

(19) HU

MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁG



ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

SZOLGÁLATI TALÁLMÁNY

(11) 184 318

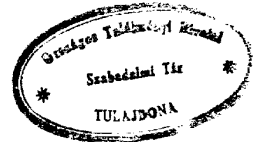
A bejelentés napja: (22) 80. 08. 26.

(21) 2109/80

Nemzetközi
osztályjelzet:
(51) NSZO₃
C 01 F-7/22

A közzététel napja: (41) (42) 83. 06. 28.

Megjelent: (45) 86. 09. 30.



Feltaláló(k): (72)

Ürmössy Miklós, 5 %, dr. Terényi Gyula, 5 %, Csurgay István, 5 %, okl. vegyészmérnökök, Riederauer Szilárd, okl. kohómérnök, 36 %, Budapest, dr. Czeglédi Béla, okl. kohómérnök, 12 %, dr. Csóvári Mihály, okl. vegyészmérnök, 3 %, dr. Erdélyi Miklós, okl. vegyészmérnök, 1 %, Stocker Lajos, okl. vegyészmérnök, 12 %, Szóke Attila, okl. vegyész üzem mérnök, 5 %, Illi József, okl. vegyipari gépészmérnök, 5 %, Pécs, Szabó Lászlóné, okl. bányamérnök, 11 %, Tatabánya

Szabadalmas: (73)

Tatabányai Szénbányák, Tatabánya, Mecseki Ércbányászati Vállalat, Pécs

(54)

ELJÁRÁS VAS-, SZILÍCIUM- ÉS ALUMÍNIUMTARTALMÚ NYERSANYAGOK VASTARTALMÁNAK CSÖKKENTÉSÉRE ÉS VASOXID, VALAMINT ADOTT ESETBEN ALUMÍNIUMOXID KONCENTRÁTUM ELŐÁLLÍTÁSÁRA

(57) KIVONAT

A találmány a vas-, szilícium- és alumíniumtartalmú nyersanyagok, főként a gyenge minőségű bauxitok és az agyagásványok hideg úton végzett hidrometallurgiai vasmentesítési és vas-oxid, valamint adott esetben továbbfeldolgozásra előnyösen alkalmazható alumínium-oxid koncentrátum előállítására vonatkozik.

A találmány szerint a kiindulási nyersanyagok sósavval, vagy sósavval és klórgázzal való kezelése, a vas(III)-klorid tartalmú oldat bekonzentrálása és/vagy ioncserélő gyantával történő vasmentesítése és a vas(III)-klorid eluálása, majd pirolitikus megbontása, valamint adott esetben a csökkentett vastartalmú maradék kénsavas feltárása, vizes oldása és a szilícium-dioxidtól való mentesítése, az alumínium-szulfát pirolitikus megbontása ismer-

tes módon történik, miközben a sósavat és a kénsavat körfolyamatban tartjuk. Az eljárást az jellemzi, hogy az öröletlen, de célszerűen előtört és osztályozott szemcseméretű nyersanyagból képzett egy vagy több ágyon akár szakaszosan, akár folyamatosan 1:0,3–1,0 szilárdanyag: folyadék arányban 200 g/l feletti sósavkoncentrációban tartott 90 °C alatti, előnyösen környezeti hőmérsékletű sósavoldatot viszünk át, adott esetben az erősen savas, nagy ionkoncentrációjú közegben flokkuláló hatást kifejtő anyag jelenlétében, amikor is a sósavkoncentrációt a képződött kloridok megbontásából származó sósav-gáznak legalább részben a vas(III)-klorid tartalmú kilúgzó oldatból való elnyeletésével biztosítjuk. A kiindulási nyersanyagból képezett ágyakon alulról-felfelé, lassan, előnyösen 0,2–10 cm/óra sebességgel szivárogtatjuk át a sósavas oldatot.

A találmány a vas-, szilícium- és alumíniumtartalmú nyersanyagok, főként a gyenge minőségű bauxitok és az agyagásványok hideg úton végzett hidrometallurgiai vasmentesítésére és vasoxid, valamint adott esetben alumínium-oxid koncentrátum előállítására szolgáló eljárásra vonatkozik.

A Bayer-eljárással végzett timföldgyártás nyersanyagainak és a kerámiaiparnál felhasználandó kiindulási nyersanyagoknak, így a bauxitnak, agyagásványoknak a minősége mind kevésbé megfelelő a gazdaságos és jó minőségben való gyártás céljára. Így a Bayer-eljárás annál gazdaságosabb, minél több a kiindulási nyersanyag vas- és szilíciumtartalma, mert a lúgos oldás során a vas- és szilikátásványok a vörösiszapba kerülnek és ezzel egyrészt a vörösiszap mennyisége és a lúgvesztés megne, másrészt csökken az alumínium-oxid kihozatal. Emellett közismert hátrány a vörösiszap környezetszennyező tulajdonsága is.

Régóta ismert továbbá, hogy a kerámiaiparban a tűzállóanyagipari termékeknek, így a vas- és acéliparban alkalmazott tűzálló tegláknak és idomtesteknek, kiváló alapanyagai a vasmentes bauxitok és agyagásványok. Azonban ma már az ilyen jó minőségű, gyakorlatilag vasmentes, azaz legfeljebb 2 % vasoxidot tartalmazó nyersanyagok természetes előfordulásban csak igen kevés helyen, így Indiában, Észak-Amerikában, Kínában és Dél-Afrikában találhatóak.

A fentiek miatt az utóbbi évtizedekben nagy figyelmet fordítottak a nagy vas- és szilíciumtartalmú alumíniumhordozó nyersanyagok vastartalmának hidrometallurgiai, azaz savas úton való csökkentésére, mivel az egyéb vasmentesítési eljárások, így a fizikai és a pörköléses úton történő tisztítási technológiák nem váltak be, valamint a klórmétallurgiai megoldások sem terjedtek el elsősorban az apparatív nehézségeik és energiaigényességük miatt. A savas eljárások közül megemlítjük a 129.334 sz. és a 130.857 sz. magyar szabadalmi leírások szerinti eljárásokat, melyek szerint kénsavat és kéndioxidot alkalmaznak a vas eltávolítására. Azonban ezeknél az eljárásoknál a vas mellett igen jelentős mennyiségben oldódik be az alumínium is, ami gyakorlatilag ezeket alkalmatlanná teszi az üzemszerű használatra. A 150.459 sz. magyar szabadalmi leírás értelmében az ásványokat pörkölék, őrlik és 20 %-os sósavval kioldják az alumínium-, kalcium- és vastartalmukat, majd ioncserés úton elválasztják a vas- és alumínium-kloridot. Azonban az eljárás hátránya az, hogy az alumínium-oxid kvantitatíve nem oldható ki, nem kaphatók kellő tisztaságú termékek, nincs megoldva a sósavregenerálás és gazdaságtalan ezek eredményeképpen.

A 173.407 sz. magyar szabadalmi leírás a vízmentes alumínium(III)-klorid előállításához olyan előkezelést ismertet, hogy a klórozást megelőzően a kiindulási anyagokból 50–90 °C hőmérsékleten sósavval részben kioldják azok vas- és alumíniumtartalmát, aminek következtében megnövelhető a klórozási lépésben az alumínium-(III)-klorid képződési sebessége. Azonban az eljárás csak laboratóriumi méretben lett kidolgozva és további hátránya, hogy az alumínium- és vastartalom szétválasztását nem oldja meg. A 205.563 sz. angol szabadalmi leírás az alumínium-oxid előállítását ismerteti tiszta kristályos alumínium(III)-kloridból, amikor is előzetesen a kiindulási anyagok alumínium- és vastartalmát sósavval kioldják, a sósavas oldatot leszűrik, majd bepárolják és a vasklorid mellől kikristályosítják az alumínium(III)-klo-

ridot. Azonban az eljárás hátránya, hogy a nagymértékű alumíniumvesztés miatt gazdaságtalan. A 857.245 sz. angol szabadalmi leírás szerint a vastartalmú agyagból kalcinálás után sósavval kioldják a vas- és alumíniumtartalmát és elkülönítik az oldatot a szilíciumtartalmú maradéktól, majd egy hevítési lépéssel az oldatból vas-oxid és alumínium-oxid tartalmú nyerstermékét kapnak, melyet azután lúgos oldással dolgoznak fel. Azonban az eljárás hátránya, hogy egyrészt drága, másrészt pedig a nem teljes sósavas kioldás miatt rossz hatásfokú is. A 982.098 sz. angol szabadalmi leírás értelmében az agyagot kalcinálják és sósavval kilúgozzák, majd a vas- és alumíniumtartalmú kloridoldatból ioncserével elválasztják a komponenseket. Azonban az alumíniumkinyerés szempontjából az eljárás kedvezőtlen, továbbá a sósavviszanyerés megoldatlansága miatt drága is. A 3.959.438 sz. és a 4.056.363 sz. USA-beli szabadalmi leírások olyan eljárást és berendezést ismertetnek, ahol az alumínium-, vas- és szilikát tartalmú érceket kilúgozó toronyban folyamatos ellenáramban sósavoldattal kezelik és az alumínium(III)-klorid tartalmú oldatból alumínium-hidroxidot állítanak elő, miközben a kinyert sósavgázt visszavezetik.

Ezeknek a megoldásoknak azonban szintén hátrányuk az, hogy nem, vagy csak nehezen oldható meg az alumíniumnak a vastól való kvantitatív elválasztása.

Megemlítjük továbbá az ún. H-Plus timföldgyártási eljárást, melyet a Pechiney és Alcan cégek közösen dolgoztak ki (Engineering and Mining Journal 1975. 2. 33. o.). Eszerint a nyersanyagot nagy koncentrációjú kénsavas-sósavas lúgzórendszerrel kezelik, azonban az eljárás energiaszükséglete kb. 60 %-kal nagyobb, mint a Bayer-eljárásnál, továbbá csak 8 % vastartalomig érdemes használni és a vasat nem tudja gazdaságosan hasznosítani. Viszont kétségtelen előnye az eljárásnak az, hogy a timföldet szennyező anyagok mennyisége egy nagyságrenddel kisebb, mint a Bayer-eljárásnál. E téren a technika állásának legfejlettebb eljárásaként ismerjük a több éves fejlesztő munkánk során kidolgozott és a 179 799 számú magyar szabadalmi leírásban ismertetett saját megoldásunkat, melynek lényege az, hogy a finom szemcseméretre őrölt ásványi nyersanyagot 90–130 °C hőmérsékleten kétszeres mennyiségű tömény sósavoldattal kezeljük, a kioldódott vas(III)-kloridot ioncserés úton különítjük el és a vas-oxidot állítunk elő belőle, miközben a sósavat visszanyerjük, az oldási maradékot leszűrjük és vagy Bayer-eljárásra visszük, vagy kénsavban feloldjuk és 400 °C-ra hevítve bepároljuk, majd vízzel kioldjuk az alumínium-szulfátot és az oldhatatlan szilícium-dioxid és titán-dioxid mellől kiszűrjük és végül 800–1000 °C-on alumínium-oxidá alakítjuk.

Az eljárásban a használt savak nagy részét körfolyamatban tartjuk és így gazdaságos bármilyen alumíniumhordozó nyersanyag vasmentesítésére és hasznos melléktermékek kinyerésére. Azonban még ennek az eljárásunknak is hátránya az, hogy a nyersanyagot finom szemcseméretűvé kell őrölni és kétszeres mennyiségű tömény sósavoldattal melegen, adott esetben nyomás alatt kell dolgozni, ami egyrészt az üzemvitel szempontjából, másrészt berendezési problémák miatt nem előnyös, továbbá a meleg savas zagy szűrése is komoly gondot okoz.

Ezért célul tűztük ki, hogy a vas-, szilícium- és alumíniumtartalmú nyersanyagok vastartalmának a csökkentését úgy oldjuk meg, hogy a felhasználandó sósavoldat

mennyiségét jelentősen csökkenthessük, ne legyen szükséges meleg sósavoldattal dolgozni és ne kelljen a sósavas zagyot szűrni, és ezáltal az eljárást az eddigieknél is gazdaságosabbá és könnyebben üzemeltethetőbbé tegyük.

Az eljárásunk tehát vas-, szilícium- és alumíniumtartalmú anyagok vastartalmának csökkentésére és vas-oxid, valamint adott esetben továbbfeldolgozásra előnyösen alkalmazható alumínium-oxid koncentrátum előállítására szolgál a kiindulási nyersanyagok sósavas kezelése, a vas(III)-klorid bekonzentrálása és/vagy ioncserélő gyantával történő megkötése és eluálása, továbbá pirolitikus megbontása, valamint adott esetben a csökkentett vastartalmú maradék kénsavas feltárása, vizes oldása és szilícium-dioxidtól való mentesítése és az alumínium-szulfát pirolitikus megbontása útján, miközben a rendszerben a sósavat és kénsavat körfolyamatban tartjuk, melyre az a jellemző, hogy az öröletlen, de célszerűen előtört és osztályozott szemcseméretű nyersanyagból képzett egy, vagy több ágyon akár szakaszosan, akár folyamatosan 1:0,3–1,0 szilárdanyag–folyadék arányban 200 g/l feletti sósavkoncentrációban tartott 90 °C alatti, előnyösen környezeti hőmérsékletű sósavoldatot viszünk át – adott esetben az erősen savas, nagy ionkoncentrációjú közegben is flokkuláló hatást kifejtő anyag jelenlétében –, amikor is a sósavkoncentrációt a képződött kloridok megbontásából származó sósavgáznak legalább részben a vas(III)-klorid tartalmú kilúgzó oldatban való elnyeletésével biztosítjuk. Az eljárás alkalmas gyenge minőségű bauxitok, szénkísérő kőzetek, salakok, vörösiszap és agyagásványok feldolgozására. Az eljárás egy cél-szerű foganatosítási módja szerint az ásványi anyagból képzett ágyakon alulról felfelé lassan, előnyösen 0,2–10 cm/óra sebességgel szívárogtatjuk át a sósavoldatot. Ugyancsak előnyös foganatosítási mód szerint az ásványi anyagból képzett több sorbakötött ágyon fél-folyamatos, szakaszos ellenáramban vezetjük át a sósavoldatot, amikor a már vasmentesnek minősíthető, mindenkori utolsó oszlopot lekapcsoljuk mosásra és új oszlopot kapcsolunk be első oszlopként a kilúgzásra. Adott esetben a sósavoldatban 100–500 g/t bauxit mennyiségű flokkuláló hatást kifejtő anyagot oldunk fel, vagy a betöltéssel egyidejűleg flokkulálószeret tartalmazó vizes oldatot permetezünk a bauxitra. Továbbá célszerűen az ellenáramú rendszerből távozó, kb. 50 g/l sósavkoncentrációjú mosóoldatot a bauxitban található kalcium-, magnézium- és egyéb karbonátok szelektív oldására fordítjuk. Az oldat főként kalcium- és magnézium-kloridot tartalmazó részét elkülönítjük a későbbi, vas(III)-kloridban dúsabb frakcióktól és adott esetben az oldatból a kalcium- és magnézium-klorid mennyiségére számított kénsavval a megfelelő szulfátokat előállítjuk.

Nagy tisztaságú vasvegyületek előállítása esetén a vas(III)-klorid tartalmú oldatból ismert módon, célszerűen trimetil-amin, dimetil-etanol-amin és/vagy piridin aktív csoportokat tartalmazó anioncserélő gyantával kötjük meg a vas(III)-kloridot, amelyet a gyantáról vízzel eluálunk, adott esetben kénsavval kalciummentesítjük, bepároljuk és pirolitikusan vas(III)-oxidá alakítjuk. A vasmentesített ágymaradékot vízzel mossuk és adott esetben izittás után kerámiaipari alapanyagként, vagy a Bayer-eljáráshoz vasmentes kiindulási anyagként, ill. kénsavas feltárás, vizes oldás, SiO₂-mentesítés és az alumínium-szulfát pirolitikus megbontása után alumínium-oxid koncentrátumként hasznosítjuk. A vas(III)-klorid

és az egyéb kloridok savas és/vagy pirolitikus bontásából származó sósavgázt részben az ágymaradék mosóvizében is elnyeletethetjük.

A fentiekben ismertetett eljárásunk olyan kombinációs találmány, mely az egész feldolgozási technológiát komplex egészként tekintve, tartalmaz olyan ismert elemeket is, melyeknek szükségszerű az alkalmazása. Azonban az eljárásunkat illetően, ezeket az elemeket részben módosított és az eddigieknél célszerűbb formában alkalmazza, részben pedig kiegészíti önmagában is új megoldásokkal. Az eljárásunknak ilyen ismert eleme az ásványi anyagok vastartalmának sósavas kioldása, majd a sósavas oldatból ioncserélő gyantával történő vas(III)-klorid eltávolítás, az eluálás és a vas(III)-klorid pirolitikus megbontása, továbbá a vasmentesített maradék kénsavas oldása, az alumínium-szulfát megsűrűsítése a szilícium-oxidtól és belőle pirolitikus úton történő alumínium-oxid előállítása, valamint a pirolitikus bontásokból felszabaduló sósav és kénsav visszavezetése a rendszerbe. Azonban az ásványi anyagok vastartalmának sósavas kioldásában az eddig ismert eljárásokból kapott kitanítást számos új megoldással egészítettük ki. Így rendkívül lényeges eltérés, hogy az ásványi anyagot elegendő, sőt egyenesen kívánatos csupán előtört és osztályozott nagyobb szemcseméretű formában használni fel az általunk alkalmazott állóágyas, előnyösen fél-folyamatos szakaszos ellenáramú kilúgzási megoldásnál. Nem szükséges tehát az ásványi anyag eddigi finomórlése. Nem szükséges továbbá az ásványi anyagot forrón, esetleg nyomás alatt kezelni sósavas tömény oldattal és nem szükséges a meleg sósavas oldatot leszűrni a zagyról. Ugyanis a találmány megoldásunk értelmében az ásványi anyagból kialakított ágyakon alulról felfelé szívárogtatjuk át az előnyösen a környezeti hőmérsékleten levő sósavas oldatot, mely az igen kicsi átfolyási sebesség következtében egyrészt egyenletesen halad felfelé az ágyakban, intenzíven érintkezik és behatol az ásványrögökbe, gyakorlatilag teljesen kioldja a vastartalmat, másrészt ilyen körülmények között az eluátum tisztán távozik az ágyak tetejéről, tehát nem igényel szűrési műveletet. A találmányi gondolatunk ugyancsak lényeges új eleme az is, hogy a szilárdanyag:folyadék viszonyszám 1:1 érték alá csökkenthető, egészen az 1:0,3 mértékig is, ami rendkívüli mértékben javítja meg az eljárás gazdaságosságát és növeli meg a kapacitást. Ezt egyrészt az teszi lehetővé, hogy előnyösen fél-folyamatos szakaszos ellenáramú rendszerben lehet az eljárást kifejleszteni, másrészt pedig az a felismerésünk, hogy a magas vas-oxid tartalmú anyagok lúgzása esetén az eddig ismert eljárásoktól eltérően nem szükséges friss tömény sósavoldattal végezni az extrakciót, hanem a fémkloridok képzésére fordított sósavat kell csak pótoljuk a vas(III)-klorid tartalmú oldatokban való sósavgáz elnyeletésével, mely során töményebb vas(III)-klorid oldatot kapunk. Az eljárásunknak további rendkívül lényeges felismerése az, hogy a képződött vas(III)-klorid oldat maga is oldószerként szerepel az ágyrendszerben való előrehaladtában és a friss ásványi anyag felé vezetve annak a kalcium- és magnéziumtartalmát úgy oldja, hogy maga elhidrolizál és kiválik belőle vashidroxid. Így a folyamatban biztosítható egy szelektív megoldás, amikor is az ellenáramú rendszerből kilépő első frakciók csak minimális vas(III)-kloridot tartalmaznak, tartalmazzzák viszont az ásványi anyag kalcium- és magnéziumtartalmának nagy részét, melyek egyébként az eddigi eljárásoknál a vas(III)-klorid szennyezőiként

jelentkeznek. Ezek az első frakciók tartalmazzák még az ásványi anyag tapadó és szerkezeti víztartalmának egy részét is. Célszerű tehát az eljárásunk értelmében ezeket az első frakciókat elkülönítve felhasználni, mert ezzel egyrészt javíthatjuk a később kinyerendő vas(III)-klorid oldat és végső soron az előállítandó egyik végtermék, a vas-oxid minőségét, másrészt kénsavas kezeléssel gipszet, magnézium-szulfátot és sósvat állíthatunk ezekből elő.

Azonban ennek a felismerésünknek a gyakorlati kivitelezhetősége érdekében meg kellett oldani azt a problémát, hogy az ágyban kiváló vas-hidroxid ne állítsa le a kilúgzás folyamatát. Így adott esetben, amikor számolni kell azzal, hogy a vas(III)-klorid vas-hidroxiddá hidrolizálhat, a kilúgzó sósavoldatban olyan flokkuláló hatást kifejtő anyagot oldunk, mely az erősen savas és nagy ionkoncentrációjú közegben is képes a különben pelyhesen, nagy felületű anyagként leváló vas-hidroxidot úgy tömöríteni, hogy az ércszemcsék felületére rakódjon le és ne tömjé el az ásványi anyag részei között levő teret. Ilyen anyagokként használhatjuk pl. a Sedosan, Praestol 2900, 2935, vagy egyéb hasonló típusú flokkulenseket. A kivált vas-hidroxidot azután a sósavas vas(III)-kloridos kilúgzó oldat további frakciói könnyen oldják és az ellenáramú rendszer kilépő végén koncentrált, mintegy 200 g/l körüli, vagy e fölötti mennyiségű vas(III)-kloridot tartalmazó oldatot eredményeznek, mely bepárlás nélkül vihető pirolízisre.

Abban az esetben, amikor az ásványi anyaghoz eleve bevitt sósav mennyisége az oldáshoz nem elegendő, tehát amikor pl. folyamatos, vagy félfolyamatos szakaszos rendszerben dolgozunk ellenáramban több ágygal, okvetlen szükséges a kilúgzó oldatnak a folyamat közbeni felerősítése oly módon, hogy a vas(III)-klorid tartalmú oldatot, vagy egy részét abszorberbe vezetjük és benne sósavgázt nyeletünk el. Ez egyúttal arra is módot ad, hogy a vas(III)-klorid oldatból részleges alumíniumkinyerést végezzünk, mivel az elnyeletéskor kialakuló kloridkoncentráció mellett alumínium-klorid-hexahidrát válhat le, amit elkülöníthetünk. Ebből azután kénsavval alumínium-szulfátot, valamint sósvat állíthatunk elő, amelyeket a gyártás egyéb fázisaiban keletkezett hasonló anyagokkal együtt hasznosíthatunk.

Abban az esetben, ha a kilúgzó oldat redukálódva vas(II)-kloridot tartalmaz, célszerűen klórgázt is használhatunk a teljes folyamat sósav-vesztésének pótlására. Természetesen az általunk előnyösnek tartott félfolyamatos szakaszos többágyas ellenáramú kilúgzást végezhetjük teljesen folyamatos rendszerben is, de a kilúgzást végezhetjük akár egyetlen ágyban is. A választott megoldás elsősorban a rendelkezésre álló technikai berendezésektől függ. Azonban akár egy, akár több ágyban, akár szakaszosan, akár folyamatosan végezzük a kilúgzást, igen lényeges, hogy a kilúgzó sósavas oldat lassan haladjon át az ágyon, elegendő ideig érintkezzen az ásványi anyaggal és az ágyban ne képződjenek járatok, tehát az ágyon a savas kilúgzó oldat előnyösen alulról-felfelé legyen átszivárogatva.

A kapott vas(III)-klorid koncentrált oldatait ismert módon dolgozzuk fel, tovább koncentrálna és/vagy bepárolva, illetve kristályosítva, majd pirolizátorban vas-oxidra és sósva bontva. Ha nagytisztaságú vas(III)-oldatot, vagy ebből valamelyik vegyületét kívánjuk előállítani, akkor a vas(III)-klorid tartalmú oldatból a vastartalmat célszerű pl. VAT 660 ioncserélő gyantával kivonni.

Ez a gyanta 150 g/l sósavtartalom felett közel 100 g/l Fe_2O_3 gyantakapacitással, nagy megoszlási hányadossal köti meg a vasat. A telített gyantát megfelelő módon eluálva nagy tisztaságú vas(III)-klorid oldatot kapunk.

5 A vastartalmában csökkentett ásványi anyagból a kilúgzó sósavoldatot az ágy kavics-csatornái segítségével leürítjük, majd célszerűen flokkulenszt tartalmazó mosóvízzel ugyancsak alulról-felfelé ellenáramban vasmentessé mossuk a rendszert. Ezt a mosóvizet, melynek a mennyisége pl. 1 t bauxitra számolva kb. 1 m³ lehet, felhasználhatjuk a sósavnyelető abszorberék elnyelető folyadéka-ként vagy részben a bauxit kalcium- és magnéziumtartalmának szelektív oldására.

10 A kimosott, vasszegény anyagból a vizet lecsorgatjuk és pl. bauxit esetében, ha Bayer-eljárással kívánjuk azt feldolgozni, célszerűen lúgágyúval hidrociklonon keresztül adjuk a feltáró rendszerbe, amikor is őrlésre csak a hidrociklon aljzagya kerül.

15 A találmányunk szerinti eljárás jobb megismertetése érdekében korlátozó jelleg nélkül az alábbi kiviteli példákat közöljük.

1. példa

25 7 kg bauxitot, melynek 18 % tapadónedvessége van és a kémiai összetétele: 53,3 % alumínium-oxid, 23,0 % vas(III)-oxid, 6,6 % szilícium-oxid, 2,5 % titán-oxid, 1,1 % kalcium-oxid, 0,5 % magnézium-oxid, 12,9 % izz. veszt. és 0,1 % egyéb, letörjük 20 mm szemcseméret alá és összekeverjük 2 l olyan oldattal, mely 300 g/l sósvat és 7 g Sedosan flokkulenszt tartalmaz. A karbonátok bomlásából származó szén-dioxid eltávózása után egy 6,7 cm átmérőjű és 154 cm magas oszlopban alul 10 cm-es rétegvastagságban elhelyezett kavics-drenaszra 30 töltjük fel a zagyot. Ezután az oszlopba alulról, a kavics-drenazon keresztül még 2,3 l fenti összetételű sósavoldatot töltünk fel és az oszlop tartalmát két napig hagyjuk állni. Ezalatt a bauxit vastartalmának jelentős része kioldódik és a kilúgzó oldat sósavkoncentrációja lecsökken. A keletkezett vas(III)-klorid tartalmú oldatot további 2,3 l sósavoldattal 0,2 cm/óra sebességű, alulról felfelé történő átáramoltatás során kiszorítjuk az oszlopból. A kapott kb. 100 g/l vas(III)-klorid tartalmú oldatot 45 sósavgázzal telítjük és a folyamat elején leírt módon további friss bauxit bekeveréséhez használjuk fel.

A bauxit zagyon friss sósavoldatot szivárogtatunk át és ezt az áztatást, kioldást addig folytatjuk, míg a bauxit vastartalmának a 90 %-a kioldódik és nagyobb, mint 50 140 g/l vas(III)-klorid tartalmú oldatot kapunk. Ezt a vas(III)-kloridos oldatot kalciummentesítjük 135 g koncentrált kénsav adagolásával, amikor is melléktermékként 220 g gipszet kapunk. A kalciummentesített vas(III)-klorid oldatot közvetlenül visszük a pirolizátorba. A pirolizátor rekuperátorában az ellenáramban érkező kb. 800 °C hőmérsékletű sósavgáz és égéstermék 60 a vas(III)-klorid oldatot bepárolják, miközben maguk 100 °C körüli hőmérsékletre hűlnek le. A bekonzentrálódott vas(III)-klorid oldatot szórófejen keresztül adjuk át a pirolizátor bontó részébe, ahova a vas(III)-oxid kg-jára számolva 4000 Kcal hőt táplálunk be. A hőhatásra elbomlott vas(III)-kloridból 0,1 %-nál kevesebb klorid-tartalmú vas(III)-oxidot kapunk. A felszabaduló sósavgázt a pirolizátor abszorberében levő, az oszlopnak 7 l 65 vízzel való mosása után kapott oldatban nyeletjük el.

2. példa

Az 1. példában ismertetett minőségű és 20 mm szemcseméretű tört bauxitot kétszíkú vibroszítán három szemcseméretfrakcióra választjuk szét. A 13 % tapadónedveséget tartalmazó anyagból leválasztott porfrakció mennyisége közel 25 % volt, amit féltetéve nem dolgozunk fel. A szitákon fennmaradt mintegy 75 %-nyi anyag kb. 40 %-ban 5–20 mm-es szemcseméretű és kb. 60 %-ban 1–5 mm-es szemcseméretű frakciókra oszlott. Ebből a két frakcióból 20–30 cm vastag rétegekben váltakozva összesen 1,6 t bauxitot töltünk fel egy 1 m³ hasznos térfogatú, 0,7 m átmérőjű és 2,8 m magasságú, gumibéléssel ellátott oszlopba, melynek aljára előzetesen 15 cm vastagságú rétegben kavicsot helyezünk el. Ugyanígyen módon elkészítünk egy második oszlopot is. Ezután kb. 300 g/l töménységű sósavoldatban feloldunk 1 m³-re 300 g Praestol 2900 flokkulenszt és ezt az oldatot az első oszlop aljára bevezetve 5 cm/óra sebességgel addig nyomjuk fel, míg az oszlop meg nem telt. Ez kb. 400 l sósavoldat felnyomásakor következik be. Az oszlop ily módon való feltöltése után a továbbiakban már 0,5 cm/óra sebességgel szívárogtatunk át az oszlopon alulról-felfelé a sósavoldatot. Az első oszlopról így lejövő oldat teljesen tiszta, üledékmentes. Ezt az oldatot 60 l-es frakciókban vesszük le és nyomjuk fel a második oszlopba, ugyancsak alulról-felfelé szívárogtatva át. A kapott első frakciók főleg kalcium- és magnézium-kloridot tartalmaznak, kb. 20–30 g/l vas(III)-klorid koncentráció mellett és kiszorítják a bauxit tapadó víztartalmának nagy részét is. A második oszlop tetején megjelenő oldat első 200 litere gyakorlatilag vasmentes és főleg kalcium- és magnézium-kloridokat tartalmaz. A következő 300 l-es frakcióban a vastartalom fokozatosan növekszik és eléri a 130 g/l vas(III)-klorid koncentrációt, ugyanakkor az egyéb szennyező kloridok mennyisége, így a kalcium- és magnézium-klorid 0,3 g/l és az alumínium-klorid 2 g/l körüli értékre csökken, míg a szabad sósavtartalom 150 g/l értékig növekszik. A további extrakció folyamán felvett 400 l-es frakcióban a vas(III)-klorid koncentrációja rohamosan esik és nő a szabad sósavkoncentráció. Így az oszlopokra 1,6 m³ sósavoldatot rávive és a fenti frakciókat levéve, az oszlopokat ugyancsak alulról-felfelé való áramoltatással átmoszuk 1,6 m³ vízzel, melyben előzetesen feloldunk 200 g Praestol 2900 flokkulenszt. A kapott kloridos oldatokból az 1. példában leírt módon felszabadított sósavgázt az abszorber elnyelető folyadékaként használt mosóvízben nyeletjük el.

3. példa

a) változat: Az előző példákban megadott minőségű és szemcseméretű bauxittal indulásként 4 db, egyenként 1,6 m magasságú és 6,7 cm belső átmérőjű oszlopot töltünk fel rétegesen. Az oszlopok alsó 10 cm-ében szivárgó és oldatelosztó rétegnek 2–5 mm szemcseméretű kavics-drenázst alkalmazunk. Erre rétegezzük a bauxitot, úgy, hogy a drenázs-rétegre a 2. példa szerinti szemcseméretű durva és finomabb szemcsésű bauxitból váltakozva, kb. 10 cm magasságú durva és kb. 15 cm magasságú finomabb szemcseösszetételű bauxitot helyezünk. Így mindegyik oszlopba kb. 7 kg bauxit kerül. Az oszlopokat sorbaköve üzemeltetjük. A négy fokozatú rendszer-

ben kialakuló szilárd folyadék arány a drenázs- és holt-térfogataival 1:0,5.

Az 1. számú oszlopban alulról-felfelé áramoltatva 350 g/l koncentrációjú sósavoldatot adagolunk 53 cm/nap sebességgel. A sósavoldatban literenként 14 g Praestol 2935 típusú flokkulenszt oldunk fel. Az oszlop tetejéről elfolyó oldatot a következő 2., 3. és 4. számú oszlopokra alulról bevezetve ellenáramban adagoljuk. Az oldat savtartalma a 4. számú oszlopról lejöve gyakorlatilag elfogy, sőt az oldás során keletkező vas(III)-klorid egy része is elhidrolizál. A 4. számú oszlopról lejövő oldatból 7 litert különítünk el, majd egy újabb, az előzőkhez hasonló 5. számú oszlopot kapcsolunk a folyamatba és ugyanakkor az 1. számú oszlopot, mely már gyakorlatilag vasmentes bauxitot tartalmaz, lekapcsoljuk és vizes mosásra vesszük, valamint a tömény sósavoldat feladását a 2. számú oszlopnál folytatjuk. A lekapcsolt 1. számú oszlopot 7 liter vízzel gyakorlatilag kloridmentesre mossuk a savs kioldásnál használt sebesség mellett. A mosóoldatot frakciókban levéve kb. 1 liter 350 g/l koncentrációjú sósavoldatot, kb. 1 liter 200 g/l koncentrációjú sósavoldatot és kb. 5 liter 50 g/l koncentrációjú sósavoldatot kapunk. Az első tömény sósavas oldatot a további savs kioldásnál hasznosítjuk, a kb. 200 g/l töménységű sósavas oldatot célszerűen sósavgázzal történő felerősítés után ugyancsak kioldásnál hasznosítjuk, míg a kb. 50 g/l-es sósavoldatot célszerűen a sósavgáz ellenáramú elnyeletésénél használjuk fel.

A fenti sósavas ellenáramú kilúgzási műveletet értelemszerűen folytatjuk mindig 1–1 újabb oszlop bekapcsolásával, illetve a mindenkori legelső oszlop lekapcsolásával és mosásával, mindaddig, míg kb. a 8. számú oszlop bekapcsolása után el nem érjük az egyensúlyi állapotot. Ez az egyensúlyi állapot a következő adatokkal jellemezhető. A mindenkori 1. számú oszlopnál, amelyre a 350 g/l koncentrációjú sósavoldatot adjuk fel, az elfolyó oldat összetétele: sósavtartalma kb. 320 g/l, vas(III)-tartalma kb. 30 g/l, míg a kalcium- és magnéziumtartalma kisebb, mint 0,2 g/l. A mindenkori 2. számú oszlopról elfolyó oldat koncentrációja: sósavtartalma kb. 70 g/l, vas(III)-tartalma 145 g/l, míg a kalcium- és magnéziumtartalma 0,7 és 0,4 g/l. A mindenkori 3. számú oszlopról lejövő oldat koncentrációja: sósavtartalma kb. 10 g/l, vas(III)-tartalma kb. 160 g/l, míg a kalcium- és magnéziumtartalma kb. 1,5 és 1,1 g/l. A mindenkori 4. számú oszlopról lejövő oldat összetétele, melyet célszerűen két frakcióban és pedig 1,5 l-es és 5,5 l-es megosztásban vesszünk le a következő: az 1,5 literes frakció tartalmaz kb. 2 g/l sósavat, 40 g/l vas(III)-at és 30 g/l kalciumot, valamint 15 g/l magnéziumot; az 5,5 l-es frakció tartalmaz kb. 5 g/l sósavat, 180 g/l vas(III)-at és kevesebb, mint 1,5 g/l kalciumot, illetve 1 g/l magnéziumot.

A kapott 1,5 literes oldatfrakciót vagy mésszel való semlegesítés (pH 7) után meddőátározásra adjuk, vagy esetleg gazdasági megfontolások alapján vas-oxidra, gipszre és magnézium-szulfátra feldolgozzuk. Eszerint az oldathoz 165 g kalcium-karbonátot adva a levált vas-hidroxidot szűrjük, mossuk, majd hozzáadjuk az 5,5 l-es oldatfrakcióhoz. A szűrletet bepárolva kb. 350 g koncentrált kénsavat adunk hozzá, amikor is az oldatból leválik a gipsz, amit leszűrünk és a maradék oldatot bepárolva kristályos magnézium-szulfátot nyerünk ki.

A kapott 5,5 l-es oldatfrakciót sósavregenerálás és vas-oxid kinyerése céljából pirolizátorban a szokásos módon megbontjuk, a kapott sósavat elnyeletés után

visszavisszük a sósavas kioldási folyamatba, a vas-oxidot pedig a kohászatban jó minőségű, kb. 92 %-os tisztaságú anyagként értékesítjük. A lekapcsolt mindenkori 1. számú oszlop vizes mosása után kapott bauxit vagy a Bayer-féle eljárásba vihető, vagy tűzállóipari alapanyagként felhasználható. Az így vasmentesített bauxit szárítás utáni %-os összetétele a következő: 14,67 % izz. veszt., 69,54 % alumínium-oxid, 7,92 % szilícium-dioxid, 1,73 % vas(III)-oxid, 2,40 % titán-dioxid, 1,41 % kalcium-oxid, 1,23 % nátrium-oxid és 0,45 % kálium-oxid. Ennek 1600 °C-on történő izzítása utáni %-os összetétele: 81,54 % alumínium-oxid, 9,28 % szilícium-dioxid, 2,02 % vas(III)-oxid, 2,81 % titán-dioxid, 1,65 % kalcium-oxid, 1,44 % nátrium-oxid és 0,52 % kálium-oxid.

Ha az 1. számú oszlop anyagát kívánalom és szükség szerint vízmentes alumínium-klorid gyártásához akarjuk használni, célszerűen elhagyjuk a vasban szegényített bauxit vizes mosását és az 1. számú oszlopról lejövő tömény sósavas oldat teljes vasmentesítését ez esetben ismert módon Varion AT 660-as gyantával végezzük el. Az oszlop tetejéről túlfolyó oldatot a kloridformában levő gyantára vezetve a vasat komplex formában megkötjük és a kapott vasmentes oldattal kiszorítjuk ugyanezen 1. számú oszlopban levő, még vasat is tartalmazó sósavas oldatot. Így elkerülhető a vizes mosás és ezzel a rendszer hígítása. A vaskomplexet tartalmazó gyantáról ionmentes vízzel eluáljuk a vas(III)-kloridot, melynek a koncentrációja 70 g/l-t ér el és gyakorlatilag szennyező anyagokat nem tartalmaz. Ezt az oldatot bepároljuk kb. 180 g/l töménységre és a szokásos módon pirolizátorban megbontjuk. Ez esetben a pigment-, illetve ferritgyártásra alkalmas vas-oxidot és sósavgázt kapunk. Ennek a vas-oxidnak a minősége a következő: 99,20 % vas(III)-oxid, 0,015 % nátrium-oxid, 0,001 % kalcium-oxid, 0,002 % magnézium-oxid, 0,013 % kálium-oxid, 0,01 % króm, 0,01 % vanádium, 0,04 % titán, 0,004 % kobalt és 0,001 % nikkelt. Az oszlopról leürített bauxitot, mely tömény sósavas oldatot tartalmaz, lagoserben az oldható oxidokra számított mennyiségű technikai koncentrált kénsavval keverjük, amikor is a kapott massa kb. 150 °C-ra melegszik fel és felszabadul a sósavgáz, melyet az elnyeletőbe viszünk. Az anyag 20–30 perc alatt beköti, melyet azután 5 mm szemcseméret alá törünk, majd 380–400 °C-on intenzív hőkezelés mellett az alumínium-oxidot 94–96 %-ban alumínium-szulfáttá alakítjuk. A művelet során feleslegben maradó kénsav kidesztillál, melyet kondenzálva újra felhasználunk. A szulfátos anyagot porráőrlés után forró vízzel 1:3 arányban 80–90 °C-on felzagyoljuk, és a szilikátokat, valamint az oldhatatlan szennyező anyagokat kiszűrjük. Az alumínium-szulfátot kikristályosítjuk és kb. 800 °C-on megbontva általában 94–96 %-os tisztaságban kapjuk az alumínium-oxidot. A jelen esetben a kapott γ -alumínium-oxid összetétele a következő: izz. veszt. (1200 °C-on) 2,03 %, szilícium-dioxid 0,24 %, alumínium-oxid 95,65 %, vas(III)-oxid 0,51 %, titán-dioxid 1,27 %, vanádium-pent-oxid 0,067 %, foszfor-pentoxid 0,235 %, valamint az anyag rézsűszöge 52,5 és a litersúlya 0,09 kg. A kapott γ -alumínium-oxid igen könnyen klórozható. Ugyanakkor kén-trioxid gázt is kapunk, melyet kénsavban elnyeletve viszünk vissza az intenzív kénsavas feltárársba.

b) változat: Az egész folyamat gyakorlatilag megegyezik az a) változat szerint végzett műveletekkel, azonban a következő kiviteli módosítások mellett, amelyek azt az

előnyt biztosítják, hogy a mindenkori 4. számú oszlopról kapott kalciumban dúsabb oldatfrakció feldolgozása egyszerűsödik, másrészt a kapott vas(III)-oxid végtermék tisztasága növelhető.

- 5 Eszerint a mindenkori 1. számú oszlop mosóvizének a kb. 50 g/l sósavkoncentrációjú frakcióját használjuk fel az újonnan bekapcsolandó mindenkori 5. számú oszlop kalcium- és magnéziumtartalmának a szelektív eltávolítására. Ugyanis ekkor a vastartalom gyakorlatilag nem oldódik, viszont a kalcium- és magnéziumtartalom 85–90 %-a eltávolítható. Így eljárva, az 5. számú oszlopról túlfolyó kb. 5 liter oldat sósavkoncentrációja közel 0 g/l, vas(III)-koncentrációja kisebb, mint 1 g/l, viszont a kalcium- és magnéziumtartalma kb. 10 g/l, illetve 5 g/l.
- 10 Ekkor a 4. számú oszlopról elfolyó oldat savtartalma kb. 5 g/l, a vas(III)-tartalma kb. 190 g/l és a kalcium-, valamint magnéziumtartalma 0,5 g/l értéknel kisebb, amely oldat így közvetlenül vihető pirolizátorba. Így javított minőségű vas(III)-oxidot kapunk. Az a) változat szerint kapott vas-oxid kb. 92 %-os tisztaságával szemben ennek a minősége a következő: alumínium-oxid 1,85 %, vas(III)-oxid 96,65 %, nátrium-oxid 0,07 %, kalcium-oxid 0,50 %, magnézium-oxid 0,15 %, kálium-oxid 0,07 %, króm 0,06 %, vanádium 0,06 %, titán 0,55 %, kobalt 0,006 % és nikkelt 0,28 %.

4. példa

- 30 4 db 6,7 cm belső átmérőjű és 1,6 m magasságú üveg kilúgzó oszlopba frakcionálás nélkül töltünk be kb. 5–10 mm szemcseméretre tört 4×8,2 kg diaszporos görög bauxitot, amelynek az összetétele: 68,1 % Al_2O_3 , 5,3 % SiO_2 , 9,4 % Fe_2O_3 , 0,25 % CaO , 0,17 % MgO , 0,2 % Na_2O+K_2O és 13,9 % izz. veszt. Az oszlopokat ellenáramban lúgozzuk ki 64 órán keresztül 330 g/l koncentrációjú sósavoldatot áramoltatva a rendszerbe 10 cm/óra sebességgel, anélkül, hogy flokkulens adagolnánk. A kilúgzás folyamán az igen kemény bauxitgöknél nem következik be kémiai aprózódás, iszaposodás, ugyanis mérve az oszlopok hidrodinamikai ellenállását, az 0,6 m sósavoszlop és a kilúgzás során nem változik. A kilúgzás után hasonlóan 10 cm/óra sebességgel vezessük el a víz átáramoltatásával a sav kimosását és az oszlopok hidrodinamikai ellenállása a mosás során sem változik.

- 45 A kilúgzás eredményeként kapott vasmentesített bauxit összetétele: 74,2 % Al_2O_3 , 6,1 % SiO_2 , 0,4 % Fe_2O_3 , 0,14 % CaO , 0,1 % MgO , 0,1 % Na_2O+K_2O , 50 3,2 % TiO_2 és 14,97 % izz. veszt.

5. példa

- 55 Nagy alumínium-oxid tartalmú tatabányai szénpernyét, amelynek az összetétele: 45,4 % Al_2O_3 , 29,5 % SiO_2 , 8,2 % Fe_2O_3 , 5,7 % CaO , 1,7 % MgO , 3,4 % TiO_2 és 6,1 % izz. veszt., vízzel granuláljuk és az anyag megkötése után 10 mm-es szemcseméret alá törjük. Ezzel a pernyével feltöltünk 4 db 80 cm magasságú oszlopot és az előző példák szerinti módon ellenáramban lúgozzuk ki 24 órán keresztül 200 g/l koncentrációjú sósavoldatot áramoltatva a rendszerbe 10 cm/óra sebességgel. A sósavoldatban a betöltött pernye minden kg-jára számítva 60 500 mg Sedosan flokkulens oldottunk fel. A kilúgzás

során kapott első oldatfrakcióban jön le az anyag kalcium- és magnéziumtartalmának a nagy része, és ezt az elkülönített frakciót kénsavval kezeljük. A kalcium- és magnézium-klorid klórtartalma regenerált sósavként felhasználul, amit a 2. oszlopról elfolyó oldatban nyeletünk el. A kilúgást folytatva kapjuk a vas(III)-kloridban dús oldatfrakciót, amelyet a már ismertetett módon pirolitikusan megbontunk és a kapott sósavat ugyancsak felhasználjuk a kilúgzásnál. Mosás után az alábbi összetételű pernyét kapjuk: 48,2 % Al_2O_3 , 34,7 % SiO_2 , 10 3,52 % TiO_2 , 0,94 % CaO , 0,82 % MgO és 2,35 % Fe_2O_3 , amely alkalmas alumínium-szulfát gyártására az ismert kénsavas feltárás útján.

A találmányunk szerinti eljárás előnyei, hogy

- elmarad az ásványi nyersanyagok finomírlése, 15
- a vastartalom csökkentése igen kedvező szilárdanyag:folyadék arány mellett hajtható végre és így tömény oldatok kaphatók,
- a folyamat közbeni sósavfelerősítés révén egyrészt jobb a kilúgzási hatások, másrészt nem szükséges tömény sósavoldattal dolgozni, 20
- a kilúgzás során nem kell hőenergiát közölni,
- a berendezések kevésbé korrodeálódnak,
- a zagyos eljárásokkal összehasonlítva az anyagáramok jelentősen kisebbek, 25
- az oldatmennyiségek kisebb lévén az oldatbepárlási igény kb. 50 %-ra csökken vagy elmarad,
- a kapott bauxit alumínium-oxid tartalma 70 % felett, a vastartalma 2,5 % alatt van és egyaránt alkalmas minőségű a tűzállóanyag-ipari és a Bayer-timföldgyártáshoz, 30
- a Bayer-eljárásra felhasználva, a vörösiszapnak megfelelő iszapmennyiség jelentősen lecsökken,
- a fentiek eredőjeként nő a termelési kapacitás és csökken az eljárás beruházási és költségigénye. 35

Szabadalmi igénypontok

1. Eljárás vas-, szilícium- és alumíniumtartalmú nyersanyagok vastartalmának csökkentésére és vas-oxid, valamint adott esetben továbbfeldolgozásra előnyösen alkalmazható alumínium-oxid koncentrátum előállítására öröletlen, de célszerűen előtört és osztályozott szemcseméretű nyersanyagok sósavas, vagy sósavval és klórgázzal 45 való együttes kezelése, a vas(III)-klorid tartalmú oldat

bekonzentrálása és/vagy ioncserélő-gyantával történő vasmentesítése és a vas(III)-klorid eluálása, majd pirolitikus megbontása, valamint adott esetben a csökkentett vastartalmú maradék kénsavas feltárása, vizes oldása és szilícium-dioxidtól való mentesítése és az alumínium-szulfát pirolitikus megbontása útján, miközben a rendszerben a sósavat és a kénsavat körfolyamatban tartjuk, *azzal jellemezve*, hogy a nyersanyagból képzett egy vagy több ágyon szakaszosan vagy folyamatosan 1:0,3–1,0 szilárdanyag:folyadék arányban legalább 200 g/l kezdeti koncentrációjú, legfeljebb 90 °C-os, előnyösen környezeti hőmérsékletű sósavoldatot szivárogtatunk át alulról felfelé legalább 0,1 cm/óra sebességgel, adott esetben a nagy ionkoncentrációjú közegben flokkuláló hatást kifejtő anyag jelenlétében, amikor is a képződött kloridok megbontásából származó sósavváznak legalább egy részét a vas(III)-klorid tartalmú kilúgzó oldatban nyeletjük el és az átszivárogtatott oldatból adott esetben a kalciumban és magnéziumban dús első frakciót elkülönítjük.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás foganatosítási módja, *azzal jellemezve*, hogy nyersanyagként ásványi vagy ásványi eredetű anyagokat, így bauxitokat, gyenge minőségű bauxitokat, szénkísérő kőzeteket, pernyéket, salakokat, vörösiszapokat és agyagásványokat használunk.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti eljárás foganatosítási módja, *azzal jellemezve*, hogy több sorbakötött ágyon félfolyamatos szakaszos ellenáramban vezetjük át a sósavas oldatot.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás foganatosítási módja, *azzal jellemezve*, hogy a sósavoldatban és adott esetben az ágymosó vízben 100–500 g/t nyersanyag mennyiségű flokkuláló hatást kifejtő anyagot oldunk fel.

5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás foganatosítási módja, *azzal jellemezve*, hogy a rendszerből távozó első oldatfrakciónak a későbbi, vas(III)-kloridban dúsabb oldatrészekről elkülönített részéből adott esetben számított mennyiségű kénsavval a megfelelő szulfátokat kinyerjük.

6. Az 1–5. igénypontok bármelyike szerinti eljárás foganatosítási módja, *azzal jellemezve*, hogy a vas(III)-klorid tartalmú oldatban történő sósavgáz elnyeletésekor adott esetben kiváló alumínium-klorid-hexahidrátot elkülönítjük.

Ábra nélkül

Felelős kiadó: Himer Zoltán osztályvezető
Mégjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában
Gyál – 85-467