb. gazdálkodás folyik, technikai, kulturális és szociális létesítmények működnek és az egészségügyi kívánalmak is ki vannak elégítve. Az újrahasznosítás az abban érdekelt szerveknek a bányászattal mindig, egymás között pedig a legtöbb esetben közös feladata. Minimális célkitűzését és ütemét a tájrendezés előtt, már a bányakutatás és a távlati tervezés időszakában meg kell határozni.

A kőbányák portalanítása rendszerint az *erdőgazdasági* újrahasznosítási feladatok közé tartozik. A levegő fizikai szennyező anyagainak — ezek között a pornak — a lekötésére ugyanis az erdő különleges adottságokkal rendelkezik. Egy ha erdő 50 tonna súlyú port is képes a levegőből kiszűrni. Ez a képessége olyan nagy, hogy még az egészen finom radioaktív anyagokat is képes felfogni. *Herbst* (1960) vizsgálatai szerint a füveknek is megvan ez a képessége, de az erdő fokozza a gyp hatékonyságát. Erdő közelségét — védelmét — nélkülöző gyp általában ötször akkora összes radioaktív lepedéket tartalmazott, mint az erdők közötti területek gyepe. 1958. novemberének nagy radioaktív szennyeződése a fátlan, erdőtlen területeken 32-szer nagyobb volt. Az ágas korona még lombtalan állapotban is az ember számára kritikus érték alá tudja csökkenteni ezt a legveszélyesebb finom szennyezettséget. Az USA-ban ezt a körülményt hasznosítják is és az atomreaktorok körül védő erdőövezeteket telepítenek. Ezekben a mezőgazdasági művelést, a lakótelepek létesítését vagy az erdőterületnek magának bármiféle csökkentését egyaránt szigorúan tilalmazzák. Az ausztriai seibersdorfi és egyéb reaktorok környékén lucfenyő és nyár védőövezeteket telepítettek. Karlsruhe atomerőművét — az erős ellenvélemények ellenére is — gazdaságilag igen értékes erdőbe telepítették.

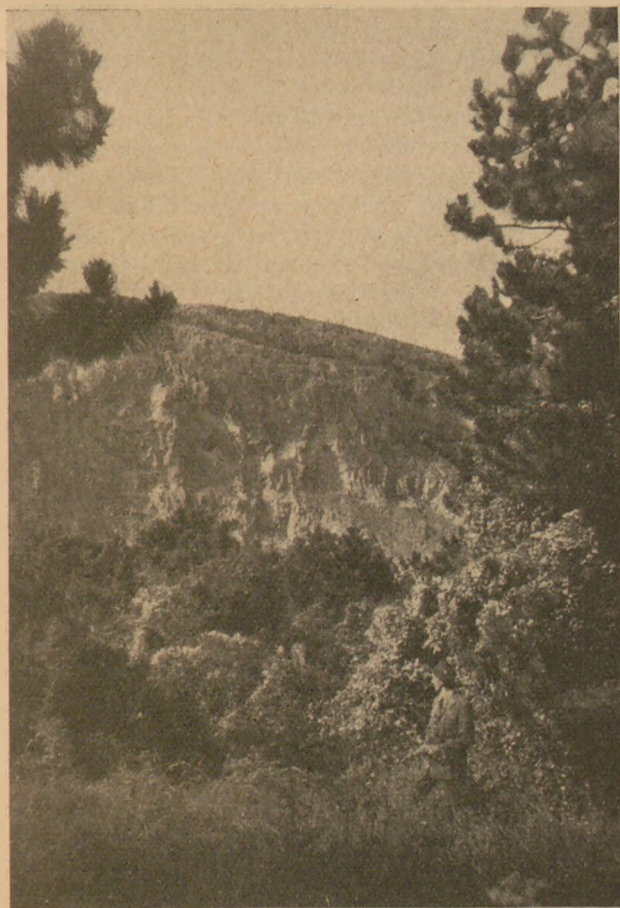
A portalanítás a kőbányaüzem működése közben vagy azt követően elvégzett tájrendezés után, szükség esetén anélkül történhetik. Az előző a helyesebb és a porelhárítás hatásossága érdekében is kívánatosabb eljárás.

A fentiek szerint a tájrendezési feladatokat a bányászati üzemeknek, az újrahasznosítási feladatokat pedig a helyileg illetékes Állami Erdőgazdaságoknak kell megoldaniuk. Utóbbi teendőivel annak különleges jellege miatt e helyen nem foglalkozom, csupán a tájrendezési kívánalmakat tudatosító alapelveket ismertetem. A gyakorlati kivített kialakulóban levő gyakorlat szerint az Állami Erdőgazdaságok eredményesen el tudják végezni.

A lehetőségek és a feladatok mások a még üzemelő és ismét mások a már felhagyott kőbányákban. Utóbbiakban minden tájrendezési tevékenység óriási költséget jelent, amelyet a bányászati vállalat nem vállalhat magára. Az üzemelő, méginkább a jövőben induló kőbányákban azonban számos olyan tájrendezési megoldás alakítható ki, amelynek kivitelezésével a porlekötés már üzem közben gazdaságos és eredményes, a művelés befejezésekor pedig könnyen kialakítható a táj új képe. Az újrahasznosítás eredményessége üzemelés közben és ezt követően egyaránt teljes mértékben a kőbányászati üzemek vezetőségétől függ.

A kőbányauzemek egészségügyi célzatú újrahasznosítása érdekében az első hazai tudományos felvételeket 1956 őszén kezdte meg az Erdészeti Tudományos Intézet a badacsonyi bazalt-, a szarvaskői gabbró- és több más kőbánya területén. A vizsgálatok célkitűzése elsősorban annak tisztázása volt, hogy egyrészt a kőbányák mely részeit lehet fásítással újrahasznosítani (portalanítani.) másrészt mi a fásítás legalkalmasabb módja, üteme.

A kőbányák munkahelyeit, a hányók alakját, elhelyezkedését, a hányótalajokat és a természetes úton megtelepedett vagy ültetett fás növényzet összetételét, növekedését tárgyunk szemszögéből a szerző értékelte.



1a. ábra. Sivár és lehangoló a legtöbb kőbánya szálban álló sziklafala, bányaudvara és törmelékjeitje, holott ez nem törvénytörő



1b. ábra. A technika korában a táj képe is megváltozik. Jó érzékkel elvégzett kiegészítő fásítás és cserjesítés a tájnak új, egyes esetekben impozáns, merész vonalat ad. (Badacsony)

A felvételek alapján megállapítható volt, hogy a kőbányák a tájépítő szemével nézve 4 nagyobb egységre oszthatók: 1. A különböző magasságú, helyenként kisebb, kifelé hajló teraszokkal, hosszabb törmelékkúpokkal tagolt és a kőzetminőség szerint változó, de rendszerint igen meredek részsíval kiemelkedő, szálban álló sziklafal. 2. A változó szélességű és hosszúságú, rendszerint a sziklafal lábánál elterülő lefedési szintek és bányaudvarok. 3. A törmelék- és meddőhányók. 4. Egyéb üzemi területek (rakodók, épületek környéke, utak stb.)

A tájrendezés és újrahasznosítás teendői az egyes részeken a növényi életet meghatározó ökológiai viszonyoknak megfelelően sajátosan elterőek.

1. A szálbanálló sziklafal újrahasznosításának célja inkább tájszépészeti, hiszen innen por tartamosan nem száll fel. Minimális kívánalom e tekintetben az, hogy a falat fák és cserjék takarják. A sziklafalak kötött törmelékén és az ezek között képződő málladékön kedvező körülmények között 5—10 m magasra nőhetnek a fák. Ilyen magas lépcsőkre kellene tehát a falat tagolni.

Ennek megfelelően alakult ki a tájkímélő bányaművelés német üzemi gyakorlata. A forgalmasabb helyeken nyitott bányaművelt falat 2—6 m széles és egymás felett 5—15 m magasságban

Kőbánya munkahelyek talajainak alapvizsgálati adatai

Sorszám	Talaj jele	pH		hy %	Humusz	Kötöttség	Kap. vízem. cm			Mechanikai elemzés				Meggjegyzés	
		H ₂ O	KCL				5 ó	20 ó	6	agyag	iszap	finom homok			durva homok
												3.	4.		
1.	B-1	0—10	7,4	4,71	3,13	(57)	21,5	—	0,52	6,59	46,97	45,42	14.	Sötét, laza, törmelék 30%. Sok gyökér Hasonló: 8 cm-nél nagyobb kő 50% Vályogos 1 cm-nél kisebb kő 40%, CaCO ₃ 7,59 Vöröses, laza, száraz Száras, lőszős, szürkés, barna Mint 29—75. CaCO ₃ 5,48—16,01 Mint fenti. CaCO ₃ = 0 Vörös tufatörmelék CaCO ₃ 25,07 Világosszürke, tömöttebb Egészen laza kötőrmelék Tufamálladék. Gyökérszóna Sötét barna kötőrmelék Laza meddő. Myccéliumok. Sok gyökér Hasonló. Kevesebb gyökér Hasonló. Igen sok gyökér 5% kő Durva kötőrmelék	
2.	10—19	7,8	7,3	3,8	—	(52)	14,0	—	1,20	6,86	42,07	49,87	7,64		
3.	19—29	7,9	7,3	2,40	1,63	38	22,0	—	4,40	22,14	28,57	44,89	7,65		
4.	29—75	8,0	7,6	2,38	1,18	(27)	35,5	—	1,60	8,19	34,58	55,63	3,27		
5.	75—86	7,8	7,4	1,85	0,69	—	17,5	—	3,84	31,87	45,07	45,07	8,50		
6.	86—120	7,9	7,2	1,52	0,74	—	23,0	—	2,96	17,05	35,72	44,27	8,32		
7.	120—146	7,7	7,4	2,81	1,54	—	12,5	—	1,64	12,27	28,41	57,68	8,33		
8.	146—160	7,9	7,3	1,64	0,71	—	20,0	—	8,08	30,65	48,68	12,59	6,05		
9.	160—	8,0	7,4	1,12	0,49	—	27,5	—	2,40	16,89	67,32	13,39	7,56		
10.	B-2	0—3	7,2	1,40	—	—	20,0	—	1,36	10,78	29,66	58,20	11,55		
11.	3—18	8,0	7,5	2,54	—	—	20,0	—	3,92	8,70	31,89	55,49	7,91		
12.	18—30	7,8	7,2	1,50	1,02	—	31,0	—	2,16	4,90	20,19	72,75	8,55		
13.	Szkó	0—30	7,3	2,32	—	—	20,0	—	3,36	10,82	34,93	50,89	—		
14.	3—8	7,3	6,2	2,55	—	—	15,0	—	3,80	13,13	35,71	47,36	—		
15.	8—22	7,4	6,5	2,51	—	27,0	24,0	—	5,72	11,52	31,97	50,79	—		
16.	22—	7,7	6,65	2,49	—	40,0	24,5	—	3,16	15,01	26,68	55,16	—		

Meggjegyzés: Badacsonyi bazalt kőbánya meddőhányójának (B-1) és közettörmelékes művelési szintjének (B-2), valamint a szarvaskői (Heves m) Gabbro-kőbánya meddőhányójának szelvénye.

levő lépcsőkkel tagolják. A hazai nagy kőbányákban a lépcsők fenntartása gazdasági okokból nem kívánható. A bányarendészet viszont előírja a szálban álló sziklafal tagolását 30 m maximális magasságú fejtési lépcsők kialakításával. A kőbányák üzemeltetői azonban gazdasági okokból terhesnek tartják ezt a tájépités számára eleve ki nem elégítő megkötést és még ennél is magasabb fejtési frontokra törekszenek. Az újrahásznotás nézőpontjából mégis feltétlenül kérnünk kell legalább a bányarendészeti előírás megtartását. A legalább rendészeti leg előirt magassági szintekre osztott bányafal is takarható azonban megfelelő fafajokból jól elrendezett, tájbasimuló alakú és színű facsoportokkal. Ha azonban a munka során az egész fal rendezésére vonatkozó egységes terv nem alakítható ki, mérlegelendő, hogy a fal részleges fásítása következtében keletkező folatok nem rontják-e az összképet és nem zavaróbbak-e mint a szálban álló, a maga egészében egységesen fedetlen, zord, de impozáns sziklafal (1. kép).

A szálban álló sziklafal lépcsőinek málladékait hamarosan ellepik a fal feletti területen levő fák, cserjék és lágyszárú növények behulló magvaiból keletkező, laza, elegyes csoportok. A természet ezen útmutatását követve a sziklafalnak azokat a részeit is lehet fásítani, amelyeken tájrendezés nem végezhető el. Tájhonos, úttörő természetű fák és cserjék magját tápanyagdús, középkötött, nyirkos talajba keverten 10 kg-os papírzsákokban, vagy 20—25 kg-os cementes zsákokban lehet ősszel a hozzáférhetetlen bányarészekre fentről rádobni.

A jövőben kívánatos lenne mérlegelni, hogy a táj épségben tartása érdekében nem lehetne-e legalább a forgalmas útvonalak menténe nagyobb bányáit oldalvölgyekből megnyitni és művelni. Kiemelt helyeken — Balatonpart, Budapest környéke — még a fejtési homlok alsó szakaszának magasabb előtér mögé rejtése is szóba jöhet, jóllehet a bányaudvar mélysintű kitűzése esetenként tervezési hibának tekinthető.

2. A lefedési szintek, bányaudvarok az üzemi forgalom, a tömör alapkőzet közelsége következtében kevésbé fásultak és fásíthatók. Legfeljebb cserjésítésük jöhet szóba mint időszakos megoldás.

3. A törmelék- és meddőhányók azonban a vizsgált kőbányákban egyaránt nagymértékben borítottak természetes úton megtelepült vagy ültetett növényzettel.

A badacsonyi hányók felszínén pl. ezelőtt mintegy 25—30 évvel, majd később is-

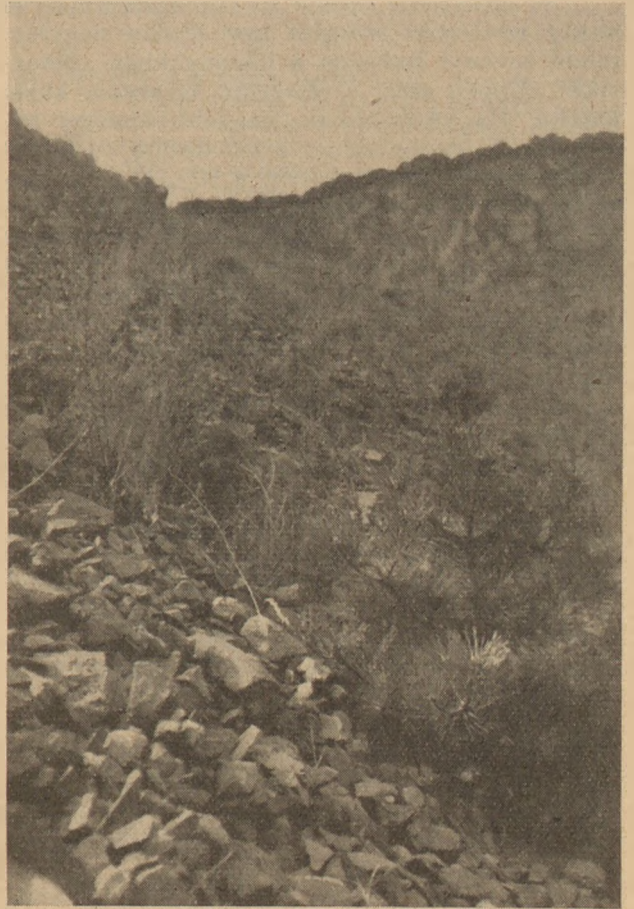
méretlen feketefenyőt telepítettek. E fák ma már laza csoportokban vannak csak lábon. Ahol a hányóba talajszerű meddő is keveredett, ott a feketefenyő csoportok köré és alá betelepültek a környező erdők igényesebb fái és cserjéi is. A lágyszárúakkal is bőven elegyedő növényzet változatos formája és növekedése arra utal, hogy a talajszerű alkotórészekben gazdagabb hányórészekben sűrűre záródott a lágyszárú növényzet, és teljes porfogó hatás érhető el. Ugyanakkor a bányákban közvetlenül felhasználható faanyag is termelhető.

Ilyen hányótalaj adatait mutatja be a táblázat B-1 jelű szelvénye, amely egészen változatos vastagságú, összetételű és nedvességtartalmú rétegekből áll (1. táblázat).

A B-2 szelvény a bányaudvar peremén levő kőtörmelékhányók felső rétegeibe ad bepillantást. A kőtörmelék hányad az egész szelvényben nagy, 70—90% között változik. A növények ásványi táplálkozását biztosító eliszapolható talajfrakció az egész szelvényben kicsi. Legszembetűnőbb azonban az, hogy a legfelső rétegben a legkisebb (1.36%) majd az alatta levő — 3—18 cm — rétegben feldúsul: 3,92%. Hasonló jelenséget tapasztaltunk a szarvaskői gabbró-kőbánya hányóján is. (Táblázatban Szkő.) A felszínen 3.36%, 3—8 cm rétegben 3,80%, 8—22 cm rétegben pedig 5.72% az agyagfrakció mennyisége.

A kőtörmelékek közül a finomabb frakciókat a víz mélyebb rétegekbe mossa. Ebből két gyakorlati útmutatás vonható le. Az egyik az, hogy a kőtörmelék hányókat — ha azok későbbi füvesítésére, fásítására gondolunk — soha sem szabad öntözni. Füvesítéskor kis vízigényű fajokat kell kiválasztani és ezeket a hányómunka befejezése után azonnal el kell vetni. A gyökerek ekkor még elérik a lefelé vándorló agyagot és iszapot. A természetes települések is ezt igazolják: az első években kiszűrt részek maradnak csak meg tartamosan fedetten. E foltok alig nagyobbodnak. A kihulló magvak a korhadék közt verődnek fel újra évről évre. Helyenkint igényesebb lágyszárúak, majd esetleg a több tartaléktápanyaggal rendelkező nagymagvak — tölgyek — és igénytelenebb fajok — feketefenyő, nyár, fűz — vetik meg meg lábukat (2. kép).

Másrészt a finom részek felszíni rétegben megőrzése esetében — ugyancsak minél hamarabb — fásítani kell. Az erdőnek ugyanis megvan az a képessége, hogy koronájával felfogja a veszélyes, záporoszerű nyári csapadékot, azt csak részben és késleltetve engedi a talaj felszínére. Szegélyének földig ágas fái a szélről megvédik a talaj felszínére hullott almot, amely tárolja a nedvességet, bomló állapotában pedig télen fizikailag is gátolja a fagyot talajon lecsörgedező hóleben lebegtetett ásványi alkotó részek lesodródását. Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy ne füvesítsünk. Ha az üzemi célok változékonysága miatt a tartamosabb kíméletet igénylő fásítást mellőznünk kell, akkor cserjéket telepítsünk, amelyek hatása hasonló mint a fáké. A cserje gyorsan és jól fed. Ugyanakkor növényírtó vegyszerek kipermetezésével bármikor eltávolítható, illetve az üzemi céloknak megfelelően kézbentartható.



2. ábra. A durva kőtörmelék között az első években felverődött lágyszárú növények közé települnek az úttörő fajok — az ábrán feketefenyő. Az erdősitést a hányókon azonnal meg kell kezdeni, míg a csapadék a finomabb talajalkotórészeket be nem mossa (Badacsony)

A rézsúk a kőbányákban is gondot jelentenek. A fásítás a rézsú mozgását is fokozatosan csökkentti, végül gyakorlatilag megszűnteti. A rézsú felszínén levő törmelék csúszásának ugyanis a tavasz a veszélyes ideje. Ilyenkor az alsó, még fagyott rétegen lecsúszik vagy lepereg a nappal felmelegedett törmelék vagy nagyobb kődarab. A záródó növényzet egyenletesebbé teszi a hőmérsékleti változásokat. A rézsú mozgása a gyökérzet mechanikai kötőhatásán kívül a mikroklíma megjavulása következtében is mérséklődik, idővel megszűnik. Ez a tény is sürgeti a hányók mielőbbi fásítását.

A por, de még a radioaktív szennyeződés kiszűrésében is különös jelentősége van az erdő lágyszárú növényzetének, az eredeti alomnak és a legfelső rétegeiben a mezőgazdaságilag művelt területekkel szemben az erdő talajában meglevő nagy mennyiségű humuszanyagának. A portalanításnak tehát nemcsak fásítania kell, hanem a fa mögött az erdőt is meg kell látnia és ki kell alakítania annak sajátos képét. Az erdő „szűrőberendezése” egyébként igen aktív. Már erősebb harmat, sűrűbb köd is lemosza a kiszűrt szennyeződést és a lombfelület, a gallyak szövevénye, az erdő alatti füvek, cserjék, a talajon levő törmelék, a korhadó lomb alkotta alom is újra „regenerálódott”.

Az elődolgozott lefedési munkahelyekről lekerült anyag növényzet számára igen értékes nagyszámú frakciója a kőbányákban „hiánycikk”. Éppen ezért e rétegeket kívánatos külön kezelni. Ha vastagabbak, nagyobb tömeget adnak, önálló depóniákban lehet tárolni és ezeket — ha vázrésztartalmuk eléri a 30%-ot — részlegesen füvesíteni is lehet. A vékonyabb fedőrétegek kisebb földtömeget üzemén kívül, de a bánya védőövezetébe eső, esetleg meglevő hányórész területek befüvesítésére használhatjuk elsősorban a bánya azon oldalán, ahonnan a szél a port a munkahelyre hordja. Ezáltal kedvezőbbek a fásítás feltételei.

4. Szabad üzemi területek, rakodók, utak menté az üzemelés folyamán eltérő időpontokban és időtartamra fásíthatók ugyancsak a fenti irányelvek szerint.

Az üzem porártalom elleni védelme a bevezetőben említettek alapján nemcsak az üzemi terület ilyen természetű rendezésével érhető el. Az üzemet — különösen 300—500 m körzeten belül — környező területek fásítását is szorgalmazni kell. A helyesen fásított környezet az üzemet érintő légtömegek mozgását lecsökkentheti, turbulenciáját csökkentheti. Különösen lényeges ebben a tekintetben az, hogy a bányaterületek körülötti erdőirtást erősen korlátozzák. Erdőt csak akkor és csak akkora területen szabad letermelni, amikor és amekkorát az üzemi munka feltétlenül megkövetel.

A fásítással történő portalanítás gyakorlata előtt a jövőben két nagy feladat áll. Egyrészt a

művelési engedély kiadása előtt az ipari tervezésekhez hasonlóan ki kell dolgozni a tájrendezés és az újrahasznosítás, adott esetben a fásítás feladatait is, majd a munka egyes szakaszaiban a tervek megvalósításának érvényt kell szerezni, másrészt és mindenekelőtt teljes megértés és a legjobb megoldásokat kereső szoros együttműködés szükséges a bányászati üzem és a tájépítő, legtöbb esetben fásító Állami Erdőgazdaság illetékesei részéről. Ők ketten dönthetik el, hogy már menetközben milyen területek fásíthatók a bányászati dolgozók és a tájban élők közös javára.

Már eddig is több kőbányában van eredményes fásítás. Szeretnők remélni, hogy ez a megértő együttműködés kezdete volt.

IRODALOM

- Erdély Imre, 1959.: Kő- és kavicsstermelő üzemek porelhárítása. *Építőanyag* 11. sz. 428—432.
Herbst Dr. W., 1960.: Baum und Wald gegen radioaktive atomosphärische Beimengungen. *Allgemeine Forstzeitschrift* 13. sz. 194—195.
Szőnyi László, 1956.: A bányaműveléssel érintett területek újrahasznosítása. *Erdészeti Kutatások* 3. sz. 37—67.
Szőnyi László, 1959.: Bányaműveléssel érintett területek újrahasznosítása. Kandidátusi disszertáció. Manuser.

Dr. Szőnyi László: Porelhárítás — fásítással.

Д-р Сени Ласло: БОРЬБА С ПЫЛЬЮ ПУТЕМ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ.

Dr. L. Szőnyi: Staubbeseitigung — durch Baumpflanzung.

(Folytatás a 155. oldalról)

CEMENT WAPNO GIPS

1960. 12. szám

Kubicki, R.: Szállóporok felhasználása a hidraulikus kötőanyagtermelésben. (p: 329—335, t: 3, g: 13, b: 7)

Mészhidráthoz háromfajta szállóport adagoltak 10 és 90% közötti mennyiségben, majd a laboratóriumban megvizsgálták az anyag viselkedését. Elszerint a szállópor és mész keverékéből készült habarcsok szilárdsága nagyobb, mint a tiszta mészé. A vizsgálatok eredményeinek alapján mész és szálló-

hamu összetételéből készült hidraulikus kötőanyag gyártását javasolták.

Caca, W.: Savakkal aktivált magasépítési beton. (p: 341—343, t: 2)

Megvizsgálták, helyettesíthető-e az eddig használt 1:3 arányú mészhabarcs, vagy 1:1:6 arányú mész-cementhabarcs, 2,5% sósavval kezelt, aktivált hamubetonnal. Bebizonyosodott, hogy a hamubeton mind a vörös téglából, mind a mészhomoktégelből készült falazatok kötésére kiválóan alkalmas. Kötése jobb, mint a mészhabarcsé, csaknem eléri a mész-cementha-

barcsét. Előállítási költsége mindkét habarcsfajtánál kisebb.

Pociej, J.: A levegő portartalmának meghatározása. II. (p: 343—355, á: 15, g: 3, b: 48)

Tárgyalt módszerek; Zeiss-koniméter, Ovens-féle kondenzációs módszer, ülepítési módszer, mosás, scrubberes levegőmozgás, optikai módszerek, hőprecipitációs módszerek, elektroprecipitációs módszerek. A módszerek pontos ismeretése mellett mindegyiket kritikailag értékeli a szerző és közli azt az eljárását is, amellyel a próbákat a vizsgálatra előkészítik.

É P Í T Ő A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kladja a Műszaki Könyvtadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 760 példányban

61-5398-089/2 - Réval-nyomda Budapest V., Vadász utca 16.

Terjesztő a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.

Előfizetési díj: 1/4. évre 18.—Ft., félévre 36.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekkszámányszám: egyéni: 61.252. közületi: 61.066

Egyesületi hírek

A Kőbányász szakosztály január 30-án tartott szakosztályi ülésén Gyurián Lajos szakosztályvezető beszámolt a szakosztály 1960. évi munkájáról és vitára bocsátotta a f. évi programmal kapcsolatos feladatok megvalósítására előterjesztett javaslatait. Az elmúlt év tevékenységét méltatva megállapította, hogy a szakosztály klubnap előadásai a kőbányaipar fejlesztésének legaktuálisabb feladatköréből választották témáikat és olyan kutatási, valamint rendszerezési eredményeket mutattak fel, amelyek számos esetben segítettek az iparvezetését. A szakosztály által rendezett vidéki előadások részben hazánk felszabadulásának 15. évfordulójára ünnepi keretében az államosított kőbányaipar fejlődését ismertették, részben pedig a második öt éves terv műszaki fejlesztési programjának megvalósításához adtak elvi irányítást. Ezek az előadások mindkét esetben jó szolgálatot tettek abban a tekintetben is, hogy a vidéki vállalatok műszaki gárdájának szélesebb körét vonták be a szakosztályi munkába. Ebben a keretben kiemelkedett az Uzsabányán október 14-én megtartott előadássorozat sikere, ahol Gyurián Lajos, dr. Jugovics Lajos és Hajnal Lajos előadásai meggyőzték a helyi műszaki vezetést arról, hogy a második öt éves tervnek Uzsabányára jutó nagyszabású célkitűzései megfelelő intézkedések foganatosításával megoldhatók. Ezt Táborosi Elek vállalati igazgató, mint az értekezlet záróelőadója, készséggel el is ismerte.

A beszámoló ezután azokat a nagyrendezvényeket méltatta, amelyeket a szakosztály szervezett az elmúlt év folyamán: az uzsai és csepeli anketót, valamint az Egyesület által rendezett fiatal mérnökök és közgazdászok anketóját, amelyen a kőbányász szakosztály három előadással vett részt. Az első két nagyrendezvényen a kőbányaipar egy-egy újszerű üzemszerkezése került bemutatásra és megvitatásra: az uzsai folytonos kőbányaüzem és a csepeli úszókotrók kavicstermelés.

A beszámoló megemlékezett a szakosztály munkabizottságairól, amelyek feladatuknak, a kőbányaipar második öt éves műszakfejlesztési programjának kidolgozása és beruházási terv felülvizsgálata sikeres elvégzéséért miniszteri elismerésben részesültek; megemlékezett a szakosztályi tagok külföldi utazásairól, szakirodalmi tevékenységéről, végül a szakosztály mérnök-technikus továbbképző tanfolyamáról és megállapította, hogy ez utóbbi három területen a szakosztály munkája javításra szorul.

A kőbányász szakosztály 1961. évi munkaprogramjának végrehajtási módoszatai tárgyában keletkezett vita folyamán a hozzászólók számos olyan javaslatot tettek, amelyek hasznosságát a szakosztályvezető zárszavában elismerte és magáévá tette azok beépítését a szakosztályi munkatervbe.

A Durvakerámiai szakosztály 1961. február 15-én rendezett klubnapján Bodó Imre, a Kőbányai Téglagyár főmérnöke előadás keretében a padlóüzem rekonstrukció tervfeladatait ismertette.

A terveket a Téglai Igazgatóság megbízásából a Kőbányai Téglagyár műszaki kollektívája rekordidő alatt, 6 hónap alatt készítette el.

A rekonstrukció után a padlóüzem termelés 110 000 m²-ről 235 000 m²-re növekszik. A létszámszükséglet a termelés több mint kétszeresére való növekedése ellenére 226 főről 211 főre csökken, tehát a termelékenység jelentős mértékben emelkedik. A padlólapgyártás technológiája a lehető legolcsóbb technológiai elrendezést igényli. A mennyiségi termelés fokozása mellett megteremti a jobb minőségű áru gyártásának és a választék növelésének lehetőségét. A rekonstrukció beruházási költségigénye 25 millió forint. Az Iparterv tervei szerinti beruházási költségek fölé az építési költségek miatt jóval nagyobbak voltak.

A rekonstrukció megvalósítását részben az egyre növekvő hazai igények és exportálási lehetőségek feltétlenül indokolják. A hozzászólásokban Kunsági et. a Közgazdasági Főosztály részéről a tervek és a gazdaságossági mutatók alapján az É. M. három legjobb beruházása közé sorolta és kiemelte, hogy a beruházás épí-

tési költségei a szokásos 50—60%-kal szemben mindössze 25—28%-ot tesznek ki. Vagyis a tervezők a VII. pártkongresszus irányelvei szerint a meglevő épületek optimális kihasználását tartották szem előtt.

A további hozzászólások és vita alapján elfogadásra került az a javaslat, hogy a nyers, tehát rázkódásra érzékenyebb padlólapok a sajtolás után azonnal az alagútszáritóba kerüljenek, vagyis a szárító betolási szakasza a préház melletti oldalra kerüljön s inkább az égetett áru szállítási útvonala hosszabbodjék meg.

Vita tárgyát képezte még az import útján beszerzésre kerülő sajtoló prések típusának a kérdése, mivel a régóta bevált, de drágább és érzékenyebb hidraulikus Lais-présekkel szemben felmerült az egyszerűbb és olcsóbb Spengler-prések alkalmazásának lehetősége. A vita során kialakult álláspont szerint a lengyelországi Opocnóban folyó évből üzembe helyezett Spengler-prések tanulmányozása alapján kell a problémát eldönteni.

Zöld elvtárs a lepényszárító hőszükségleti számításának átdolgozását tartja szükségesnek s egyetértőleg kialakult véleménye szerint a lepényszárítási kapacitás nem teszi szükségessé a körkemencén való szárítást.

A klubnap eredményes volt, mert a jelentős beruházási ismertető értékes előadás után kialakult vita konkrét elfogadható és megvalósítható javaslatokkal járult hozzá egy jelentős beruházás előkészítéséhez.

A Kőbányász szakosztály február 20-i ülésén Szabó Elek a kő- és kavicsbányaüzemek kapacitásvizsgálatának alapelveit ismertette a kőbányász szakosztály és a vendégként meghívott közgazdasági szakosztály tagjai előtt. Előadó a tárgykör alapfogalmainak, bevezetett jelölésmódjának és munkamódszereinek felsorolása után a kőbányaipar gépeinek, majd gépsorainak kapacitászámítását mutatta be, végül a gépesített kőbányaüzemek egyes üzemszereinek kapacitásmegállapítását ismertette. A tartalmas előadást követő megbeszélés, amelyen mindkét szakosztály számos tagja felszólalt, több kérdés tisztázására vezetett és szükségesnek mutatta a két szakosztály együttműködését az előadásban felvetett téma lezárása érdekében.

Helyszíni bemutatóval egybekötött előadást tartott Serege Sándor „Téglaiipari levágóautomaták” címmel az Újlaki Téglagyárban. Itt újközben mutatták be a Serege által készített hidraulikus cseréplevágó automatát, mely óránként 3600 cserép levágására alkalmas. A bemutatón nagyszámmal vettek részt a cserépet előállító üzemek műszaki vezetőin kívül a téglagyárak más műszaki beosztású dolgozói is. A szakmai bemutatót követő előadáson Serege részletesen ismertette a hidraulikus levágó automata működését és előnyeit. Összehasonlítást tett az iparban használatos hagyományos rendszerű levágó-asztalokkal szemben. A bemutatott levágóasztal típus két hónapi próbaüzemeltetés után a prototípus bizottság elfogadta és a 0-széria gyártását engedélyezte.

II. Ipari Energiagazdálkodási Konferencia

1961. október 16—20 között tartják Budapesten a II. Ipari Energiagazdálkodási Konferenciát, amelyre mintegy 10 országból érkeznek szakemberek és küldik be tudományos dolgozataikat.

A Konferencia célkitűzése elsősorban a gazdaságos energiafelhasználás elősegítése a nemzetközi tudományos és műszaki együttműködés révén.

A Konferencia foglalkozni fog az olaj- és gázfelhasználás műszaki és gazdasági kérdéseivel, az egyes iparágak energiafelhasználásának racionalizálásával, a fajtágos energiafelhasználás mutatószámaival, az energiamérlegekkel, továbbá az energetikai műszerezéssel és automatizálással.

A Konferenciára vonatkozó mindennemű felvilágosítást a Konferencia Szervezőbizottsága ad (Energia-gazdálkodási Tudományos Egyesület, Budapest, V., Szabadság-tér 17. II. emelet 233.).

A Magyar Kémikusok Egyesülete Beton-korróziós Szakcsoportja 1961. V. 24—27. között országos méretű Betonkorróziós Konferenciát tart. A Konferencia tárgya a betonkorrózió elméleti és gyakorlati kérdései, különös tekintettel az újszerű megoldásokra. Az előadásokat a kutató, a tervező és a kivitelező vállalatok a témával foglalkozó legkiválóbb szakemberei tartják. A Konferencia fő célja a korróziós károk kialakulásának lehetőségét felmérni a legújabb kutatási eredmények alapján és kitzúzni azt az új irányt, amelyen e szakág művelőinek a jövőben haladniuk kell.

Az alábbiakban közöljük a Konferencia részletes programját.

Ünnepélyes megnyitó 1961. május 24. de. 10 óra.

A megnyitó előadást *Szokup Lajos*, az Építésügyi Miniszter helyettese tartja. Az előadás címe: *Építőipar és betonkorrózió.*

A négy szekcióból álló Konferencia előadásai az alábbiak:

Cementek relatív korrózióállósága.

Dr. Bereczky Endre professzor, Veszprémi Vegyipari Egyetem.

A beton korrózióállóságának és vízzáróságának szerepe a vasbetonszerkezetekben.

Prof. Dr. Palotás László, Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem.

Tömörtség és szemszerkezet szerepe a betonok korrózióállóságában.

Weisz György, Érc- és Ásványbányászati Tervező Iroda.

Korrózióvédelem cementanyag felhasználásával.

Biczó Imre, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

Geológia szerepe a betonkorrózióban.

Dr. Bidló Gábor, Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék.

Talajvíz vegyi összetételének időszakos változása.

Véssei Ede, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

1961. V. 25. de. 10 óra.

Ipari korrózióvédelem kérdései.

Novák András, Budapesti Városépítési Tervező Iroda.

Tapasztalatok a Betonol alkalmazásáról.

Medgyesi Iván, *Véssei Ede*, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

A beton gázkezelésének elméleti kérdései.

Dr. Náray Szabó István, MTA Központi Kémiai Intézete.

A gázkezelt beton korrózióállóságának gyakorlati kérdései.

Kovács József, Építéstudományi Intézet.

A széndioxidos kezelés és a hőerlelés hatása a beton korrózióállóságára.

Székely Ádám, Építőanyagipari Központi Kutató Intézet.

Bitumen a korrózióvédelemben.

Dr. Soltész Gáspár, Építőanyagipari Központi Kutató Intézet.

Bitumen javítása műanyagokkal.

Péter Tiborné, Építéstudományi Intézet.

1961. V. 26. de. 10 óra.

Korrózió ellen védő műanyagbevonatok betonon.

Kiss Béla, Műanyagipari Kutató Intézet.

Műanyagadalékos habarcsok és betonok.

Terényiné Fejes Katalin, Építéstudományi Intézet.

Korrózióvédelemben felhasználható szilikonok.
Székely Tamás, ELTE Általános Kémiai Tanszék.

Szilikonok gyakorlati alkalmazása a beton korrózióvédelmében.

Medgyesi Iván, *Czerny Győző*, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

Műanyagalapú lakkok és festékek.

Timár János, Lakk- és Festékipari Vállalat.

Korrózióvédelem gyakorlati alkalmazása.

Hörcher János, dr. *Báthori Márta*, Gyárkémiépítő Vállalat.

Épületek korrózióvédelmének gazdasági kérdései.

Száva István, Vegyiműveket Tervező Vállalat.

Zárszó, határozati javaslatok a betonkorrózió kérdéseiben.

Medgyesi Iván, a Betonkorróziós Szakcsoport vezetője.

Május 27. de. 9 óra.

Mátrai-rendszerű salakvasbeton födéme korróziója, helyreállítása, gazdasági kérdések.

A Mátrai-födémek helyreállításának műszaki és gazdasági kérdései.

Ruzicska Béla, Építésügyi Minisztérium.

A Mátrai-födémek tönkremenetelének okai. Korróziós vizsgálat.

Szaktelemény, helyreállítási javaslat.

Véssei Ede, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

Vastartók és vasbetétek állapotvizsgálatának újabb irányai.

Kelemen Lajos, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

Födémek próbaterhelésének elvi és gyakorlati kérdései.

Barabás Márton, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.

Mátrai-födémek helyreállítására kialakult eljárások.

Bretán László, Típustervező Iroda.

A Konferenciával kapcsolatos részletes felvilágosítást *Medgyesi Iván* ad (Budapest, VIII., *Reviczky u. 4.*).

A Konferencia helye: Budapest, Technika Háza, I. em. előadó terem (V., Szabadság tér 17.).