

# CaO és MgO VEGYÜLETEINEK KÉPZŐDÉSE A KALCITOS-DOLOMITOS BAUXITOK FELDOLGOZÁSÁKOR BAYER—ELJÁRÁSSAL

ZÁMBÓ JÁNOS\*—ORBÁNNÉ KELEMEN MÁRIA\*\*

A halimbai kalcitos-, dolomitos-bauxitok feldolgozásakor jelentkező üzemviteli problémák szükségessé tették az  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$  rendszer vizsgálatát a Bayer-technológia paramétereit mellett. Megállapítást nyert, hogy a dolomitos bauxitok feltárásakor képződő Ca-, Mg-tartalmú fázisok minőségét és mennyiségi arányait elsődlegesen az aluminátlúgban oldott komponensek határozzák meg, de befolyásolják az oldat egyes összetevőivel reagálni képes szilárd fázisok is; a komponensek ásványos fázisa megszabja a lehetséges reakciókat; CaO hatására aluminátlúgból  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , illetve  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot k\text{SiO}_2(6-2k)\text{H}_2\text{O}$  képződik; növekvő CaO a fázisok minőségét nem, csak a mennyiségét befolyásolja; MgO jelenlétében  $\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_6$ ,  $\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , ill.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  keletkezik; CaO és MgO együttes jelenléte, mennyisége és aránya megszabja a reakciók és fázisok keletkezésének sorrendjét;  $\text{TiO}_2$  jelenlétében  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{MgTiO}_3$  és  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})$ -titanát is egyensúlyi fázis; a képződő vegyületek megváltoztatják az  $\text{Na}_2\text{O}$ - és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -vesztéseket; a keletkezett Mg-tartalmú szilárd fázisok a  $\text{MgTiO}_3$  kivételével habzást okoznak.

## 1. Irodalmi áttekintés

A halimbai bauxitmező egyes területein a bauxitok CaO- és MgO-tartalma a szokásos 0,4%, illetve 0,1%-os értéket jelentősen meghaladja. A mező átlag 2,7% CaO-t és 0,7% MgO-t tartalmaz. A kalcium és a magnézium ásványos megjelenési formája a bauxitban főtömegében kalcit, illetve dolomit. A tim-földgyártási gyakorlatban ismert a karbonátos ásványok dekausztifikáló hatása. A szennyezettebb bauxitok feldolgozásakor azonban a zagy-elválasztásnál a mosósoron más problémák is jelentkeznek. A mosódorrok túlfolyásában nagymértékben megnő a vörösiszap-tartalom és jelentős mennyiségű, nagy szilárdanyag-tartalmú hab úszik a felszínre. A hab a rendszerben felgyűlve üzemzavart okoz, súlyosabb esetben lehetetlenné teszi a mosósor üzemét. A nehézségek a kalcium- és a magnézium-tartalmú vegyületekkel kapcsolatosak, ezért vált szükségessé a kérdés részletes tanulmányozása.

\* Zámbo János, Fémipari Kutató Intézet 1116 Budapest, Fehérvári út 144

\*\* Orbánné Kelemen Mária, Fémipari Kutató Intézet 1116 Budapest, Fehérvári út 144

A  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{MgO} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  rendszerben az oldattal egyensúlyban levő szilárd fázisok meghatározása a Bayer technológiánál szokásos  $5 \div 250 \text{ g/l Na}_2\text{O}_k$  koncentrációnál,  $1,6 \div 3,5$

$$\frac{\text{Na}_2\text{O}_k}{\text{Al}_2\text{O}_3}$$

molviszonynál,  $70 \div 240^\circ\text{C}$  hőmérséklettartományban rendkívül nagy volumenű feladat. Esetünket még bonyolítja, hogy a bauxitok feltárásakor a  $\text{SiO}_2$  és  $\text{TiO}_2$  tartalom egy része is oldatba kerül, így a rendszer nyolc komponensűvé válik. E mellett a képződő szilárd fázisok a hőmérséklet és koncentráció változásával átalakulhatnak.

Ilyen bonyolult rendszerben az egyensúlyi szilárd vegyületek meghatározása a komponensek számának növelése útján, a szokásos módon, a szükséges vizsgálatok nagy száma miatt, nem oldható meg. A rendszer timföldipari szempontból fontos részleteiről azonban már nagyszámú adattal rendelkezünk, melyekre alapozva további laboratóriumi vizsgálatokkal, — a teljes rendszer egyensúlyi fázisainak meghatározása nélkül is, — tisztázhatók a kalcium- és a magnézium-tartalmú vegyületek képződési feltételei a bauxitfeltárás és a vörösiszapmosás viszonyainál.

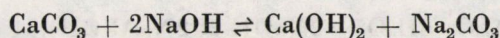
Az  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  rendszerből a timföldipari gyakorlatnak megfelelő hőmérséklet- és koncentráció-viszonyoknak megfelelően különböző nátrium—alumínium-szilikátok válnak ki.  $100^\circ\text{C}$  alatti hőmérsékleten „Lindezeolit A” képződik, amelynél a szilikátrácsba és rácshézagba idegen atomok épülhetnek be.  $180^\circ\text{C}$ -ig szodalitok képződnek, melyeknek kémiai összetételét Vörös [1],  $3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \text{Na}_2\text{X} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  összegképlettel adja meg, ahol  $\text{X} = \text{CO}_3^{--}, \text{SO}_4^{--}, 2\text{Cl}^-, 2\text{AlO}_2^-, 2\text{OH}^-$  lehet. A szodalit lényegében elegykristály, ami azt jelenti, hogy az X anion a mindenkori oldatkoncentráció, oldatösszetétel és hőmérséklet függvénye. Az alumínátlúg szodatartalmának változásával a karbonát-szodalit, a molviszony változásával az alumínát-szodalit mennyisége mutat növekedést vagy csökkenést.

BARRER és WHITE [2] vizsgálatai szerint  $210^\circ\text{C}$ -on vagy felette szodalit és kankrinit, ill. csak kankrinit képződik, a molviszonytól függően. A kankrinit összegképletét  $3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2)\text{Na}_2\text{CO}_3$  formulával, vagy  $3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2)2\text{NaOH}$  összegképlettel adják meg, amelyek teljes egyezést mutatnak a karbonát-szodalit és hidroxí-szodalit összetételével, kristályszerkezetük azonban eltérő. A szodalitban az anionok változása teszi lehetővé az  $\text{Na}_2\text{O}$ -veszteségek egy részének (kb. 10%) az olcsóbb  $\text{NaCl}$ -, vagy  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -tal történő pótlását [3]. SEIMIYA [4] a vörösiszapban szintén szodalit-típusú elegykristályt és kankrinit-típusú vegyületeket azonosított.

Az  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  rendszer egyensúlyi viszonyainak vizsgálatával az ötvenes években szovjet kutatók sora foglalkozott. Céljuk az ún. szóda-meszes eljárás kidolgozása volt, ahol a marónátron-veszteségek pótl-

lására használt szódát a bauxit feltárásával egyidőben mésszel kausztifikálják.

Az egyszerű karbonátok, mint a kalcit, dolomit, sziderit a bauxitok nedvesőrlése és feltárása során a lúggal kölcsönhatásba lépnek és szódává alakulnak. A



reakció egyensúlyi állandója 25 °C-on  $2,82 \cdot 10^{-3}$  [5].

A melegítéskor a reakció egyensúlyi állandója nő, mivel a

$$K_a = \frac{a_{\text{CO}_3^{2-}}}{a_{\text{OH}^-}^2} = \frac{L_{\text{CaCO}_3}}{L_{\text{Ca(OH)}_2}}$$

egyenletben, — ahol  $a_{\text{CO}_3^{2-}}$  és  $a_{\text{OH}^-}$  az ionok aktivitása, a a  $\text{CaCO}_3$  oldhatósági szorzata ( $L_{\text{CaCO}_3}$ ) nő és  $L_{\text{Ca(OH)}_2}$  pedig csökken. 200 °C-on  $K_a \approx 1$ .

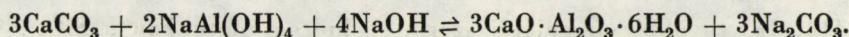
Következésképpen melegítéskor a kalcit jobban reagál a lúggal, azonkívül a lúgkoncentráció növelése is kedvez a kalcit bomlásának.

A magnezit reakciója 25 °C-on [6]

$$K_a = \frac{L_{\text{MgCO}_3}}{L_{\text{Mg(OH)}_2}} = \frac{1,7 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-12}} = 3,4 \cdot 10^5.$$

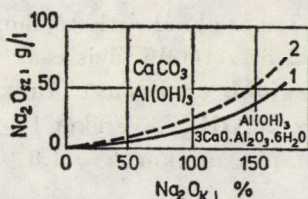
Melegítéskor az egyensúlyi állandó nő, a reakció nem megfordítható és gyakorlatilag már a kiskoncentrációjú lúgokban is teljesen végbement [7].

Meleg aluminátlúgban a kalcit szóda és kalcium-hidroaluminát képződése közben bomlik, amely ilyen körülmények között a mésznél rosszabban oldódik:

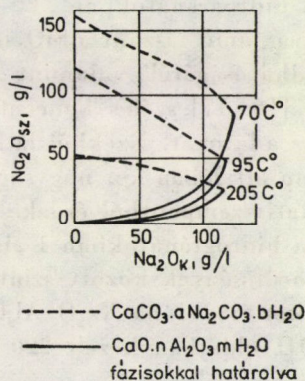


Az 1. ábrán a szódakausztifikáció egyensúlyi görbéje látható aluminátlúgban 95 °C-on,  $\alpha_k = 1,65$  esetében LEJTEJZEN és POTAPOVA nyomán.

A 2. ábra pedig különböző hőmérsékleten mutatja be a  $\text{CaCO}_3$  képződésének mezejét a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  rendszerben [8]. A görbék által



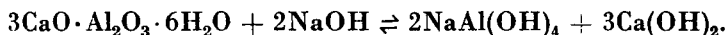
1. ábra



2. ábra

határolt területen a  $\text{CaO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  összetételű szilárd fázis, felette pedig  $\text{CaCO}_3 \cdot a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{H}_2\text{O}$  kettőskarbonát válik ki az oldatból.

A trikalcium-hidroaluminát a hőmérséklet növelésekor nem állandó, és lúggal a következő egyenlet szerint reagál:



A reakció izotermiát a 3. ábra mutatja, LEJTEJZEN és POTAPOVA [10] nyomán.

Összehasonlítás céljából ugyancsak ezen az ábrán tüntettük fel a gibbsit (95 °C), a böhmít (155 és 200 °C) és a diaszpor (200 °C) oldhatóságát. A 3. ábrán feltüntetett hőmérsékleteken a trikalcium-hidroalumináttal egyensúlyban levő  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -koncentráció kisebb, mint a gibbsit, illetve böhmít oldhatósága, és 200 °C-on megközelítőleg azonos a diaszpor oldhatóságával, ezért a diaszporos bauxitok feltárásakor kalcium-aluminát nem képződik. A zagy lehűtésekor és hígításakor a  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  képződésének feltételei azonban igen kedvezőek.

$\text{SiO}_2$  jelenlétében hidrogránátok képződnek. Az  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  rendszerből kikristályosodó hidrogránátok képződésének törvényszerűségeit többen [10–13] vizsgálták. Megállapították, hogy



képződik, ami nem más, mint a



szilárd oldata.

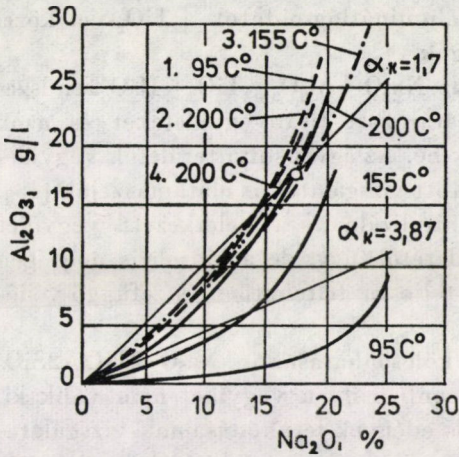
[14, 15] további vizsgálatai szerint a hidrogránátokban a  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  molaránytól függően a köbrács elemi cellájának mérete lineárisan változik. A  $\text{C}_3\text{AH}_6$ -nál a  $a = 12,55 \text{ \AA}$ , mely  $11,86 \text{ \AA}$ -re csökken a  $\text{C}_3\text{AS}_3$  esetében. Ez a változás a röntgendiffraktogramokon jól mérhető, de jól kristályosodott fázisoknál az optikai törésmutató meghatározásával is nyomomonkövethető, mivel a törésmutató  $1,590 \div 1,600$  helyett  $1,640 \div 1,670$  között van.

A hidrogránátokban „ $k$ ” értékét az oldat  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$  molaránya határozza meg, amit viszont a  $\text{SiO}_2$  oldhatósága határol. A  $\text{SiO}_2$  stabilis és metastabilis oldhatóságáról, valamint a nátrium-hidroaluminium-szilikátok oldhatóságáról [16, 17] széles koncentráció és hőmérséklet határok között foglalják össze az adatokat. Ezekből látható, hogy az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége az aluminát-lúgokban általában két nagyságrenddel nagyobb, mint a  $\text{SiO}_2$ -tartalom, így a gyakorlati szempontból érdekes koncentráció-viszonyoknál érthető, hogy a  $k$  értéke a hidrogránátokban 1 alatt van és  $k \geq 2$  összetételű fázis csak különleges körülmények között szintetizálható. A legjobb eredményt ARAKELJAN [15] akkor érte el, ha  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  és  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  keverékét  $10 \div 20\%$ -os  $\text{NaOH}$  oldatban kezelt  $220 \text{ °C}$ -on néhány napig, amikor  $k = 1,8 \div 2$  lett.

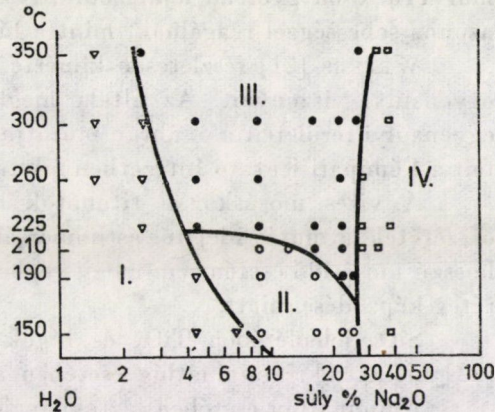
\*  $\text{C}_3\text{AH}_6$  egyéni rövidítések

\*\*  $\text{C}_3\text{AS}_3$





3. ábra



4. ábra

A szilárd fázisban található  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalom a hidrogránátokkal egyidejűleg kiváló NAS-ban van kötve.

A MgO viselkedéséről a timföldipari irodalomban nagyon kevés adat található. ARAKELJAN [15] a NAS-ok szintetizálásakor 100 °C-on azt tapasztalta, hogy MgO adalék hatására túsprizmás külsejű kristályok képződnek, melyek törésmutatója 1,570 ÷ 1,492 határok között van. Feltételezi, hogy  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  és olyan szilárd oldat keletkezik, ahol a nátrium-hidroaluminium-szilikátban a  $\text{Na}^+$  egy részét  $\text{Mg}^{2+}$  ionok helyettesítik. (Szodalit, ill. kankrinit = NAS).

A  $\text{TiO}_2$  viselkedését az alumínátlúgban sokan tanulmányozták, azonban a képződő vegyületek tekintetében a vélemények megoszlanak. Ezek az eltérések minden bizonnyal abból adódnak, hogy különbözők voltak a kísérletek technológiai paraméterei, valamint a vizsgálati módszerek. A különböző szerzők által leírt vegyületeket HAZAINÉ és SOLYMÁR [18] cikkükben foglalták össze. Kísérleteik során megállapították, hogy 180 °C-on az anatóz 24%-a nem reagál az alumínátlúggal és a titán-tartalom amorf nátrium-titanát alakjában fordul elő. Bauxit feltárásakor az alumínium- és titán-ásványok reakciója lúggal különböző sebességgel, párhuzamosan játszódik le. [19, 20] megállapították, hogy az amorf  $\text{TiO}_2$  és az anatóz viszonylag gyorsan reagál a lúggal és 200 ÷ 220 °C-on már 30 perc alatt befejeződik a  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{TiO}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$  képződése. Hasonló körülmények között a rutil lassabban reagál és a titanát képződés 3 óra alatt sem megy végbe teljesen. 400 g/l  $\text{Na}_2\text{O}_k$ -nál nagyobb lúgkoncentráció esetén  $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{TiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  képződik. Ez a reakció anatózzal

már 110 °C-on gyorsan lejátszódik. Az alumínátlúg-oldatok a  $\text{TiO}_2$ -vel közel azonos sebességgel reagálnak, mint a lúgok.

WEFERS [21] részletesen kimérte az  $\text{Na}_2\text{O}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{TiO}_2—\text{H}_2\text{O}$  rendszer egyensúlyi viszonyait. Az általa meghatározott titánvegyületeket és azok egyensúlyi területeit a 4. ábrán mutatjuk be. Az egyensúlyi területek vegyületeit a Fémipari Kutató Intézetben folytatott vizsgálatok is alátámasztják [13].

A vizes mosáskor a titanátok hidrolizálnak, a keletkezett vegyület összetétele a mosás idejétől és hőmérsékletétől függ, de a hidrolízis még igen hosszú mosásidő esetén sem megy végbe teljesen, feltehetően összefüggő védőréteg képződése miatt.

$\text{SiO}_2$  jelenlétében  $\text{TiO}_2$  és lúgok kölcsönhatásakor  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{TiO}_2 \cdot 2\text{SiO}_2$  [22] keletkezik, alumínátlúg esetében azonban ilyen vegyület nem válik ki.

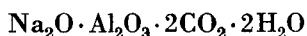
Alumínátlúg esetében, az expanziós edények lerakódásainak vizsgálatakor találtunk  $\text{Na}_2\text{TiSi}_4\text{O}_{11}$  összetételű vegyületet, amely  $\text{NaAlO}_2$ -ben dúsult vörösiszapban fordult elő [23].

Ha  $\text{CaO}$  van jelen, akkor függetlenül az alumínátlúg esetleges más komponenseitől  $\text{TiO}_2$ -vel történő kölcsönhatásból perovszkit ( $\text{CaTiO}_3$ ) vagy  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})$ -titanát [23] képződik.

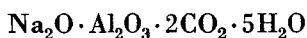
Nátrium-titanátok  $\text{CaO}$ -val történő kausztifikálásakor a reakció  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{TiO}_2$ -n keresztül  $\text{CaO} \cdot 5\text{TiO}_2$ , valamint  $\text{CaTi}_2\text{O}_4(\text{OH})_2$  fázisok keletkezéséhez vezet [13].

Fentiek szerint a kalcit és a dolomit bomlása alumínátlúgban a zagy melegítésekor kezdődik, amikor  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$ , valamint  $\text{CO}_2$  képződik. A  $\text{CO}_2$  a nátronlúggal szódát képez, míg a  $\text{CaO}$ -ból és  $\text{MgO}$ -ból vagy hidroxidok lesznek, vagy közvetlen reakcióba lépnek az oldat valamelyik komponensével. Ismeretes, hogy a magyar bauxitokban a  $\text{SiO}_2$  zömében kaolinit alakjában található, amely már 100 °C hőmérsékleten NAS-okat képez. A képződő NAS-ok és az alumínátlúg között kialakuló egyensúly következtében jelentős mennyiségű  $\text{SiO}_2$  lesz az oldatban, így a hidrogránátok képződésének a feltételei is adottak. Az anatóz intenzív oldódása 180 °C hőmérsékleten kezdődik, így az oldatba kerülő titánból különböző titanátok képződésével kell számolni.

SZMIRNOV [24] kimutatta, hogy az  $\text{Na}_2\text{O}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{CO}_2—\text{H}_2\text{O}$  rendszerben, ha  $\text{CO}_2 : \text{Na}_2\text{O} > 1$ , akkor nátrium-hidroaluminium-karbonát lesz az egyensúlyi szilárd fázis, amiből a



és a



vegyületeket azonosították, de nem zárják ki más nátrium-hidroaluminium-karbonátok létezését sem. A vizsgálatok során igazolták, hogy megfelelő hőmérsékleten ezek a hidroaluminium-karbonátok alumínium-hidroxidok és bikarbonát-oldatok kölcsönhatásából is keletkeznek.

Nagy CO<sub>2</sub>-tartalom esetében a hidroaluminium-karbonátok képződési lehetősége sem kizárt. Így a kalcitból, illetve dolomitból a Bayer-feltárás viszonyai között az alábbi fázisok képződése várható:

1. Ca(OH) <sub>2</sub>	ASTM	4—0733
2. 3CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O = CA*	ASTM	3—0125
3. 3CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·kSiO <sub>2</sub> (6—2k)H <sub>2</sub> O = CAS**	ASTM	3—0125
4. CaTiO <sub>3</sub>	ASTM	9—365
5. Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (8—12)H <sub>2</sub> O	ASTM	2—0083
6. CaAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ASTM	1—0688
7. Mg(OH) <sub>2</sub>	ASTM	7—239
8. Mg <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (OH) <sub>15</sub> ·4H <sub>2</sub> O	ASTM	14—91
9. Mg <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> )O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub> = MAS*	ASTM	11—157
10. MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ASTM	10—62
11. Ca(Mg, Al)-titanát	ASTM	13—552
12. CaCO <sub>3</sub>	ASTM	5—0586
13. MgCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub> ·x3H <sub>2</sub> O	ASTM	8—479, 1—0130
14. Ca(Mg)CO <sub>3</sub>	ASTM	5—0586
15. 3(Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> )Na <sub>2</sub> X·aq	ASTM	3—0338
16. TiO <sub>2</sub>	ASTM	4—0477
17. Na <sub>2</sub> O·3TiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	ASTM	11—290
18. NaCa <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> Si <sub>7</sub> AlO <sub>22</sub> F <sub>2</sub>	ASTM	10—431
19. Na <sub>2</sub> O·8CaO·3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5SiO <sub>2</sub>	ASTM	8—186
20. MgTiO <sub>3</sub>	ASTM	6—0494
21. Mg <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>18</sub>	ASTM	12—244

Vizsgálataink célja annak eldöntése volt, hogy a lehetséges fázisok közül melyik és milyen arányban képződik a kalcitos-dolomitos bauxitok feltárásakor, és a keletkezett fázisok milyen átalakuláson mennek keresztül a vörösiszap mosásának üzemi paramétereit között.

## 2. Kísérleti rész

A kísérletekhez analitikai tisztaságú CaO-t MgO-t, amorf SiO<sub>2</sub>-t, bauxitot, kalcitot és dolomitot használtunk. A kalcitos-dolomitos bauxit (KDT-3), valamint közvetlen a bauxitmezőről származó kalcit (KDT-10) és dolomit (KDT-9) kémiai és fázisösszetételét az I. táblázatban tüntettük fel.

\* CA egyéni rövidítések.

\*\* CAS.

I. táblázat

Kémiai összetétel %	Anyag megnevezése, jelölése		
	Kalcit = (KDT-10)	Dolomit = (KDT-9)	Bauxit = (KDT-3)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,6	1,5	43,0
SiO <sub>2</sub>	0,6	0,2	4,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8	0,5	19,3
TiO <sub>2</sub>	0,2	0,2	2,1
CaO	53,0	31,3	6,1
MgO	0,6	20,3	3,8
Izz. v.	43,0	45,9	19,4
CO <sub>2</sub>	42,2	46,7	8,9
Ásványos összetétel %			
Komponens fázisban			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> gibbsitben	0,2	0,3	ny
böhmitben	0,8	1,1	37,5
diaszporban	0,6	—	1,0
goethitben	—	—	0,5
hematitben	—	—	0,5
kaolinitben	ny	0,2	3,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hematitben	0,8	0,5	13,6
goethitben	—	—	5,7
SiO <sub>2</sub> kaolinitben	ny	—	-3,7
kvarcban	0,6	0,2	0,5
TiO <sub>2</sub> rutilban	—	—	0,6
anatázban	0,2	0,2	1,5
CaO kalcitban	52,4	2,5	0,8
dolomitban	1,0	28,5	5,3

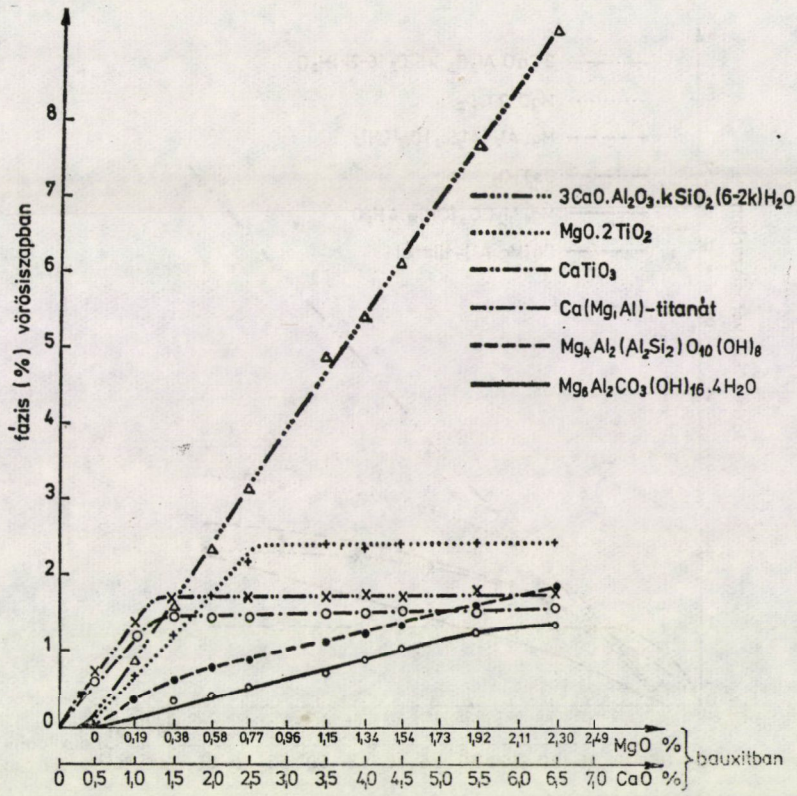
A kísérletek paraméterei: 1,5 óra felfűtés és 1 óra feltárás 210 °C-on. A bauxit, valamint feltárológ arányát a várható reakciók alapján úgy állapítottuk meg, hogy a feltárás után az alumínátlóg molviszonya 1,68 legyen. A többi esetben az adalék és 1,6, illetve 3,5 mólviszonyú, a táblázatokban feltüntetett koncentrációjú alumínátlóg reakcióját vizsgáltuk a feltárás, és az iszapmosás üzemi állapotának megfelelően. A kísérletek eredményeit a II–V. táblázatok tartalmazzák.

Mivel a kalcitból keletkező fázisok lényegében azonosak a CaO + SiO<sub>2</sub> + + alumínátlóg reakciójából keletkező fázisokkal, a mérési eredményeket külön nem tüntettük fel.

A KDT-3 jelű bauxit feltárásával nyert iszap fáziselemzési adatait komponensenkénti bontásban a VI. táblázat mutatja.

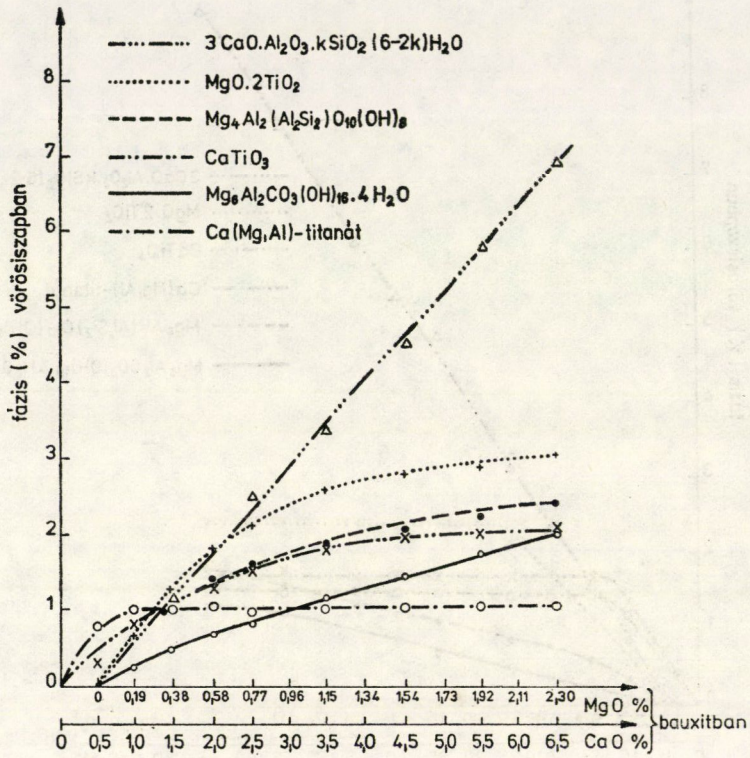
A reakciók sorrendjének meghatározására egy Kossuth-aknából származó bauxitot növekvő mennyiségű dolomit hozzáadásával tártuk fel 210– és 240 °C-on. A bauxit kémiai és fázisösszetételét a VII. táblázatban, a vörös-iszapok röntgendiffrakciós fáziselemzési adatait az 5. és 6. ábrán foglaltuk össze.





5. ábra





6. ábra

## II. táblázat

CaO, MgO és dolomit, valamint aluminátokat kölcsönhatásakor 210 °C-on képződött vegyületek SiO<sub>2</sub> és TiO<sub>2</sub> jelenlétében

1.	2.	3,5 mólv. aluminátlúg + adalék				1,6 mólv. aluminátlúg + adalék				
		CaO	CaO SiO <sub>2</sub>	MgO	MgO SiO <sub>2</sub>	CaO SiO <sub>2</sub>	MgO	MgO SiO <sub>2</sub>	KDT -9 SiO <sub>2</sub>	KDT -9 SiO <sub>2</sub> TiO <sub>2</sub>
		3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
		Szilárd fázis összetétele %-ban								
1.	Ca(OH) <sub>2</sub>	14	8							
2.	3CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	45		2						
3.	3CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·kSiO <sub>2</sub> ·(6-2k)·H <sub>2</sub> O		92			100			29	5
4.	CaTiO <sub>3</sub>									
5.	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>8</sub> (8-12)H <sub>2</sub> O	41								
6.	CaAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>									
7.	Mg(OH) <sub>2</sub>			88	54		50	14	9	
8.	Mg <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (OH) <sub>16</sub> ·4H <sub>2</sub> O			8	2		48	3		
9.	Mg <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> )O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>							23	7	16
10.	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>			2	4		2			
11.	Ca(Mg, Al) titanát									11
12.	CaCO <sub>3</sub>								5	5
13.	MgCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O				7			10		
14.	(Mg, Ca)CO <sub>3</sub>								17	15
15.	3(Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> )·Na <sub>2</sub> X·aq				33			50	33	24
16.	TiO <sub>2</sub> anatáz									10
17.	Na <sub>2</sub> O·3TiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O									7
18.	NaCa <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> Si <sub>7</sub> AlO <sub>22</sub> F <sub>2</sub>									6
	Kötött víz									1

Megjegyzés: A feltárásokat üzemi aluminátlúggal végeztük. A kötött víz és amorf fázis meghatározása derivatográffal történt.

## III. táblázat

A keletkezett vegyületek fázisátalakulásai a vörösiszap üzemi mosásának körülményeinél  
 $\text{Na}_2\text{O}_k = 85 \text{ g/l}$     $\alpha_k = 2,1$     $T = 85 \text{ }^\circ\text{C}$     $t = 24 \text{ óra}$    szilárdanyagtartalom = 200 g/l

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Szilárd fázis összetétele %-ban										
1.	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	25	10							
2.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	73		2						
3.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot k\text{SiO}_2 \cdot (6-3k) \cdot \text{H}_2\text{O}$		90			100			30	6
4.	$\text{CaTiO}_3$									
5.	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot (8-12)\text{H}_2\text{O}$									
6.	$\text{CaAl}_2\text{O}_4$									
7.	$\text{Mg}(\text{OH})_2$			81	42			14	8	
8.	$\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			13	14			4	2	
9.	$\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_8$				4			23	7	16
10.	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$			2						
11.	Ca(Mg, Al)-titanát									11
12.	$\text{CaCO}_3$									
13.	$\text{MgCO}_3, \text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$			2	7			10		
14.	$(\text{Mg}, \text{Ca})\text{CO}_3$								17	12
15.	$3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \cdot \text{Na}_2\text{aq}$					33		49	31	26
16.	$\text{TiO}_2$ anatáz									10
17.	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$									7
18.	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}\text{F}_2$									6
	Kötött víz									1

## IV. táblázat

A keletkezett vegyületek fázisátalakulásai a vörösiszap üzemi mosásának körülményeinél  
 $\text{Na}_2\text{O}_k = 40 \text{ g/l}$     $\alpha_k = 2,25$     $T = 80 \text{ }^\circ\text{C}$     $t = 24 \text{ óra}$    szilárdanyagtartalom = 200 g/l

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Szilárd fázis összetétele %-ban										
1.	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	16	14							
2.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	71		2						
3.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot k\text{SiO}_2 \cdot (6-2k) \cdot \text{H}_2\text{O}$		86			97			34	7
4.	$\text{CaTiO}_3$									
5.	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot (8-12)\text{H}_2\text{O}$									
6.	$\text{CaAl}_2\text{O}_4$									
7.	$\text{Mg}(\text{OH})_2$			73	34			13	6	
8.	$\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			20	19			5	3	
9.	$\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_8$				5			23	7	16
10.	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$			2						
11.	Ca(Mg, Al)-titanát									11
12.	$\text{CaCO}_3$	10				3			6	5
13.	$\text{MgCO}_3, \text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$			3	10			11		
14.	$(\text{Mg}, \text{Ca})\text{CO}_3$								17	13
15.	$3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \cdot \text{Na}_2\text{X} \cdot \text{aq}$					32		48	26	24
16.	$\text{TiO}_2$ anatáz									10
17.	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$									7
18.	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}\text{F}_2$									6
	Kötött víz	1								1
	Amorf $\text{CaCO}_3$	2								



## V. táblázat

A keletkezett vegyületek fázisátalakulásai a vörösiszap üzemi mosásának körülményeinél

 $\text{Na}_2\text{O}_k = 5 \text{ g/l}$   $\alpha_k = 2,70$   $T = 85^\circ\text{C}$   $t = 24$  óra szilárdanyagtartalom = 200 g/l

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
		Szilárd fázis összetétele %-ban								
1.	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	15	8							
2.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	68		1						
3.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot k\text{SiO}_2 \cdot (6-2k) \cdot \text{H}_2\text{O}$		85			93			36	7
4.	$\text{CaTiO}_3$									
5.	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot (8-12)\text{H}_2\text{O}$									
6.	$\text{CaAl}_2\text{O}_4$									
7.	$\text{Mg}(\text{OH})_2$			67	25			10	6	
8.	$\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			25	28			8	3	
9.	$\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_8$				5			23	7	16
10.	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$			2						
11.	Ca(Mg, Al)-titanát									11
12.	$\text{CaCO}_3$	16	7			7			7	5
13.	$\text{MgCO}_3, \text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$			4	10			1		
14.	$(\text{Mg}, \text{Ca})\text{CO}_3$								18	13
15.	$3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \cdot \text{Na}_2\text{Xaq}$				32			48	23	23
16.	$\text{TiO}_2$ anatáz									10
17.	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$									7
18.	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}\text{F}_2$									7
	Kötött víz	1		1						1

## VI. táblázat

A KDT-3 bauxit vörösiszapjának fázisösszetétele

komponensek %-ban

$\text{Al}_2\text{O}_3$	hematitban	0,7	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	goethitben	6,0	
	goethitben	0,1		hematitban	30,6	
	CAS-ban	4,0			36,6	
	MAS-ban	2,3		$\text{SiO}_2$	kvarcban	0,5
	szodalitban	1,5			szodalitban	1,6
kankritban	1,9	kankritban	1,9			
$\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,8\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2$ -ben	diaszporban	1,0	MAS-ban		1,3	
		0,5	CAS-ban		0,4	
	Mg-Al-karbonátban	1,5	Na-Ca-Al-szilikátban	2,0		
		13,5			7,7	
MgO	MAS-ban	1,8	CaO	CAS-ban	6,3	
	dolomitban	0,7		Na-Ca-Al-szilikátban	1,5	
	Mg-titanátban	1,1		kalcitban	0,5	
		3,6		dolomitban	1,0	
		7,2		Ca-titanátban	1,5	
					10,8	

## VII. táblázat

*A bauxit kémiai összetétele, %*

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47,3
SiO <sub>2</sub>	7,43
Izz. veszt.	18,6
TiO <sub>2</sub>	2,3
CaO	0,5
MgO	< 0,1

*A bauxit fázisösszetétele, %*

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	kaolinitben	5,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	gibbsitben	23,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	diaszporban	1,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	böhmítben	16,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	goethitben	0,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	maghemitben	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	hematitben	0,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	goethitben	6,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	hematitben	14,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	maghemitben	2,5
SiO <sub>2</sub>	kaolinitben	5,9
SiO <sub>2</sub>	kvarcban	1,5
TiO <sub>2</sub>	anatázban	1,6
TiO <sub>2</sub>	rutilban	0,8
CaO	kalcitban	0,4
CaO	dolomitban	< 0,2
MgO	dolomitban	< 0,15

## 3. Az eredmények értékelése

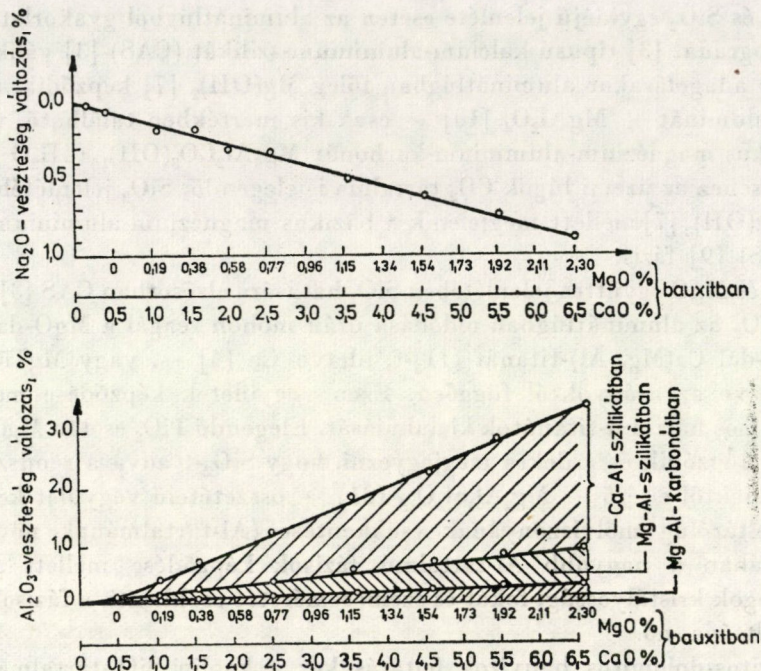
A dolomitos bauxitok feltárásakor képződő CaO- és MgO-tartalmú fázisok minőségét és mennyiségi arányait elsődlegesen a keletkezés idejében az alumínátlúgban levő oldott komponensek határozzák meg, de befolyásolják azokat az oldat egyes összetevőivel reagálni képes szilárd fázisok is. Ilyen szempontból fontos, hogy a SiO<sub>2</sub> könnyen oldódó kaolinit, vagy nehezen feltáráható kvarc, a TiO<sub>2</sub> a reakcióképesebb anatáz vagy a kevésbé oldódó rutil formájában van jelen. A kalcit és dolomit csak 180 °C feletti hőmérsékleten a kristályossági foktól függően alakul át reakcióképes CaO-dá és MgO-dá, a kaolinit viszont már 100 °C-on szodalittá alakul, a kvarc és a rutil pedig még 240 °C-on is csak részben reagál a feltárolóúggal. Ennek következtében a komponensek ásványos fázisa megszabja a lehetséges reakciókat. A kísérleti adatok alapján a következőket állapítjuk meg:

- CaO hatására alumínátlúgból mindig kalcium-aluminát [2] képződik, nagy mérszfelesleg, illetve nagy molviszonyú lúgnál Ca(OH)<sub>2</sub> [1] is megtalálható.
- A kaolin SiO<sub>2</sub>-tartalma az alumínátlúggal szodalitot [15] vagy kankrinitet [15] képez.

- CaO és SiO<sub>2</sub> egyidejű jelenléte esetén az aluminátlúgból gyakorlatilag csak hidrogránát [3] típusú kalcium-alumínium-szilikát (CAS) [3] válik ki.
- MgO adagolásakor aluminátlúgban főleg Mg(OH)<sub>2</sub> [7] képződik, magnézium-alumínát — MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> [10] — csak kis mértékben található, viszont a bázikus magnézium-alumínium-karbonát Mg<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(OH)<sub>16</sub>·4H<sub>2</sub>O [8] képződéséhez az üzemi lúgok CO<sub>2</sub> tartalma is elegendő, SiO<sub>2</sub> jelenlétében pedig a Mg(OH)<sub>2</sub> [7] mellett megjelenik a bázikus magnézium-alumínium-szilikát (MAS) [9] fázis.
- CaO és MgO együttes jelenlétében SiO<sub>2</sub> hatására elsősorban CAS [3] válik ki.
- A TiO<sub>2</sub> az aluminátlúgban oldódása után mohón reagál a MgO-dal, illetve CaO-dal Ca(Mg, Al)-titanát [11]-t, illetve Ca [4] —, vagy MgTiO<sub>3</sub> [20]-t képezve az arányoktól függően. Ezen vegyületek képződése megelőzi a szokásos nátrium-titanátok kialakulását. Elegendő TiO<sub>2</sub> esetén Mg(OH)<sub>2</sub> [7] nem képződik és érdekes megjegyezni, hogy SiO<sub>2</sub>-t adva a rendszerhez az előbbiektől eltérő — Mg<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>18</sub> [21] — összetételű vegyület keletkezik.
- A feltárológ mólviszonyának csökkentése (Al-tartalmának növekedése) általában a nagyobb Al-tartalmú fázisok képződése mellett a szilárd anyagok kristályossági fokát és szemcseméretét csökkenti, a fázisok felületi tagoltsága nő.
- Kalcitos-dolomitos bauxitok feltárásakor a kaolin SiO<sub>2</sub>-tartalmából még az aktív CaO, MgO képződése előtt szódalit [15] lesz, melynek egy része kausztifikálódik, vagy pedig CAS-tá [3] és MAS-tá [9] alakul.
- A fázisok képződésének sorrendje magyar bauxitok esetében a következő: kis kalcit- és dolomit-szennyezés esetében elsődlegesen Ca, Mg-titanátok keletkeznek, ezzel párhuzamosan folyik a CAS [3] képződése. Növekvő kalcit-, dolomit-tartalom esetében a titanátok képződése befejeződik, a CAS [3] mellett MAS [9] is kimutatható. Szabad SiO<sub>2</sub> hiányában CA [2], illetve alacsony „k” értékű CAS [3], Ca(OH)<sub>2</sub> [1] és főleg Mg(OH)<sub>2</sub> [7], illetve Mg—Al-karbonát [8] képződik az összes CaO-ból és MgO-ból.
- Az iszap mosásának viszonyai között a Ca-, Mg-titanátok [11], a MAS [9] és a Mg—Al-karbonát [8] nem változik, a CA [2], Ca(OH)<sub>2</sub> [1], és a CAS [3] a lúg szóda-tartalmát, illetve a szódalit [15] kausztifikálja, a Mg(OH)<sub>2</sub> [7]-ből pedig Mg—Al-karbonát [8] lesz.

A képződött vegyületek minőségi és mennyiségi aránya jelentősen megváltoztatja a szokásos kémiai Na<sub>2</sub>O- és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-veszteségeket. A keletkezett szóda mennyisége a körfolyamatba bevitt kalcit, dolomit mennyiségével arányos. A beoldódási hatások és az említett Dorrr-sori visszakausztifikálás végeredménye a vörösiszap CaCO<sub>3</sub>- és MgCO<sub>3</sub>-tartalma alapján számítható, ami a gyakorlatban 70 ÷ 75 %-ot tesz ki.

A vörösiszapban az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-, illetve Na<sub>2</sub>O-veszteségek nagyságát a szódalit-hoz [15] viszonyítjuk, ahol az Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub> molekula aránya 1,67, a SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pedig 2. A képződött vegyületek közül a CAS [3]-ban, ha a „k” tényező 2,



7. ábra

akkor az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  veszteség csökken, egyébként nő, ami a gyakorlatban általánosabb.

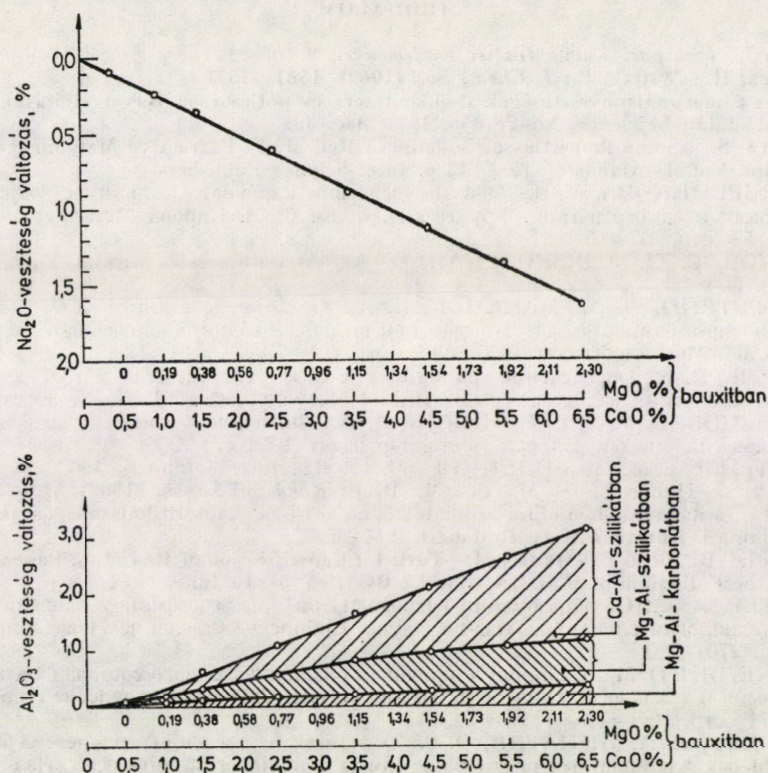
A CAS[3]-ban levő  $\text{SiO}_2$  arányában a kötött  $\text{Na}_2\text{O}$ -vesztés csökken. A Mg—Al-szilikát [9] képződése ugyancsak csökkenti az  $\text{Na}_2\text{O}$ -vesztéséget, azonban a kovasavra vonatkoztatott Al-vesztés e vegyületben kétszeres.

A Ca(Mg)-titanátok képződése némi nátronvesztés csökkenéssel jár. A fokozott Mg-szennyezéskor képződő  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  [7], illetve Mg—Al-karbonát [8] gyakorlati szempontból is jelentős többlet lúgvesztéséget és Al-kihozatal-csökkenést eredményez.

A keletkezett fázisok mennyiségét, és minőségét, valamint a kötött  $\text{Na}_2\text{O}$ - és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -vesztések alakulását egy halimbai bauxit esetében növekvő dolomit-tartalom függvényében az 5., 6., 7. és 8. ábrán mutatjuk be. Az 5., 6. ábrán érzékelhető a fázisok keletkezésének sorrendje is.

A keletkezett új fázisok a kémiai veszteségeken túlmenően még az említett üzemvitelkor fellépő problémákat is okozzák. A vörösizsap mosáskor felszínre úszott anyagban minden esetben kimutatható volt a MAS [9] és a bázikus Mg—Al-karbonát [8] dúsulása, a feltáratlan böhmittel és a Dorr-sori hidrolízis termékével a gibbsittel együtt. A jelenség szokásos flotációs folya-





8. ábra

matnak tekinthető. A jelzett Mg-tartalmú fázisok ugyanis lemezes szerkezetűek, aprószemcsésék, nagyfelületűek, és Dorr-sori körülmények között a nagy nátronkoncentráció és magas hőfok ellenére nagy mértékben kötődnek a zagyban mindig jelenlévő légbuborékokhoz. Jellemző, hogy míg egy normál bauxitból készült vörösiszap fajlagos felülete 12–15 m<sup>2</sup>/g, addig a MAS [9]-é 35–40 m<sup>2</sup>/g, a Mg/OH<sub>2</sub> [7]-é, illetve Mg–Al-karbonát [8] 45–50 m<sup>2</sup>/g. A képződött fázisok különböző fizikokémiai tulajdonságai – hidratációs hő, felületi adszorpció, habzóképeség – azt mutatta, hogy a Mg-tartalmú fázisok tulajdonságai és viselkedése – a Dorr-sori viszonyoknak megfelelő aluminát-lúgban – merőben különbözik a vörösiszap többi komponensétől. Ezeken a szilárd fázis és a levegő tapadása nagy mértékű. Létrejöhet olyan állapot is, amikor a habfázis vörösiszap tartalma meghaladja a kiüledett zagyban levő vörösiszap mennyiségét. Ez a jelenség a mosósor üzemeltetését lehetetlenné teszi.

## IRODALOM

1. VÖRÖS I.: *Fémipari Kutató Intézet Közleményei*. 9 105—124
2. BARRER, R.—WHITE, E.: *I. Chem. Soc.* (1962), 1561—1571
3. Eljárás a marónátronveszteségek csökkentésére és pótlására a Bayer eljárásnál. Magyar szabadalmi bejelentés No Fe-856. 1971. dec. 30.
4. SEIMIYA, S.: „Some Properties of Sodalite in Red Mud” *Extractive Metallurgy of Aluminium*, Vol. 1. Alumina, 115—132 p. Inter-Science Publishers
5. СЕРЕБРЕНИКОВА, О. В.: О взаимодействии карбоната кальция с водными растворами и едкого натрия. Труды У.П.И. им. С. М. Кирова Металлургиздат 1957 № 58 стр. 57—67
6. БЕСКОВ, С. Д.—СЛИЗКОВСКАЯ, О. А.: Аналитическая химия Учпедгиз. 1958. стр. 560
7. БЕРНШТЕЙН, В. А.—МАЦЕНОК, Е. А.: О взаимодействии  $Fe_2CO_3$  и  $MgCO_3$  со щелочно-алюминатным раствором при выщелачивании боксита по Байеру. Труды ВАМИ. Металлургиздат 1957. № 39 стр. 72—73
8. МАЗЕЛЬ, В. А.: Определение границ поля  $CaCO_3$  в системе  $CaO-Al_2O_3-Na_2O-H_2O$  статистическим методом. Труды ВАМИ Металлургиздат 1957. № 39 стр. 19—23
9. КУЗНЕЦОВ, С. М.—ДЕРЕВЯНКИН, В. А.: Физическая химия производства глинозема по способу Байера. Металлургиздат 1964 стр. 206
10. ЛЕЙТЕЙЗЕН, М. Г.—БЕЛЕЦКИЙ, М. С.: «Цветные металлы». 1963. № 9
11. Juhász A.—ORBÁN F.-né—MATULA M.: *VKL: Kohászati Lapok*, (1965), 513—521
12. Vörösi I.: A nátrium-alumínium-szilikátok és a vörösiszap kauszifikálása. Időszaki jelentés. Fémipari Kutató Intézet Budapest 1967
13. Vörösi I.—BUDOSÓ E.—ORBÁN M.—TÓTH L.: Caustification of Red Mud. Paper presented at the Colloquium of ICSOVA, Banska Bystrica, 6—10 June, 1972
14. БЕРГЕР, А. С.: Об образовании гидрогранатов при атмосферном давлении. Химия и технология глинозема. Изд-во Наука. Сибирское отделение Новосибирск. 1971. стр. 270—280
15. АРАКЕЛЯН, О. М.: К вопросу о причинах различия фазового состава белых шламов. Химия и технология глинозема. Изд-во Наука. Сибирское отделение Новосибирск. 1971. стр. 188—195
16. ГОРЯЧЕВ, А. А.—ИГНАТЕВ, О. С.: О формах нахождения кремнезема в метастабильных алюминатных растворах. Химия и технология глинозема. Изд-во Наука. Сибирское отделение. Новосибирск 1971. стр. 173—181
17. НИ, Л. П.: О поведении кремнезема в алюминатных растворах. Химия и технология глинозема. Изд-во Наука. Сибирское отделение. Новосибирск 1971. стр. 143—150
18. МИРОНОВ, М. В.—ПАЗУХИН, В. А.: О поведении двуокиси титана в щелочных и алюминатных растворах. Изв. вузов. Цветная металлургия 1959. № 1 стр. 83—90
19. МИРОНОВ, М. В.—ПАЗУХИН, В. А.: О поведении двуокиси титана в щелочных и алюминатных растворах в присутствии извести и кремнезема. Изв. вузов. Цветная металлургия, 1959. № 2 стр. 89—95
20. WEFFERS, K.: *Metall.* 25 (1971), 239—250
21. БЕЛОВ, Н. В.: Структура ионных кристаллов и металлургических фаз. Изд-во АН СССР 1947. стр. 108
22. ZÁMBÓ J.—ORBÁN F.-né—SOLYMÁR K.: Timföldgyári lerakódások vizsgálata. Időszaki jelentés. Fémipari Kutató Intézet Budapest 1970
23. СМИРНОВ, М. Н.: Образование гидролюмакарбонатов натрия при взаимодействии гидроокисей алюминия с содобикарбонатными растворами. Химия и технология глинозема. Новосибирск, 1971. Изд-во Наука. Сибирское отделение. стр. 381—387

**The Formation of  $CaO$  and  $MgO$  Compounds in the Treatment of Calcitic-dolomitic Bauxites by the Bayer Method.** The problems arising at the treatment of the Halimba calcitic-dolomitic bauxites required the investigation of the  $Na_2O-Al_2O_3-CaO-MgO-TiO_2-SiO_2-H_2O-CO_2$  system under the conditions of the Bayer process. It has been proved that the quality and the quantity of the phases containing Ca, Mg, formed during the processing of the dolomitic bauxites, are determined in the first place by the components dissolved in the alumina lye, but they are also influenced by the various solid phases of the solution which are able to react: the mineral phases of the components determine the possible reactions; under the influence of  $CaO$ ,  $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$  or  $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot kSiO_2(6-2k)H_2O$  is formed; increasing

CaO does not influence the qualities of the phases, but only their quantity; in the presence of MgO  $Mg_4Al_2(Al_2Si_2)O_{10}(OH)_8$ ,  $Mg_6Al_2CO_3(OH)_{16} \cdot 4 H_2O$ ,  $MgAl_2O_4$  or  $Mg(OH)_2$  is formed; the combined presence of CaO and MgO their quantities and their ratio determines the order of the arising of the reactions and the phases; in the presence of  $TiO_2$ ,  $CaTiO_3$ ,  $MgTiO_3$  and Ca/Mg, Al titanate is formed; the formed compounds change the  $Na_2O$  and  $Al_2O_3$  losses; the arising solid phases which contain Mg, except  $MgTiO_3$ , cause forming.

**Bildung von CaO- und MgO-Verbindungen bei der Verarbeitung der kalzitisch-dolomitischen Bauxite nach dem Bayer-Verfahren.** Die bei der Verarbeitung der kalzitisch-dolomitischen Bauxite von Halimba auftretenden Betriebsprobleme machten es notwendig das  $Na_2O-Al_2O_3-CaO-MgO-TiO_2-SiO_2-H_2O-CO_2$ -System unter den Bedingungen der Bayer-Technologie zu untersuchen. Es wurde festgestellt, daß die quantitativen und qualitativen Verhältnisse der bei der Aufschließung sich bildenden Ca- und Mg-hältigen Phasen vor allem von den in der Aluminatlauge gelösten Komponenten bestimmt, aber auch von den, mit einzelnen Komponenten der Lösung reaktionsfähigen, festen Phasen beeinflusst werden: die Mineralphase der Komponenten bestimmt die möglichen Reaktionen; unter Einwirkung von CaO bildet sich aus der Aluminatlauge  $3 CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6 H_2O$ , bzw.  $3 CaO \cdot Al_2O_3 \cdot kSiO_2 (6-2)H_2O$ ; steigender Gehalt an CaO beeinflusst die Qualität der Phasen nicht, bloß ihre Menge; in Gegenwart von MgO entsteht  $Mg_4(Al_2Si_2)O_{10}(OH)_8$ ,  $Mg_6Al_2CO_3(OH)_{16} \cdot 4 H_2O$ ,  $MgAl_2O_4$  bzw.  $Mg(OH)_2$ ; gleichzeitige Anwesenheit von CaO und MgO, ihre Menge und ihr Verhältnis, bestimmen die Reihenfolge der Reaktionen und der Entstehung der Phasen; in Gegenwart von  $TiO_2$  sind auch  $CaTiO_3$ ,  $MgTiO_3$  und Ca(Mg, Al)-Titanat Gleichgewichtsphasen; die entstehenden Verbindungen verändern die  $Na_2O$  und  $Al_2O_3$ -Verluste; die sich bildenden festen Phasen, mit Ausnahme von  $MgTiO_3$  verursachen Schäumen.