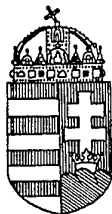


(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

207 970 B

(21) A bejelentés száma: 2270/86
(22) A bejelentés napja: 1986. 05. 29.
(30) Elsőbbségi adatok:
85/08575 1985. 05. 29. FR

(51) Int. Cl.⁵
C 01 F 7/06

(40) A közzététel napja: 1988. 05. 30.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1993. 07. 28. SZKV 93/07

(72) Feltaláló:

Lepetit, Jean, Aix en Provence (FR)

(73) Szabadalmas:

Aluminium Pechiney, Párizs (FR)

(74) Képviselő:

Danubia Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,
Budapest

(54) Folyamatos eljárás timföld előállítására monohidrát tartalmú bauxitból Bayer-eljárással

(57) KIVONAT

A találmány tárgya eljárás timföld folyamatos előállítására Bayer-eljárással, főleg alumínium-monohidrátból álló, szabad vagy alumínium-szilikát formájában levő szilícium-dioxidot tartalmazó bauxit olyan vizes nátrium-hidroxiddal történő feltárásával, amely legalább részben a Bayer-ciklus végéről az oldott bauxitra nézve kimerült oldat recirkulálásából származik, és amely 80–160 g/l oldott bauxitot és 150–250 g/l nátrium-oxidot tartalmaz, amelynek során

- a bauxitot golyós malomban vizes, 150–300 g/l nátrium-oxid tartalmú nátrium-hidroxid-oldat jelenlétében zúzzák, a vizes nátrium-hidroxid-oldat köbmétereire számítva 0,14–1,8 tonna bauxitot alkalmaznak,
- a szuszpenzió hőmérsékletét 90 és 108 °C közötti

értékre emelik, és 2–10 óra hosszat ezen a hőmérsékleten tartják,

- a szuszpenziót ezután csöves hőcserélőben 1–3 m/s sebességgel átáramoltatva hőmérsékletét legalább 160 °C-ra emelik,

- majd csöves hőcserélőben hőcserélő közeg segítségével 200–300 °C-ra melegítik és ezen a hőmérsékleten tartják,

- és a szuszpenziót sorozatos, atmoszferikus nyomásra történő expandálással lehűtik, és a képződött gőzt visszanyerik.

A találmány értelmében a csöves hőcserélőben végzett, legalább 160 °C-ra történő melegítést 2–12 °C/perc, előnyösen 3–8 °C/perc sebességgel végzik.

A találmány tárgya eljárás timföld folyamatos előállítására lúgos feltárással Bayer-eljárás útján, csőreaktorban, elsősorban monohidrát tartalmú bauxitból, amely alumínium-szilikátok formájában szilikátokat is, például kaolint tartalmaz.

Alumínium elektrolízissel történő előállítására alkalmas timföld olvadék termelésére elsősorban a Bayer-eljárást ismertetik a szakirodalomban.

E szerint az eljárás szerint bauxit ércet forrón, megfelelő töménységű vizes nátrium-hidroxiddal kezelnek, így a timföld feloldódik és nátrium-aluminát túltelített oldata képződik.

A szilárd fázist alkotó, fel nem tárt ércmaradék (vörösiszap) elválasztása után a túltelített nátrium-aluminát oldatot alumínium-trihidroxid részecskékké oltják be az alumínium-trihidroxid kicsapása céljából. A csökkentett timföld-tartalmú nátrium-aluminát oldatot visszavezetik a feltárási lépésbe, miután betöményíteték és az érc feltáráshoz szükséges nátrium-hidroxid koncentrációt beállították.

Szakember számára ismert, hogy a kezelési körülményeket adaptálni kell egyrészt a timföld hidratációjának fokához és ásványi szerkezetéhez, másrészt a bauxitban jelen levő szennyezések minőségi és mennyiségi arányához, különösen a szilikátok, vas és titán-oxidok tekintetében.

Így a monohidrát tartalmú bauxitot viszonylag magas hőmérsékleten (200 °C fölött) kell kezelni, hogy az alumínium-monohidrát, amely böhmít, diaszpor vagy esetleg göthit formájában van jelen, gyorsan és teljes mértékben oldódjon.

A feltárást általában úgy végzik, hogy hőcserélőben a bauxitot, amelyet kalcinált szóda oldatában szuszpendálnak, a kezelés hőmérsékletére melegítik, és csőreaktorban a bauxit-szuszpenziót ezen a hőmérsékleten tartják annyi ideig, amennyi az alumínium-monohidrát nagy részének oldásához szükséges.

A hőcserélők általában keverővel ellátott autoklávok, amelyek csőnyalábokkal vannak felszerelve, ezekben friss gőzt vagy a kezelési lépés után kapott bauxit-szuszpenzió expandáltatásánál képződő gőzt vezetnek. Lehetnek a hőcserélők egycsöves vagy több csöves típusúak, amelyekben a bauxit-szuszpenzió folyik, és amelyek olyan köpennyel vannak körülvéve, ahol a hőcserélő közeg helyezkedik el (friss gőz, expanziós gőz, olvadt só, szerves folyadékok vagy a kezelés után még forró szuszpenzió). A csőreaktor vagy keverővel ellátott, csőnyalábbal felszerelt vagy fel nem szerelt autokláv, vagy lehet olyan hosszú cső, amely a kellő tartózkodási időt biztosítja a feltárási hőfokán, tekintetbe véve a szuszpenzió haladási sebességét a csőben.

A feltárást követően a szuszpenziót addig hűtik, míg eléri az atmoszferikus nyomást, ezt végezhetik egymás utáni expanziós lépésekkel expandáló berendezésekben, ahol a hőcserélőkhöz szükséges gőz képződik, vagy direkt hőcserélőben, ahol a kezdeti bauxit-szuszpenziót hevítik. A hőcserélők lehetnek egycsöves vagy több csöves berendezések.

Miközben a bauxitot a kalcinált szóda oldattal

érintkezésbe hozzák, és ez elhagyja a csőreaktort a feltárási hőfokán, a következő kémiai reakciók mennek végbe.

Egyrészt, ha a bauxit bizonyos mennyiségű alumínium-trihidroxidot (hidrargillit) tartalmaz, az teljesen oldódik, mielőtt a feltárási hőmérséklet maximumát elérné (általában mielőtt elérné a 160 °C-ot).

Másrészt általában van jelen az oldatban alumínium-szilikát, legtöbbször kaolin $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2 \text{SiO}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ formájában, amely nátrium-szilikó-aluminát (kaolinit) formájában újra kicsapódik, általában 180 °C alatti hőmérsékleten.

Az utóbbi reakció káros a hőcserélők megfelelő működése szempontjából, mivel a nátrium-szilikó-aluminát kicsapódása elsősorban a hőcserélők belső hőcserélő felületén következik be (a bauxit-szuszpenzió oldalán), így hőszigetelő lerakódások képződnek, amelyek gátolják a hőcserét, és így csökkentik a hőcserélő hatékonyságát.

Amikor ezek a lerakódások bizonyos vastagságot érnek, a hővesztés és az áramlási zavarok olyan mértékűek, hogy a berendezést le kell állítani, és a lerakódásokat kémiai úton (sav-oldatokkal), mechanikusan (kopogtatással) vagy hidraulikusan (nagy nyomású injektorokkal) el kell távolítani.

A kirakódások megakadályozására különböző megoldásokat javasolnak.

Az 1 592 194 számú NSZK-beli közrebocsátási irat szerint a kirakódás képződésének sebessége egycsöves vagy több csöves hőcserélőkben csökkenthető úgy, hogy a bauxit-szuszpenziót nagy sebességgel cirkuláltatják, előnyösen 2–5 m/sec sebességgel.

Hasonlóképpen az 1 202 258 számú NSZK-beli közrebocsátási irat szerint a cirkuláltatást 1,2–1,5 m/sec sebességgel kell végezni, és a bauxit-szuszpenziót a hőcserélőbe történő bevezetés előtt szilikátmentesíteni kell. A szilikátmentesítést úgy végzik, hogy a bauxit-szuszpenziót 6–8 óra hosszat 70–100 °C-on keverik. Ez a leírás javasol egy másik megoldást, amely szerint a szilikátmentesítést 120 °C fölötti hőmérsékleten végzik egy olyan reaktorban, amelyet nem fűtenek, de autoklávok sora közé iktatnak be.

Kísérleteink során úgy tapasztaltuk, hogy a fenti megoldások közül egyik sem nyújtott megfelelő eredményt sem külön-külön, sem kombinált alkalmazás esetén.

A nagy sebességet (>1 m/sec) autoklávok során át nagyon nehéz megvalósítani, 2 m/sec sebesség fölött az egycsöves vagy a több csöves hőcserélőkben nagymértékű nyomásesés következik be, különösen nagy kapacitású berendezésekben, amelyeket a legszélesebb körben használnak gazdaságosságuk és kisebb beruházási költségeik miatt.

Így például egy olyan berendezésben, ahol a kezelés 260 °C-on történik, ahol 300 000 tonna Al_2O_3 -t állíthatnak elő évente, a nyomásesés 10–70 bar a bauxit-szuszpenzióra nézve, amelyet 260 °C-ra kívánnak melegíteni, ha a szuszpenzió sebessége 2–5 m/sec ugyanazon a hőcserélő területen.

Egy másik kísérletben, ahol azonos minőségű bau-

xitot két különböző berendezésben tartunk fel, az egyikben csőnyalábbal ellátott autoklávval, a másikban egycsöves hőcserélőkben végeztük az előmelegítést, megállapítottuk, hogy a bauxit-szuszpenzió sebessége fontos feltétel a hőcserélők megfelelő hidraulikus működési körülményeinek biztosításához, de a kirakódások szempontjából nem játszik szerepet.

Tény, hogy az autoklávokat két kirakódás-eltávolítás között mintegy 75 napig lehet megfelelően működtetni, míg az egycsöves hőcserélők mindössze 24 napig működtethetők, pedig a suszpenzió sebessége (1,8 m/sec) nagyobb, mint az autoklávok csöveiben az átlagos átfolyási sebesség, ilyen sebességet erőteljes radiális keveréssel lehet elérni lapátkeverővel.

A fenti összehasonlító kísérletek során úgy találtuk, hogy a kirakódások képződésének sebességére lényeges hatással volt a bauxit-szuszpenzió hőmérséklete a hőcserélőkben.

Minél gyorsabban emelkedik a hőmérséklet, annál gyorsabban képződik kirakódás a hőcserélő felületen.

A fenti összehasonlító kísérletekben az autoklávban 1 °C/perc hőmérséklet-emelkedés megfelelt 7 °C/percnek az egycsöves hőcserélőben.

Általában azt lehet mondani, hogy az egycsöves vagy több csöves hőcserélőben a suszpenzió folyási sebességének emelkedése hozzájárul a hőmérséklet emelkedésének fokozódásához.

Csak nagyon nagy sebességeknél, amelyek a csövek falának lemaródását eredményezik, lehetséges a kirakódások megakadályozása. Ilyen megoldás azonban nem használható nagyon agresszív bauxit esetén, például Görögországban vagy Kínában.

Ami az említett 1 202 258 sz. NSZK-beli közrebo csátási irat szerint 70–100 °C-on, a lúgos feltárás előtt végzett szilikátmentesítést illeti, úgy találtuk, hogy az említett oldattal végzett kirakódásmentesítés hatása nagyon csekély, vagy éppen semmi, mivel a kirakódásmentesítés nyereségét a következők kompenzálják:

- egyrészt az a tény, hogy a bauxit-szuszpenziót melegíteni kell, mielőtt a hőcserélőbe vezetik, ez a hátrány a hőviszanyerés szempontjából jelentkezik a hőcserélőkben, mivel a meleg és hideg oldal közötti hőmérsékletkülönbség csökken,

- másrészt a szilikátmentesítési lépésben bekövetkező hővesztesség.

Kísérleteink során úgy találtuk, hogy az említett megoldás szerinti körülmények között az alumínium-szilikát nátrium-szilikó-alumináttá történő átalakítása a leírás szerint is 50%-nál alacsonyabb, és az átalakítás aránya nem megfelelő ahhoz, hogy a hőcserélőkben a hőviszanyerést meg lehessen oldani.

Az említett leírás szerint a szilikátmentesítés 120 °C fölött is végezhető a reaktorokban, amelyek hőcserélők között helyezkednek el.

Ezt a megoldást ipari méretekben vizsgáltuk különböző bauxittípusokkal, két autoklávban, amelyeket kevertünk, de nem fűtöttünk, 130–135 °C-on 30 perc tartózkodással. Ez a megoldás az egycsöves hőcserélő esetén a működési időt 24 napról mindössze 30 napra növelte.

A kapott negatív eredmények magyarázata az, hogy egyrészt a 30 perc tartózkodási idő nem elég, másrészt a hőmérséklet a tartózkodási idő alatt túl magas volt.

Ha az ilyen szilikátmentesítési lépés körülményeit olyan mértékig akarjuk javítani, hogy az autoklávban végzett lúgos feltárási eljárással azonos eredményeket kapjunk (75 napnál hosszabb működtetési idő), legalább 5 autoklávot kellene alkalmazni, azaz olyan sokat, mint az olyan feltárásnál, ahol a hőcserélés autoklávban és csőnyalábokban történik (ebből 6 szükséges ahhoz, hogy a hőmérséklet 160 °C-nál magasabb legyen).

A beruházási nyereség, amely az autokláv típusú hőcserélők egycsöves vagy több csöves hőcserélőkre történő cseréléséből adódik, így elvész.

A megoldás valójában egy olyan javaslat, amely a hidrargillit típusú bauxit 170 °C alatti hőmérsékleten történő feltárására vonatkozik. Ilyen körülmények között egy olyan autokláv beruházási költsége, amely a hőmérsékletnek megfelelő tartózkodási időt biztosítja, lényegesen alacsonyabb az alacsonyabb nyomás következtében.

Miután az ismert megoldásokat analizáltuk, és kísérleteket végeztünk ezekkel kapcsolatban, kutatásokat végeztünk olyan javított működtetési körülmények kikísérletezésére, amelyek között az egycsöves vagy a több csöves hőcserélők, amelyek beruházási költség szempontjából kevésbé drágák, mint a csőnyalábos autoklávok, működtethetők anélkül, hogy a kirakódások eltávolítása érdekében le kellene állítani legalább egy hónapig vagy hosszabb ideig.

A találmány tárgya eljárás olyan bauxit feltárására, amely elsősorban alumínium-monohidrátról áll, és bizonyos mennyiségű szilikátot is tartalmaz, különösen kaolint, $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2 \text{SiO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$. Az eljárás lehetővé teszi, hogy a hőcserélőkben és csőreaktorokban a kirakódás sebességét lényegesen csökkentsük.

A találmány tárgya tehát eljárás timföld folyamatos előállítására Bayer-eljárással, főleg alumínium-monohidrátról álló, szabad vagy alumínium-szilikát formájában levő szilícium-dioxidot tartalmazó bauxit olyan vizes nátrium-hidroxiddal történő feltárásával, amely legalább részben a Bayer-ciklus végéről az oldott bauxitra nézve kimerült oldat recirkulátatásából származik, és amely 80–160 g/l oldott bauxitot és 150–250 g/l nátrium-oxidot tartalmaz, amelynek során

- a bauxitot golyós malomban vizes, 150–300 g/l nátrium-oxid tartalmú nátrium-hidroxid-oldat jelenlétében zúzzuk, a vizes nátrium-hidroxid-oldat köbméterre számítva 0,14–1,8 tonna bauxitot alkalmazunk,

- a suszpenzió hőmérsékletét 90 és 108 °C közötti értékre emeljük, és 2–10 óra hosszat ezen a hőmérsékleten tartjuk,

- a suszpenziót ezután csöves hőcserélőben 1–3 m/s sebességgel átáramoltatva hőmérsékletét legalább 160 °C-ra emeljük,

- majd csöves hőcserélőben hőcserélő közeg segítségével 200–300 °C-ra melegítjük és ezen a hőmérsékleten tartjuk,

- és a suszpenziót sorozatos, atmoszferikus nyo-

másra történő expandáltatással lehűtjük, és a képződött gőzt visszanyerjük.

A találmány értelmében a csöves hőcserélőben végzett, legalább 160 °C-ra történő melegítést 2–12 °C/perc, előnyösen 3–8 °C/perc sebességgel végezzük.

Az eljárás közelebből a következő lépéseket foglalja magában:

1. A bauxitot összezúzzuk, és nátrium-hidroxid vizet oldatában szuszpendáljuk (Bayer-eljárás alapján) kb. 1 tonna (0,14–1,8 tonna) bauxit/m³ nátrium-hidroxid-oldat arányban. A nátrium-hidroxid oldat koncentrációja 150–300 g kalcinált Na₂O literenként. Az eredettől függően ez az oldat bizonyos mennyiségű oldott timföldet is tartalmazhat. A nátrium-hidroxid-oldatban az alumínium-monohidrát oldódása alacsony hőmérsékleten nem következik be.

2. A szuszpenziót szilikátmentesítjük atmoszferikus nyomáson 90 és 108 °C közötti hőmérsékleten tartva olyan hosszú ideig, amely biztosítja, hogy a bauxitban lévő alumínium-szilikátnak legalább a 75%-a oldhatatlan nátrium-szilikó-alumináttá alakuljon.

3. Adott esetben nátrium-hidroxid-oldatot adunk hozzá olyan koncentrációval, amely azonos vagy közel azonos az első lépésben használttal, olyan mennyiségben, hogy az oldatban köbméterenként 0,14–0,25 tonna bauxit legyen.

4. A szuszpenziót csöves hőcserélőben, nyomás alatt gőzzel legalább 160 °C-ra, előnyösen 160–230 °C-ra melegítjük, olyan sebességgel, hogy a bauxit-suszpenzió hőmérséklete 2–12 °C/perc, előnyösen 2–10 °C/perc sebességgel emelkedjen, és a szuszpenzió áramlási sebessége 0,4–7 m/sec, előnyösen 1–4 m/sec.

5. Ezután a bauxit-suszpenzió hőmérsékletét egy hőcserélő közeg segítségével 200–300 °C-ra, előnyösen 230–290 °C-ra emeljük, és ezen a hőmérsékleten tartjuk annyi ideig, amennyi biztosítja az extrahálható timföld legalább 90%-ának oldódását, azaz azt, amely nincs kapcsolatban szilikáttal.

6. Végül a Bayer-eljárásnak megfelelően a szuszpenziót egymás utáni expanziós lépésekben lehűtjük az atmoszferikus nyomás eléréséig, ezekben az expanziós lépésekben gőz képződik, amelyet a még nem kezelt szuszpenzió előmelegítésére használunk az egycsöves vagy több csöves hőcserélőkben.

Az első lépésben a bauxit zúzásánál és szuszpendálásánál használt nátrium-hidroxid-oldat legalább részben annak a folyadékknak a cirkulálásából származik, amelyet a Bayer-ciklus után „timföld szempontjából részben kimerült”-ként említenek, és amely még tartalmaz 150–250 g/liter kalcinált Na₂O-t és 80–160 g/l oldott timföldet nátrium-aluminát formájában.

Hasonlóképpen, a szilikátmentesítési lépés után a bauxit-suszpenziót ugyanolyan nátrium-hidroxid-oldattal hígítjuk annyira, hogy a nátrium-hidroxid-oldat köbméterenként 0,14–0,25 tonna bauxitot tartalmazzon.

A találmány szerinti eljárásban a szilikátmentesítési lépés különösen fontos. Az alumínium-szilikát nátrium-szilikó-alumináttá történő alakításának ideje különösen a bauxitban lévő alumínium-szilikát arányától és

a felhasznált nátrium-hidroxid-oldat mennyiségétől függ. Ez az idő csökken, különösen akkor, ha a bauxitban levő alumínium-szilikát arány emelkedik, vagy ha csökken a felhasznált oldat mennyisége.

5 Az említett idő tovább csökkenthető, ha a szilikátmentesítést inkább egymás után elhelyezett keverős tartályokban végezzük, mint egyetlen keverős tartályban.

Az egycsöves vagy több csöves hőcserélőkben 170 °C-ig jelentősen csökken a nátrium-szilikó-aluminát kirakódás, ha az alumínium-szilikát nátrium-szilikó-alumináttá történő átalakulási aránya 75% fölé emelkedik. Így az az időtartam, ameddig a hőcserélő megfelelően működik két lerakódásmentesítés között, megnövekedhet, ha az előbb említett átalakulási arány 75–95%-ra emelkedik.

A hőcserélőkben az áramlási sebességnek előnyösen 1 m/sec érték fölött kell lennie annak érdekében, hogy a bauxit nagyobb részecskéi a vízszintesen elhelyezett csövek alján, ahol a bauxit-suszpenzió áramlik, ne rakódjanak ki. 4 m/sec-nél nagyobb sebességnél, különösen 7 m/sec fölött a hőcserélő csövek lemaródásának aránya nem elhanyagolható.

Az optimális sebesség a feltárási reaktor kapacitásának függvénye. Minél nagyobb a feltárási reaktor kapacitása, annál kisebb a hőmérsékletemelkedés sebessége ugyanolyan számú, szuszpenziót szállító cső esetén. Annak érdekében, hogy ne legyen túl gyors a hőmérsékletemelkedés (nem több, mint 10 °C/perc), ami fokozza a kirakódást, nem előnyös az a megoldás, hogy túlságosan kis átmérőjű (<80 mm) csövet használjunk az egycsöves és több csöves reaktorban. Másrészt nagy átmérőjű (>250 mm) csövekkel lehetővé válik, hogy 2 m/sec vagy annál nagyobb sebességgel dolgozzunk. A bauxit-suszpenzió tartózkodási ideje a feltárási hőmérsékleten elég ahhoz, hogy a monohidrát vagy trihidrát formában levő timföld több mint 90%-a oldódjon.

A találmány szerinti eljárást a következő példákkal szemléltetjük.

1. példa

A következő összetételű, monohidrátot (böhmit) és trihidrátot (hidrargillit) tartalmazó bauxit feltárást végeztük:

Összetevők	tömeg%
50 izzítási veszteség	25,8
Al ₂ O ₃	54,9
Fe ₂ O ₃	7,5
TiO ₂	2,9
teljes SiO ₂	5,8
50 SiO ₂ mint alumínium-szilikát	3,0

A szilikátmentesítést 5 óra hosszat végeztük három, sorba rendezett tartályban, ahol a szuszpenziót 100 °C-on kevertük. A szuszpenzió töménysége: 1 m³ nátrium-hidroxid oldat 1 tonna zúzott bauxitot tartalmazott, azaz 220 g/l kalcinált Na₂O és 135 g/l Al₂O₃, így az alumínium-szilikát 82%-át alakítottuk át nátrium-szilikó-alumináttá. A bauxit-suszpenziót ezután 6 m³ nátrium-hidroxid-oldattal kevertük, amely 220 g/l kalcinált Na₂O-t és 135 g/l Al₂O₃-t tartalmazott nátrium-aluminát formájában, a szuszpenziót egycsöves hőcserélőn keresztül

2 m/sec sebességgel áramoltattuk, ahol a hőmérséklete 6 °C/perc sebességgel emelkedett 175 °C-ra. Ezután a hőmérsékletet 235 °C-ra emeltük, és ezen a hőfokon tartottuk, hogy az alumínium-monohidrárt feloldódjon. Ezután az oldatot sorozatos expandáltatással lehűtöttük, míg az atmoszferikus nyomásnak megfelelő hőmérsékletet el nem érte, és az expanziós gőzt visszanyerve a szuszpenzió előmelegítésére használtuk.

Két kirakódás között átlagosan 55 napig tudtuk működtetni a berendezést.

2. példa

A következő összetételű monohidrárt (diaszpor típusú) tartalmazó bauxitot tártuk fel.

Összetevők	tömeg%
izzítási veszteség	15,2
Al ₂ O ₃	68,0
Fe ₂ O ₃	1,3
TiO ₂	4,2
teljes SiO ₂	11,1

A szilikátmentesítést 5 óra hosszat végeztük 100 °C-on három, sorba rendezett tartályban, keverés közben. 1,8 tonna bauxitot használtunk 8 m³ cirkuláltatott vizes nátrium-hidroxid-oldatban, amely 230 g kalcinált Na₂O-t és 140 g oldható Al₂O₃-t (Na-aluminát formájában) tartalmazott literenként. Így az alumínium-szilikát 88%-át alakítottuk át nátrium-sziliko-alumináttá. A szilikátmentesítés után a szuszpenziót egycsőves előmelegítőben 220 °C-ra melegítettük 4 °C/perc sebességgel, ahol a szuszpenziót 2,0 m/sec sebességgel áramoltattuk.

A hőmérsékletet ezután 260 °C-ra emeltük, és ezen a hőfokon tartottuk, hogy az alumínium-monohidrárt feloldódjon, majd a szuszpenziót atmoszferikus nyomásra történő sorozatos expandáltatással lehűtöttük, és az expanziós gőzt a szuszpenzió előmelegítésre visszanyertük.

Két kirakódásmentesítés között több mint 60 napig tudtuk működtetni a berendezést.

SZABADALMI IGÉNYPONT

Eljárás timföld folyamatos előállítására Bayer-eljárással, főleg alumínium-monohidrátból álló, szabad vagy alumínium-szilikát formájában levő szilícium-dioxidot tartalmazó bauxit olyan vizes nátrium-hidroxiddal történő feltárásával, amely legalább részben a Bayer-ciklus végéről az oldott bauxitra nézve kimerült oldat recirkuláltatásából származik, és amely 80–160 g/l oldott bauxitot és 150–250 g/l nátrium-oxidot tartalmaz, amelynek során

– a bauxitot golyós malomban vizes, 150–300 g/l nátrium-oxid tartalmú nátrium-hidroxid-oldat jelenlétében zúzzuk, a vizes nátrium-hidroxid-oldat köbméterre számítva 0,14–1,8 tonna bauxitot alkalmazunk,

– a szuszpenzió hőmérsékletét 90 és 108 °C közötti értékre emeljük, és 2–10 óra hosszat ezen a hőmérsékleten tartjuk,

– a szuszpenziót ezután csöves hőcserélőben 1–3 m/s sebességgel átáramoltatva hőmérsékletét legalább 160 °C-ra emeljük,

– majd csöves hőcserélőben hőcserélő közeg segítségével 200–300 °C-ra melegítjük és ezen a hőmérsékleten tartjuk,

– és a szuszpenziót sorozatos, atmoszferikus nyomásra történő expandáltatással lehűtjük, és a képződött gőzt visszanyerjük, *azzal jellemezve*, hogy a csöves hőcserélőben végzett, legalább 160 °C-ra történő melegítést 2–12 °C/perc, előnyösen 3–8 °C/perc sebességgel végezzük.