

■ 2. ábra. A II. kohófenék rétegvastagsága



■ 3. ábra. A kohófenék megmaradt falazata

ExTuL project (az RFCS által támogatott EU program) keretén belül kiépítésre kerültek a fúvóformák bemeneti és kimeneti hűtővizének mennyiségét ellenőrző indukciós áramlásmérők, valamint a hozzájuk kapcsolódó hőmérsékletmérések. A rendszer 2012. április 24-e óta zavartalanul üzemel, és hasznos információkkal látja el a kezelőszemélyzetet a fúvóformák állapotáról.

A komplett adagolóberendezést négy alkalommal cserélték. A korábbi átlagos három évenkénti torokzár-cserékkel szemben a kohó leállítását megelőző időszakban a berendezés több mint öt éves élettartamot ért el. Megjegyzendő, hogy az utolsó másfél évben minden TMK alkalmával a nagyúppalást bemaródott részeit keményfém felhegesztéssel javították, valamint az átépítésre történő leállást megelőzően 2013. január 25. és 2014. augusztus 20. között a berendezés 100%-ban zsugorítvány-felhasználással üzemelt.

A kohó kampányidejének alapvető

meghatározója az olvadék tárolására szolgáló medence (fenék) kialakítása, a beépített tűzálló anyagok fajtája és minősége. A medence állapotának változásait kezdettől fogva kiemelten kezeltük, rendszeresen ellenőriztük. Ebben segítségünkre volt egy matematikai modell, amely a beépített falazati hőelemek mért értékei alapján, felhasználva az egyes falazatrétegek hővezető képességét, becslést szolgáltatott számunkra a falazat erőzójára, ezzel együtt a maradó rétegvastagságra vonatkozóan.

A 2. ábrán jól látható, hogy a kohó indítását követően intenzív fenékerőzítő volt tapasztalható. Mintegy egy év elteltével a folyamat intenzitása lecsökkent, szinte stagnálóvá vált. Feltételezhető, hogy kialakult egy „dinamikus egyensúly”-nak nevezhető folyamat a medencében lévő olvadék, a karbonfalazat és a külső hűtés között.

A változások jellegéből összefüggést lehet találni a berendezés üzemeltetésének körülményeire, az in-

tenzivebb vagy visszafogottabb medenceforgalomra. 2014 elejétől a kohófenék fogyásában enyhe élénkülés tapasztalható, mely eltartott a berendezés leállításáig.

A 3. ábrán jól látszik az olvadékkal érintkező terület (a kép középső és felső része). A határvonal alul eljutott a legalsó mullit réteg felső negyedéig, oldalt pedig az eredeti karbonblokkoknak mintegy kétharmada maradt meg. A kerületen és az alsó rétegekben (a kép jobb oldalán) láthatóak az épen megmaradt karbon- és grafitblokkok, melyeknek rendkívül fontos szerepük volt a kohófenék hőegyensúlyának kialakításában.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a több mint 14 éves kemenceélettartam a jól kialakított hűtőrendszernek, a beépített kiváló minőségű tűzálló anyagoknak, a magas színvonalú karbantartásnak és nem utolsósorban a berendezést kímélő szakszerű üzemeltetésnek volt köszönhető.

ALI KAMALI MOAVENI – ANDREAS BÖHM

## LD-salak szeparálási kísérleteinek értékelése

*A szerzők többféle laboratóriumi kísérletben tanulmányozták az acélgépjártási konvertersalak foszfortartalmának csökkentési lehetőségeit abból a célból, hogy újrahasznosításra alkalmasabbá tegyék ezt a nagy vas-, illetve vasoxid tartalmú mellékterméket a nyersvasgyártásban. Meghatározták a salakminták elemi és ásványi összetételét, a foszfortartalom eloszlását, továbbá megfelelő aprítás-örlés után az egyes ásványi fázisok flotálással, illetve nedves mágneses szeparálással lehetséges szétválaszthatóságát. Vizsgálták továbbá a vizes salakpépben elsődlegesen a nagy foszfortartalmú dikalcium-szilikát szemcsék kémiai megbonthatóságának mértékét szénsavas oldással.*

A bázikus oxigénkonverteres acélgyártás elkerülhetetlen mellékterméke a konvertersalak. A salakba zárodott fémes vas, illetve vasoxid (FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nyersvasgyártás során történő hasznosításakor fontos a salak foszfortartalmát előzetesen csökkenteni. Jelen szakcikk a foszfor fizikai-kémiai módszerekkel történő előzetes szeparálhatóságát vizsgálja.

A kiindulási anyag összetételei elemzése – a mikroszkopikus és SEM-vizsgálatok – azt mutatták, hogy a salak túlnyomórészt dikalcium-szilikátból (2CaO.SiO<sub>2</sub>, a továbbiakban C<sub>2</sub>S) áll, továbbá különböző összetételű kalcium- és magnézium-tartalmú ferritek, illetve fémes vas és szabad CaO található még benne. A foszfor elsősorban a C<sub>2</sub>S-fázisban található, ezért flotálással és nedves mágneses szeparációval vizsgáltuk a diamágneses szilikátok a vasoxid-tartalomtól való elválaszthatóságát. A kémiai összetételt műszeres ásványtani vizsgálattal, illetve fizikai osztályozási módszerek kombinációjával határoztuk meg.

A kísérlet során a C<sub>2</sub>S felbontásához tiszta szén-dioxid-gázt engedtünk át a salakpépen, illetve beállítottuk a flotáláshoz megfelelő pH-értéket. A karbonizációs folyamat eredményeként a szűrletben kémiai módszerekkel kis foszfortartalom volt kimutatható, bizonyítva a C<sub>2</sub>S-fázis sikeres felbontását. CO<sub>2</sub>-adagolás nélküli esetben viszont még hosszú időtartamú (162 óra) vizes oldás után sem volt kimutatható foszfor a szűrletben.

A C<sub>2</sub>S részleges lúgzással történő szétválasztásának hatását, illetve a CaCO<sub>3</sub>-csapadék kiválását – a SEM, illetve a laboratóriumi méretű osztályozás alapján – a cikkben szintén bemutatjuk.

**Dr. Andreas Böhm** bányamérnök, a Leobeni Egyetem Ásványelőkészítési Tanszékének helyettes vezetője, egyetemi adjunktus, és a tanszéki kutatólaboratórium vezetője. Szűkebb szakterületéhez tartozik a vasérc dúsítása és mágneses szeparálása, továbbá a különféle ásványelőkészítési módszerek és a neutrondiffrakció alkalmazásainak kutatása, mely területeken a 2000-es évektől számos nemzetközi kutatási projektet is irányított.

**Ali Kamali Moaveni** jelenleg PhD-hallgató a Leobeni Egyetem Ásványelőkészítési Tanszékén. Tudományos vezetője dr. A. Böhm adjunktus, akivel közösen dolgozik az „Acélgyártási salakok” című K1-MET projekten. A kutatási projektet Böhm adjunktus vezeti és az ausztriai acélipar is támogatja.

\* A cikk az OPMR2016 (Opportunities in Processing of Metal Resources in South East Europe) Budapest 2016. november 28–30. konferencia kiadványában (174–183. oldal) jelent meg.

## 1. Bevezetés

A konvertersalakok nagy nehézfém-tartalma miatt Ausztriában a 2015–2016. évi jogszabályok [1] korlátozzák az építőanyagként történő felhasználásukat, melynek következtében a konvertersalakok hasznosítása az előző évek szintjének 2-3%-ára esett vissza. Azóta nagy erőfeszítések történtek ennek a salaktípusnak az új jogszabályoknak megfelelő felhasználására.

A kémiai összetétel szerint – ahogy az 1. táblázatban látható – a salak nem áll messze egy viszonylag gyenge minőségű vaséctől, a feldolgozásának a salak nagy foszforkoncentrációja az egyetlen korlátja. A foszfortartalom nem csökkenthető a kohászati folyamatokban a kívánt mértékben, így más megoldást szükséges keresni. A folyamatban lévő kutatás célja a foszfortartalom nagyolvasztón kívüli csökkentési lehetőségeinek vizsgálata olcsó (alacsony energiafogyasztású) eljárásokkal. A folyamatban lévő kutatási munkát a K1-MET kutatási program irányítja és részben az osztrák kormány finanszírozza.

### Nyersanyagelemzés

A leobeni Ásványelőkészítési Intézetben az anyagelemzés módszereinek egyedülálló sorozatát fejlesztettük ki a feldolgozásra váró nyersanyagok értékelésére. Számos modern laboratóriumi mérési módszert kombináltunk az alábbiak vizsgálatára:

- az aprítási művelet adott anyagra jellemző energiaszükséglete,
- egy adott maximális részecskeméretre reprodukálható méreteloszlás,
- a méretosztályonként a fizikai tulajdonságok eloszlása,

– az ásványi alkotók szerkezete, amik az elemi eloszlást és az ásványi anyagok feltárási állapotát jellemzik.

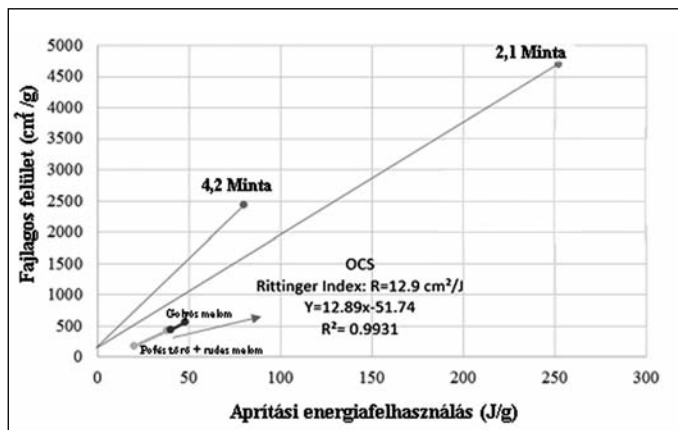
Az első lépésben a szétválaszthatóságot az úgynevezett Optimalizált Aprítási Sorrend (OCS) eljárás szerint teszteltük [2]. A háromfokozatú finomítási vizsgálat során egy laboratóriumi méretű zúzópofás törőt (Retsch100), egy laboratóriumi rudasmalmot (150 mm átmérőjű) és egy golyósmalmot (átmérő 200 mm) használtunk fel, hogy meghatározzuk a nyomó és az ütő igénybevételek minimális energiafogyasztását. A használatos Rittinger-együttható (R, cm<sup>2</sup>/J) összefüggésben áll az OCS-eljárással kialakított összfelülettel és a mért összes energiafogyasztással.

Az optimalizált aprítás mérési eredményeit diagramon ábrázolva (1. ábra) azok – általánosságban – jó közelítéssel egyenes vonal mentén található, amelynek a vonatkozó Rittinger-index határozza meg a dőlésszögét. A BOF-salak esetén a Rittinger-index 12,9 cm<sup>2</sup>/J értéket mutat, ami kívül esik az aprításnak nagy mértékben ellenálló anyagokra jellemző értékterületen (ez mészkő esetén a 70-100 cm<sup>2</sup>/J tartományba esik).

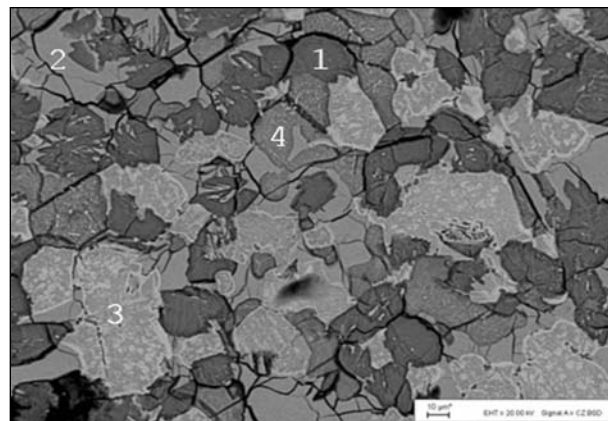
A fenti módszerrel nyert aprítási termékeket a méretosztályok minimális variációja jellemzi, azaz csekély méreteloszlást egy adott maximális részecskemérettel.

Az aprított anyagok méret szerinti két osztályát – 40-71 μm, illetve 71-100 μm – vizsgáltuk [3] egy ismert mágneses erejű kézi mágnessel azért, hogy értékelhető legyen a minta látszólagos mágneses szuszceptibilitásának eloszlása a mágnes és a minta között a távolság változásának függvényében. A látszólagos mágneses szuszceptibilitás a gyengén ferromágneses és az erősen paramágneses jelleg között változott, az értékek 1,659×10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/kg, illetve 2,749×10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/kg voltak, a látszólagos mágneses szuszceptibilitási értékek pedig 0,676-0,007 (a tiszta magnetit szuszceptibilitása 5-10 közé esik).

A mágneses szuszceptibilitásuk szerint szeparált osztályokat kémiai összetételük meghatározására a



■ 1. ábra. LD-salak aprításának energiafelhasználása OCS és VRM200 eljárások esetén



■ 2. ábra. LD-salakraól készült BSE-felvétel, szemcseméret –1 mm +0,5 mm. 1–C<sub>2</sub>S; 2–Ca-Al-ferrit; 3–Mg-ferrit (változó mennyiségű Fe-tartalom), 4–CaO

1. táblázat. A kiindulási salak átlagos kémiai összetétele

Elem	Mennyiség [%]
Fe <sub>total</sub>	24,25
Ca	26,58
Si	5,68
P	0,49
Mg	3,97
Mn	4,34

XRF-fel (bead) vizsgáltuk. Az ásványi összetételt és az elemi eloszlást a polírozott felület XRD (XRD Bruker D8 Advance) és SEM/EDS (Carl Zeiss Evo MA 15, INCA analízis szoftver elemzés) mérési módszerek kombinációjával határoztuk meg. A 2. ábra a 4,2 számú kiindulási salakmintáról készült visszaszórt elektron (BSE) felvételt mutat be. A SEM és XRD eredmények bebizonyították, hogy a kalcium-szilikát ásvány csak dikalcium-szilikát (C<sub>2</sub>S) formában fordult elő.

A 2. ábrán bemutatott BSE-kép az ásványos fázisok textúráját mutatja, érzékeltetve az összenőtt szerkezetet. A fizikai, kémiai és ásványtani elemzések együttes használata kimutatta a fémes vasat, Mg-ferritet és Ca-Al-ferritet, mint mágneses fázisokat, míg a szabad mész és dikalcium-szilikátok fontos, nem mágneses tulajdonságú fázisokként jelentek meg. A

foszfor többsége a dikalcium-szilikátban volt megtalálható. Az eredmények ismeretében az ásványelőkészítésnek az volt a feladata, hogy olyan alapanyagot adjon a zsugorító mű számára, ahol a szilikátfázis elvált az oxidosoktól.

A mágnesezhető frakciók C<sub>2</sub>S-tartalmát a vizsgálatok szerint a SiO<sub>2</sub>-tartalom alapján lehet meghatározni a Henry Reinhardt-féle diagram megszerkesztésével. Ez azt mutatja, hogy a C<sub>2</sub>S-tartalom növekedése a mágneses szuszceptibilitás csökkenésével jár, de a C<sub>2</sub>S 40 µm-nál nagyobb frakciói esetén sikertelen a feltárás. Ezért a C<sub>2</sub>S-fázis megfelelő feltárásához, az anyag őrlésekor legalább 40 µm alatti méret elérése szükséges.

Az eddigi gyakorlatban a víz jelenléte elkerülhetetlen tényező volt a sikeres folyamathoz, ebben a kis mérettartományban. Ebben az értelemben a hidratációs reakció kinetikáját is döntő tényezőnek kell tekinteni. A 40 µm feletti tartomány feltárásához a 2D képanalízissel történő meghatározás a 3D-s eljárás kalibrálásával lehetséges, ami azt mutatja, hogy a sztereológia kisebb jelentőséggel bír a feltárt fázis elemzésében [4]. A hűtési idő és az adalékok hatásának meghatározása a mágneses viselkedésre és a feltárás mértékére

2. táblázat. A 4,2 minta, illetve a 2,1 minta fizikai jellemző

A minta jelzése	K <sub>90</sub> [µm]	K <sub>50</sub> [µm]	K <sub>20</sub> [µm]	Fajlagos felület [cm <sup>2</sup> /g]	Energiafogyasztás [kWh/t]
4,2	71	22	4	2430	22,3
2,1	26	11	3	4700	69,8

## 2. Mintaelőkészítés és előzetes szétválasztási vizsgálatok

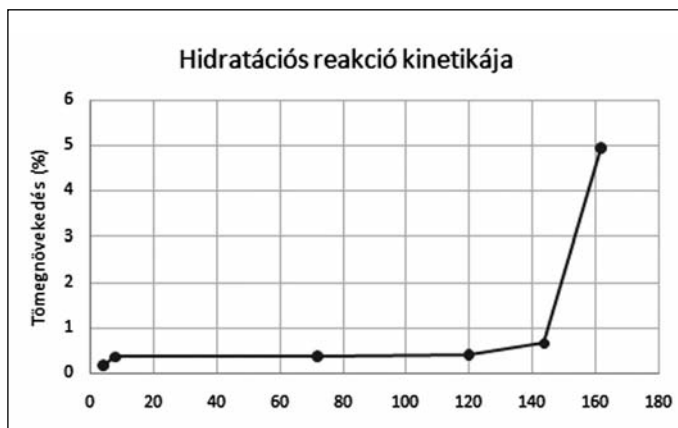
A mágneses elválasztáson kívül a flotálás volt a másik lehetséges elválasztási módszer.

A száraz finom őrlést függőleges görgős malom (VRM 200) segítségével, egy 200 mm-es átmérőjű tárcsával, 140 mm-es átmérőjű görgővel végeztük az Ásványelőkészítési Intézetben. Érdeemes megjegyezni, hogy az abszorpciós szilárdság és a sűrűség által az energiafogyasztás (amelyet az őrlési eszköz által felvett energia ad meg) alacsonyabb, mint a nyomószilárdság és az ütközés hatása volt a golyósmalmokban, amint az az 1. ábrán látható.

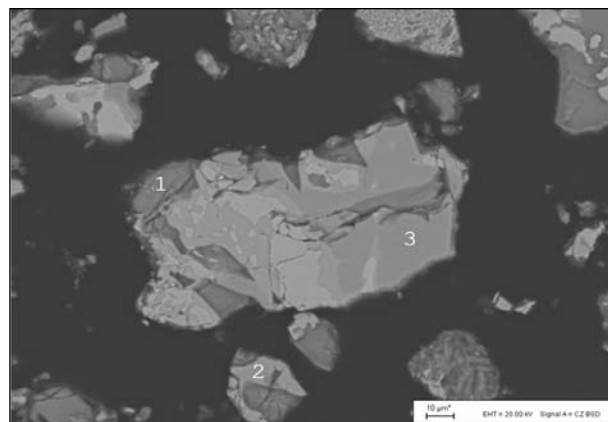
Az 1. ábrán feltüntetett 4,2 mintadarabokat a VRM 200-at a 2430 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felületre porították egylépcsős aprítással, majd további hidratációs és gázosítási kísérletek zajlottak. A 4,2 minta fizikai tulajdonságai a 2. táblázatban találhatóak meg.

A VRM 200 durva és finom termékeinek – nyitott körfolyamatban – elvégzett kémiai vizsgálatait nem mutattak eltérést a salak különböző fázisai között.

A LIMS (laboratóriumi méretű dob, SALA típus) és laboratóriumi méretű golyósmalom szeparátor segítségével elvégzett előzetes nedves elválasztási tesztek azt mutatták, hogy a mágneses mező 0,12 T fluxus sűrűségű értéke túl alacsony ahhoz, hogy a finom méretű részecskék hatékonyan szétválhassanak. A jövőbeli kutatási munka magába foglalja a részletesebb elemzéshez a HGMS-



■ 3. ábra. A salak hidratációs kinetikája a hidratációs idő függvényében



■ 4. ábra. A hidratált salak SEM/EDS vizsgálati eredménye (1–C<sub>2</sub>S, 2–Mg-ferrit, 3–Ca-Al-ferrit)

teszt elvégzését. Egy 10 cm-es pólustávolságú 1 dm<sup>3</sup> méretű 0,7 T-es mágneses fluxus sűrűségű elektromágnest alkalmaztunk.

A 4,2-es mintán a laboratóriumi méretű járókerekes keverőt használó előzetes flotációs tesztek is gyenge szétválástást eredményeztek. A flotációs kísérlethez egy laboratóriumi Denver-cellát alkalmaztunk olajsav reagenssel. Az aminokat flotálási eljárásokban rendszerint arra használják, hogy az enyhén savas vagy semleges pH-jú szilikátok felússzanak, azonban a salakpép pH-értéke 12,6 volt. Másfelől, a mechanikai flotációs cella alkalmazása a >20 µm részecskeméret-tartományban, rövid időtartam és helyhiány következtében nem volt megfelelő. Ezért az Ásványelőkészítési Intézet a laboratóriumában egy laboratóriumi flotációs oszlop-cellát alakítottunk ki a salak kívánt méret szerinti eloszlásának eléréséhez. Az oszlopcellák nagyobb esélyt adnak a finom részecskék kapcsolódáshoz vagy szétváláshoz a gyűjtésre és tisztításra szolgáló zónákban.

Annak érdekében, hogy szisztematikusan tanulmányozható legyen az aminos gyűjtőreagens alkalmazhatósága, szénsavat adagoltunk, hogy az semlegesítse a salak-szuspenziót és felbontsa a C<sub>2</sub>S-t annak érdekében, hogy elválhasson a foszfor. A szénsav a legkönnyebben hozzáférhető sav az acélpipari üzemben.

### 3. Hidratáló reakció

A hidratációs folyamat kinetikájának meghatározásához a salak-szuspenziót (a folyadék és szilárd anyag meghatározott arányában) a 4,2 mintából és desztillált vízzel készítettük el. A megszáritott szűrőpogácsa tömegének növekedését a hidratálási idejével összevetve, mint a hidratációs folyamat értékelési számát vizsgáltuk. A különböző hidratációs időtartamhoz tartozó eredményeket a 3. ábrán mutatjuk be a különböző hidratációs kinetikákat a rövid ideig tartó érintkezés esetén (< 140 óra).

A száraz szűrőpogácsának és a szűrletnek a kémiai vizsgálati eredményei azt mutatták, hogy a kalcium részben feloldódott a folyadékfázisban. Mivel a rövid idejű hidratálási folyamat során nem volt megfigyelhető fázismódosítás, ezért arra a következtetésre jutottunk, hogy a feloldódott kalcium valószínűleg a szabad mésztartalomban jelenik meg. A 4.

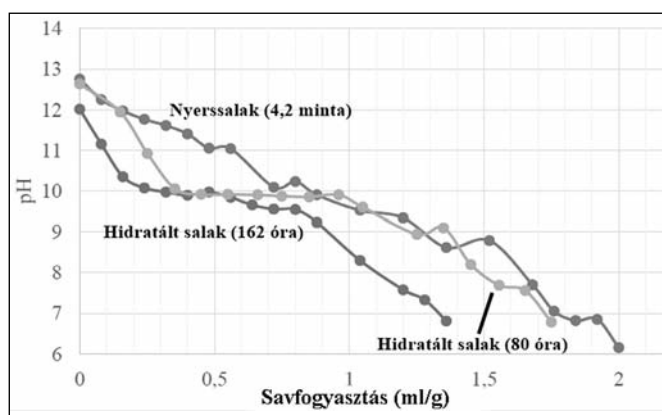
3. táblázat. A hidratációs folyamat szűrletének kémiai vizsgálati eredménye

Elem	Koncentráció [mg/l]
Fe <sub>total</sub>	1,56
Ca	144,6
Si	1,7
P	<0,1
Mg	0,3
Mn	3,78

ábra és a 3. táblázat mutatja be a hidratált salakra vonatkozó SEM-vizsgálati eredményét és a szűrlet kémiai analízisét.

### 3.1. Sav semlegesítési képesség (ANC)

Az ANC meghatározásához 12,5%-os hígított sósavat (HCl) titráltunk a salakba, hogy meghatározzuk a kiindulási hidratált salak semlegesítéséhez szükséges sav mennyiségét. Az 5. ábrán látható, hogy a hidratált anyag esetében csökkent a salak semlegesítéséhez szükséges sav mennyisége. A salakpép természetes pH-ja 12,7-ről 12-re kissé csökkent, bár a pép még mindig nagyon bázikus. A hidratált salak semlegesítésére szolgáló összes savfogyasztás (162 óra alatt) megközelítőleg 1,35 ml/g volt.



■ 5. ábra. Az ANC-vizsgálat eredménye a kiindulási és a hidratált salak esetén

### 4. Az LD-salak karbonizációja

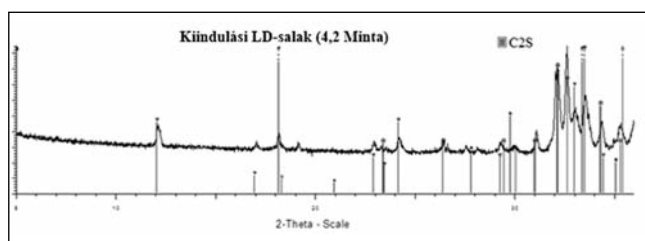
A karbonizációs folyamat

célja a salakpép neutralizálása (hogy képes legyen az aminosavakat használni a szilikátok flotálási reagenseként) és a C<sub>2</sub>S-fázis felbontása (hogy felszabadítsa a foszfort). A karbonizáló folyamathoz tiszta szén-dioxidgázt (CO<sub>2</sub>) vezetünk a salakpépbe, szuszpenziót állítva elő – meghatározott folyadék-/szilárdanyag-arány mellett – a 4,2 mintából és desztillált vízből. Keverőeszközként mágneses keverőt használtunk a szilárd fázis leülepedésének elkerülésére és a részecske-buborék találkozási valószínűségének növelésére. Az elgázosítás 80 percig tartott környezeti feltételek között. Ezután a szuszpenziót leszűrtük, és a szűrőpogácsát 105 °C-on 24 órán keresztül kemencében szárítottuk. Ezt követően a szűrletet és a szűrőpogácsát kémiai vizsgálatnak vetettük alá. Továbbá XRD- és SEM-vizsgálatokat végeztünk a szárított szűrőpogácsán, hogy meghatározzuk a gázosítással megtörtént fázisátalakulásokat.

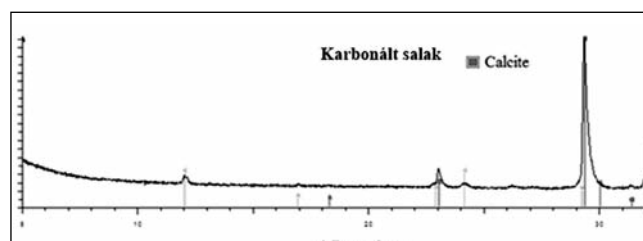
A kapott eredmények a 4. táblázatban azt mutatják, hogy a szűrlet kalcium- és foszforkoncentrációja drasztikusan csökkent, illetve megnövekedett.

5. táblázat. A szénsavval kezelt minták SEM-vizsgálatának eredményei

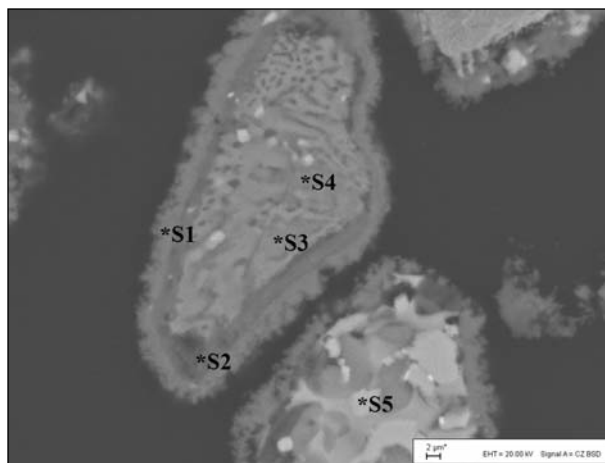
A mintavétel helye	Elemek [%]								Fázis
	O	Mg	Si	P	Cl	Ca	Mn	Fe	
S1	80,3	-	1,5	-	0,3	17,3	-	0,5	Ca-ban gazdag
S2	70	-	14,3	0,8	-	13	0,4	1,5	CS
S3	61,5	-	13,6	-	-	23,7	0,4	0,7	C <sub>2</sub> S
S4	63,5	-	12,5	-	-	22,7	0,6	0,8	C <sub>2</sub> S
S5	53,1	12,1	-	-	-	2,3	8,6	23,8	kalcium-ferrit



7. ábra. Az kiindulási salak XRD-eredménye – a C<sub>2</sub>S megjelenése a kiindulási salakban



8. ábra. A karbonált salak képződése – C<sub>2</sub>S helyett a kalciumot tartalmazó CaCO<sub>3</sub>



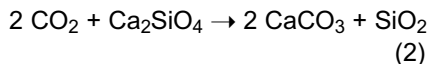
6. ábra. SEM-vizsgálat a szénsavval kezelt salakból: a kalcium-karbonát részecskét körülvevő réteg

4. táblázat A karbonizációs folyamat szűrletének kémiai analízise

Elem	Fe <sub>total</sub>	Ca	Si	P	Mg
Koncentráció [mg/l]	<0,1	49,1	43,5	0,3	44

dett. Az említett jelenség a C<sub>2</sub>S-fázis bomlásának, illetve egy új fázis képződésének lehet a következménye.

A C<sub>2</sub>S bomlási kémiai reakciója a szénsav hozzáadásával az alábbiak szerint történik:



Az említett következtetést az XRD- és SEM-vizsgálatok is megerősítették, és egy újonnan képződött fázist,

kalcium-karbonátot mutatnak ki.

#### 4.1. SEM-eredmények

A pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) vizsgálatot a 6. ábrán bemutatott szénrel bevont polírozott mintákon végeztük. Az elemek atomtömegével, amelyeket az 5. táblázatban mutatunk be, a rendelkezésre álló fázisokat szénsavval kezelt salakra adtuk meg.

A szénsavas kezelés következtében a kicsapódott kalcium-karbonát réteg átlagosan 3-4 mikron vastagsággal vonta be a részecskéket. Az újonnan képződött réteg megakadályozta a gáz bejutását a részecskék belsejébe és blokkolta a gázosítási folyamatot. A karbonizációs szűrlet kémiai analíziséből (4. táblázat) azt láttuk, hogy a foszfor részben feloldódott a folyadékfázisban. Lásd a 7. ábrát és az 5. táblázatban az S2 mintát, a SEM-vizsgálat azt bizonyította, hogy a foszfortartalom többi része a kalcium-karbonát réteg alatt helyezkedik el.

#### 4.2. XRD-vizsgálat

Az XRD-vizsgálat azt szemléltette, hogy a kalciumban gazdag, az 5. táblázatban említett komponens a kalcium-karbonát. Nyilvánvalóvá vált, hogy a kalcium-magnézium-ferrit vegyületet nem változtatta meg a karbonizálás, bár a C<sub>2</sub>S-fázis felbomlása megtörtént a karbonizálás során. A 7. és 8. ábrán látható röntgendiffrakciós diagram a kiindulási salakban lévő C<sub>2</sub>S jelenlétét és a karbonátos salak kalcium-karbonátjának képződését mutatja.

## 5. Összefoglalás

A salak gyors lehűtése megnehezíti, hogy kialakuljon egy erősen összenőtt anyag. Az OCS-módszerrel kapott salak alacsony Rittinger-együtthatója az anyag nagy keménységét mutatja. A primer ásványelőkészítési kísérletek, akár flotációs, akár mágneses szétválasztással, gyenge elkülönítési hatékonyságot eredményeztek a salak finom feltárási fokának, magas pH-értékének és a nem megfelelő reagens alkalmazásának köszönhetően.

Mivel a víz jelenléte szükséges a salak kis méretű szemcséinek flotációs vagy mágneses elválasztással történő feldolgozásához, ezért megvizsgáltuk az anyag hidratációs kísérletek, illetve fázismódosítás során mutatott kinetikai viselkedését. Az eredmények nem mutattak szignifikáns változást rövid távú érintkezés esetén (< 140 óra), kivéve a méz oldódását a folyadékfázisba.

Az ásványtani vizsgálatok kimutatták, hogy a foszfor elsősorban a C<sub>2</sub>S-fázisban található. A foszfort tartalmazó fázis (C<sub>2</sub>S) a feltárt < 40 µm-es frakcióban volt, amit igazol a bemutatott Henry–Reinhardt-diagram, ahol nem volt kimutatható feltárt C<sub>2</sub>S-részecske 40/71 µm-es, illetve a 71/100 µm-es frakciókban. Ezért a

C<sub>2</sub>S felbontása szükséges, hogy a foszfor kinyerhető legyen finom frakciókból. A C<sub>2</sub>S bontása a salakpépbe vezetett tiszta CO<sub>2</sub>-gázzal történt, mivel az a legkönnyebben elérhető gáz az acélművekben. A szénsav és a dikalcium-szilikát kémiai reakciója következtében a salak-szuszpenziót semlegesítettük és új összetételű kalcium-karbonátot állítottunk elő. Az újonnan képződött kalcit kicsapódott a részecskék felületén, és blokkolta a további karbonizációs folyamatot. Ennélfogva az azonos felületi összetételű részecskék a hasonló viselkedést mutatnak a flotációs reaktorban. Ezért a kalcit rétegtől való megszabadulásra egy mechanikus megoldás megtalálása a jövő feladata lesz. Ebben az értelemben az egyidejű karbonizációs és aprítási folyamatokat szükséges megvizsgálni.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a K1-MET szervezet pénzügyi támogatásáért. Külön köszönetet jár az Ásványelőkészítési Intézet vezetőjének, a Montanuniversität Leoben és a Voestalpine Stahl GmbH számára a tudományos támogatások, a hasznos megjegyzések és a laboratóriumi létesítmények használatáért.

**Fordította: Harcsik Béla**

## Irodalom

- [1] Gesamte Rechtsvorschrift für Recycling-Baustoffverordnung, Fassung vom 06.09.2016, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- und Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung) StF: BGBl. II Nr. 181/2015, p 21.
- [2] Steiner H. J.: 1998 Zerkleinerungstechnische Eigenschaften von Gesteinen, Sonderdruck aus Felsbau 16, No.5, pp. 320–325.
- [3] Steiner H. J. and Böhm A.: 2000 Prediction of the performance of low-intensity wet magnetic separators in the processing of partly altered magnetite ores. Proceedings of the XXI International Mineral Processing Congress, Volume A, A7 35–41. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- [4] Boehm A. and Niiranen K.: (2016) 2D versus 3D liberation analysis to characterize intergrowth in LD-Slag, Proc. of the XXVIII Int. Mineral Processing Congress, September 11–15, Quebec, in print

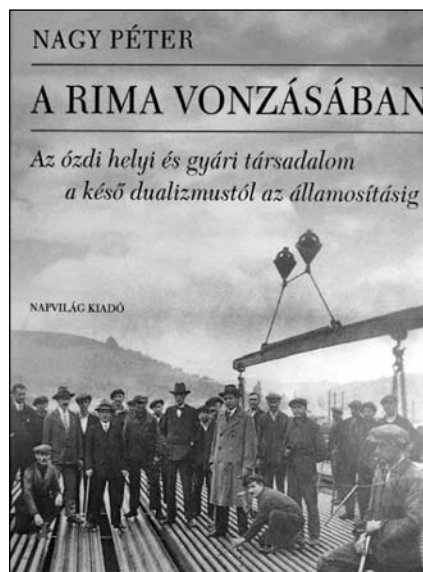
## ■ Könyvismertetés

# Nagy Péter: A RIMA VONZÁSÁBAN

## Az ózdi helyi és gyári társadalom a késő dualizmustól az államosításig

A RIMA kifejezést olvasva az Ózd környékén élő ember először a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaság gyáira, üzemének munkájára, technológiai berendezéseire gondol. Kétségtelen, hogy ehhez a munkakörülmények, az ott dolgozók életkörülményei, a helyi társadalom is hozzátartozik. Eddig azonban e területről nem készült részletes, áttekintő anyag, ezért a jelen társadalomtörténeti monográfia újszerű, mindenképpen hiánypótló anyag.

A szerző röviden bemutatja a RIMA és az Ózdi Vasgyár Magyarország iparában betöltött szerepét, helyét. Rávilágít a Vasgyár társadalomátalakító hatására, bemutatja a



helyi társadalmat és az iparosodás folyamatát.

Leírja, hogy a Vasgyár telepítése előtti kicsi Ózd falu a termeléssel összefüggő betelepítés, bevándorlás hatására hogyan bővült, változott évről évre.

Foglalkozik az etnikai arányokkal, az asszimilációval, a felekezeti megoszlással. A népszámlálás adatait felhasználva mutatja be a gyári társadalom létszámának változásait.

A hiányos statisztikai adatokat az író számtalan személyes interjúval egészíti ki, és teszi színessé. Az egykor Ózdi Kohászatban dolgozó embereknek és hozzátartozóiknak különös élményt nyújt az interjúkból merített is-