

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2013-749

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.09.2013**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **25.03.2015**
(Věstník č. 12/2015)

C22B 7/00 (2006.01)
C22B 1/00 (2006.01)
C01F 7/74 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)
C01B 3/08 (2006.01)
B01J 3/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)

- (71) Přihlašovatel:
Ing. Lukáš Mourek, Praha 5, CZ
- (72) Původce:
Ivan Trávníček, Louny, CZ
- (74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák a Partners s.r.o., Ing. Jiří
Sedlák, Husova 5, 370 01 České Budějovice

- (54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob recyklace odpadního hliníku a
zařízení k provádění tohoto způsobu**

- (57) Anotace:
Způsob recyklace odpadního hliníku, při kterém se odpadní hliník nadrtí na malé částice, důkladně se zbaví nečistot chemickou cestou, a pak se rozpouští v kyselině sírové za doprovodu uvolnění vodíku a tvorby síranu hlinitého. Součástí vynálezu je také zařízení k provádění tohoto způsobu, které zahrnuje přípravnu odpadního hliníku, reaktor pro provádění rozpouštění odpadního hliníku, plynový okruh pro rozvod vodíku a odvod pachů, vodní okruh pro distribuci nové nebo zpracování použité vody, tepelný okruh pro výrobu a distribuci tepla a přípravnu chemických látek pro přípravu a separování chemických látek.

Způsob recyklace odpadního hliníku a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu recyklace odpadního obalového hliníku na chemické sloučeniny, zejména na síran hlinitý, a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

Ekologické využití hliníku (především jde o hliníkové obaly, víčka, tuby, uzávěry, plechovky apod.) je celosvětovým problémem. Hliník používaný zejména v obalech pro potravinový a drogistický průmysl není již z ekonomického hlediska vhodný k přetavení a opětovnému použití, neboť výnosnost znovu použitelného hliníku z tohoto druhotného materiálu není nad hranicí rentability.

Hliník, který se vytrídí z odpadu, je zpracováván v jiných oblastech lidské činnosti, zejména při výrobě čistých anorganických prvků nebo sloučenin. Jednou z těchto sloučenin je hlinitá sůl kyseliny sírové, přesněji síran hlinitý. Síran hlinitý vzniká při chemické reakci s kyselinou sírovou, ve které se nechá rozpouštět. Kyselina sírová nesmí být příliš koncentrovaná, jinak se na povrchu hliníku vytvoří pasivující vrstvy, které brání dalšímu rozpouštění hliníku v kyselině sírové, pokud nejsou změněny okolní podmínky, jako je například tlak, teplota, či přítomnost katalyzátoru reakce.

Mezi známé způsoby a zařízení pro produkci síranu hlinitého patří předmět vynálezu z patentového dokumentu US 5456739 B. Předmětem vynálezu je způsob výroby síranu hlinitého, zejména z hliníku obsaženého v odpadu. Odpad se vytrídí, namele se na jemné částice, propere se, vysuší se a nechá se na odpadní drť působit vysokou teplotou, dokud nedojde k pyrolytickému oddělení ostatních látek, jako jsou zbytky organických produktů, nebo barev. Následně je popel s obsahem hliníku smíšen s kyselinou sírovou, při teplotě reakce v rozmezí 80 °C až 100 °C. Hliník s kyselinou reaguje a vznikne roztok obsahující síran hlinitý, který se následně z roztoku separuje.

Podobné řešení přípravy odpadního hliníku před výrobou síranu hlinitého je zveřejněno v korejském patentovém dokumentu KR 101105719 B1. V dokumentu je uveřejněn způsob, ve kterém je odpadní hliník nadrcen, v krátkém časovém úseku ošetřen hořením při teplotách v rozmezí 500 °C až 600 °C a následně je hliník rozpouštěn v kyselině sírové za vzniku síranu hlinitého.

Nevýhody obou řešení spočívají v tom, že hliník je z odpadu pro reakci oddělován pyrolýzou, při které vznikají závadné sloučeniny unikající ve spalínách do ovzduší. Pyrolýza je prováděna na nižších teplotách okolo 500 °C, aby nežádoucí oxidace hliníku se vzdušným kyslíkem, závislá na teplotě, byla minimální, přičemž ale současně nedochází k bezpečnému rozkladu vzniklých spalin, zejména sloučenin chloru. Teplota pro bezpečné spalování odpadu ve spalovnách odpadů přesahuje 1000 °C, čehož zařízení podle výše uvedených vynálezů nedosahují.

V rumunském patentovém dokumentu RO 118947 B je chráněn způsob získávání síranu hlinitého pomocí smíšení směsi hydroxidu hlinitého s obsaženými částicemi hliníku a kyseliny sírové. Látky se společně promíchávají po dobu 20 minut až 70 minut při teplotě v rozmezí 70 °C až 105 °C. Nevýhoda řešení spočívá v použití hydroxidu hlinitého, kterým se reakce dotuje, takže uvedený způsob nezpracovává pouze odpadní hliník a cena vyrobeného síranu hlinitého je proto vysoká.

V patentovém dokumentu CZ 231280 je prezentován způsob výroby síranu hlinitého z čistého hliníku, který se zkrápí kyselinou sírovou o koncentraci 35 % až 65 % a o teplotě v rozmezí 40 °C až 110 °C v atmosféře inertního plynu. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že je použit hliník z výroby, který by mohl být využit jako materiál v jiných oblastech lidské činnosti, a proto je cena takto vyrobeného síranu hlinitého příliš vysoká.

V čínské patentové přihlášce CN 1843926 A je zveřejněn způsob zpracování odpadní kyseliny sírové. Kyselina sírová se mísí s popílkem obsahujícím hliník, načež obě látky vzájemně reagují při chemické reakci s kontrolovanou teplotou v rozmezí 50 °C až 90 °C. Pokud je odpadní kyselina sírová a z ní výsledný roztok zabarven, je použito bělidlo. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že odpadní kyselina

sírová obsahuje nežádoucí příměsi, které prodražují výrobu síranu hlinitého, neboť se musejí z produktu vyfiltrovat.

V českém patentovém dokumentu CZ 302453 je zveřejněno jiné známé řešení, a sice způsob a zařízení k výrobě vodíku z odpadního hliníku. Odpadní hliník se nechá reagovat s vodou v reaktoru za přítomnosti katalyzátoru, přičemž vzniká vodík, $\text{Al}(\text{OH})_3$ a uvolňuje se teplo. Zařízení zahrnuje přípravnu odpadního hliníku, kde je hliník roztříděn, nadrcen a skladován, dále zahrnuje reaktor, ve kterém probíhá chemická přeměna odpadního hliníku, plynový okruh pro nahrazení výbušné směsi vzduchu a vodíku v zařízení čistým vodíkem a pro odvod vyrobeného vodíku z reaktoru, vodní okruh pro zásobování pracího zařízení vodíku vodou a pro ředění chemických látek, tepelný okruh pro odvod tepla z reaktoru a ohřev vody ve vodním okruhu. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že zařízení není vhodné k výrobě síranu hlinitého.

Úkolem vynálezu je vytvoření způsobu recyklace odpadního hliníku a zařízení k provádění tohoto způsobu, ve kterém se odpadní hliník drtí na drobné částice a je za zvýšené teploty smíchán s kyselinou sírovou, které by bylo ekologicky šetrné, nevypouštělo by do ovzduší nebezpečné látky, zpracovávalo by především druhotný hliník z odpadu, produkovalo by čistý síran hlinitý a univerzálně by se dalo použít i na jiné produkty.

Podstata vynálezu

Vytčený úkol je vyřešen vytvořením způsobu recyklace odpadního hliníku podle tohoto vynálezu, kdy se odpadní hliník nejprve drtí na částice o velikosti od 1 mm do 10 mm a potom za zvýšené teploty reaguje s kyselinou sírovou za vzniku vodíku a síranu hlinitého.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že odpadní hliník se po drcení pere v prací kapalině tvořené vodním roztokem louhu o koncentraci v rozmezí od 0,2 % do 15 % hmot^h pro odstranění nečistot a odmaštění odpadního hliníku, poté se opláchne vodou, a následně se použítá prací kapalina obsahující nečistoty a částečně

rozpuštěný odpadní hliník neutralizuje neutralizační kyselinou, přičemž vzniká voda obsahující nečistoty a soli neutralizační kyseliny, a nakonec se z vody separují nečistoty a soli neutralizační kyseliny, přičemž ředěný použitý louh je alespoň jeden louh ze skupiny NaOH a KOH a použitá neutralizační kyselina je alespoň jedna kyselina ze skupiny H_2SO_4 , HNO_3 a H_3PO_4 .

Odpadní hliník je znečištěný, většinou je stále potištěný, či polepený a je třeba jej očistit. Roztok louhu jako žíravina je velice efektivním prostředkem jak na organické zbytky, tak na anorganické druhy znečištění (barvy, nálepky, obaly). Protože se jedná o žíravinu, je třeba louh z prací kapaliny neutralizovat kyselinou, přičemž se využívá toho, že z neutralizace vzejdou voda a soli, které se dají dále zpracovat. Koncentrace roztoku louhu je omezena, protože vyšší koncentrace louhu ve vodě už nezvyšuje kýžený efekt čištění odpadního hliníku, a proto další zvyšování koncentrace by bylo neekonomické. Použitý louh pro vytvoření žíravého roztoku je alespoň jeden louh ze skupiny NaOH a KOH a použitá neutralizační kyselina je alespoň jedna kyselina ze skupiny H_2SO_4 , HNO_3 a H_3PO_4 . Neutralizační soli těchto vstupních látek jsou v průmyslu žádané a používají se v dalších aplikacích chemického průmyslu.

V dalším jiném provedení způsobu podle vynálezu se voda vzniklá neutralizací prací kapaliny po separování nečistot použije pro oplachování odpadního hliníku nebo pro přípravu prací kapaliny, přičemž po dosažení koncentrace ve vodě obsažených solí neutralizační kyseliny o množství 25 g/l až 50 g/l je 30 % až 50 % celkového objemu vody odčerpáno k separování neutralizačních solí a zbylých 50 % až 70 % vody je naředěno čistou vodou do 100 % původního objemu. Používání jedné a té samé vody je ekologické, přičemž se současně zvyšuje koncentrace solí, které se následně separují. Je ekonomičtější jednorázově separovat soli o vyšší koncentraci, nežli provádět kontinuální separaci solí.

V dalším jiném provedení způsobu podle vynálezu se soli neutralizační kyseliny separují v kapalně nebo v pevné fázi. Jiná separace se provádí pro každou ze solí podle technologické náročnosti.

V dalším jiném provedení způsobu podle vynálezu je vodík vzniklý z reakce odpadního hliníku a kyseliny sírové použit k ohřevu chemických látek, odpadního hliníku a vody. Vodík je dobrým zdrojem tepla při jeho spalování, které je současně velice čisté, protože se z hoření uvolňuje vodní pára.

Součástí vynálezu je rovněž vytvoření zařízení k provádění způsobu podle vynálezu. Zařízení pro recyklaci odpadního hliníku reakcí hliníku drceného na částice o velikosti od 1 mm do 10 mm s kyselinou sírovou za vzniku vodíku a síranu hlinitého zahrnuje přípravnu odpadního hliníku pro očištění odpadního hliníku, pro jeho rozmělnění na malé částice a skladování. Dále zahrnuje reaktor pro smíchání odpadního hliníku s kyselinou sírovou, jejich reakci a ohřev. Dále je v zařízení zahrnut plynový okruh pro rozvod vodíku zařízením, vodní okruh pro distribuci nové nebo použité vody v zařízení, tepelný okruh pro výrobu a distribuci tepla a příprava chemických látek pro přípravu a separování chemických látek.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že součástí přípravny odpadního hliníku je alespoň jedna prací nádrž pro napuštění prací kapalinou, která je uzpůsobená pro neutralizaci použité prací kapaliny, a/nebo alespoň jedna neutralizační nádrž upravená pro zadržení a neutralizaci použité prací kapaliny z prací nádrže. Očištěný hliník se vyjme z prací kapaliny a použitá prací kapalina, která je žíravá, se musí v rámci bezpečnosti neutralizovat. To je možné provést rovnou v prací nádrži, či použitou prací kapalinu přečerpát do neutralizační nádrže, zatímco v prací nádrži je už připravována další várka odpadního hliníku.

V jiném výhodném provedení zařízení pro recyklaci hliníku podle vynálezu tvoří prací nádrž a neutralizační nádrž jedno těleso. Použitá prací kapalina se nemusí pracně přečerpávat, neutralizace je provedena okamžitě po praní odpadního hliníku.

V jiném dalším výhodném provedení zařízení pro recyklaci hliníku podle vynálezu je neutralizační nádrž přes vodní okruh propojena s přípravnou odpadního hliníku nebo s přípravnou chemických látek. Vodní okruh transportuje vodu vzniklou neutralizací zpět k novému cyklu využití, či k separaci solí neutralizačních kyselin.

V jiném dalším výhodném provedení zařízení pro recyklaci hliníku podle vynálezu je reaktor propojen s plynovým okruhem, který je propojen s tepelným okruhem, který zahrnuje spalovací komoru pro výrobu tepla. Spotřeba vyprodukovaného vodíku umožňuje tepelnou soběstačnost celého zařízení.

Výhody vynálezu spočívají ve zpracování odpadního hliníku, v šetrném přístupu k životnímu prostředí, v ekonomickém využití vstupních látek, v možnosti produkce několika různých produktů stejnými prostředky a v energetické soběstačnosti.

Objasnění výkresů

Vynález bude blíže objasněn v následujících vyobrazeních, kde:

- obr. 1 schematicky ilustruje část vodního okruhu s úpravou provozní a studené vody,
- obr. 2 schematicky ilustruje část přípravy chemických látek se zásobníky přídavných složek,
- obr. 3 schematicky ilustruje část přípravy chemických látek se zásobníky vstupních chemických látek,
- obr. 4 schematicky ilustruje přípravu odpadního hliníku,
- obr. 5 schematicky ilustruje sled prostředků pro naložení dávky hliníku do reaktoru,
- obr. 6 schematicky ilustruje reaktor a sled prostředků první filtrace,
- obr. 7 schematicky ilustruje sled prostředků pro filtraci produktu z reaktoru,
- obr. 8 schematicky ilustruje část vodního okruhu s filtrací odpadových roztoků,
- obr. 9 schematicky ilustruje část vodního okruhu s prostředky pro hospodaření s teplou vodou a párou,
- obr. 10 schematicky ilustruje část plynového okruhu s prostředky pro likvidaci pachů,
- obr. 11 schematicky ilustruje část plynového okruhu s prostředky pro separování vodíku,
- obr. 12 schematicky ilustruje část plynového okruhu s prostředky pro distribuci vodíku a část tepelného okruhu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Rozumí se, že jednotlivá uskutečnění vynálezu jsou představována pro ilustraci, nikoli jako omezení vynálezu na výčet zde uvedených příkladů provedení. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zjistit za použití rutinního experimentování mnoho ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde speciálně popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících patentových nároků.

Zařízení **107** pro recyklaci odpadního hliníku **100** reakcí hliníku drceného na částice o velikosti od 1 mm do 10 mm s kyselinou sírovou zahrnuje následující provozní celky. Přípravnu **102** odpadního hliníku **100**, do které se odpadní hliník **100** naveze, ve které se nadrtí a očistí do formy uskladněné před samotným zpracováním. Dalším provozním celkem je reaktor **1**, ve kterém se již připravený odpadní hliník smíchá s kyselinou sírovou, a kde se směs ohřívá a reaguje. Dále je to plynový okruh **106**, který slouží k odvodu uvolněných pachů a ke zpracování uvolněného vodíku. Také je zahrnut v zařízení **107** vodní okruh **97**, který distribuuje novou nebo zpracovává použitou vodu, a tepelný okruh **108** pro výrobu a distribuci tepla v rámci celého zařízení **107**. V neposlední řadě je součástí zařízení **107** také přípravna **99** chemických látek, ve které se vstupní chemické látky připravují a separují se produkty.

Na obr. 1 je schematicky vyobrazena úprava provozní a studené vody, která je součástí vodního okruhu **97**. Voda je přivedena z provozního vodovodního řadu **95** pod tlakem ^{0,35 MPa} 3,5 bar o teplotě 10 °C v množství cca 40 m³/den do zařízení **33** pro úpravu vody, které je vybaveno iontovým výměníkem o kapacitě 10 m³/hod. Z vody v zařízení **33** je odloučen iontový odpad **96** a upravená voda je tlakem z vodovodního řadu hnána do zásobníku **34** čisté vody o objemu 20 m³ při zachování teploty vody 10 °C. Ze zásobníku **34** je voda přečerpávána do zásobníku **8** koncentrovaného roztoku síranu hlinitého, a dále je ze zásobníku **34** voda odčerpávána čerpadlem **35** do zásobníku **36** studené vody. Zásobník **36** studené vody má objem 10 m³ a voda je zadržovaná o teplotě 10 °C. K zásobníku **36** studené vody jsou připojeny chladič vodíku **23** a dopravní šnek **86** křemeliny. V zásobníku **36** je také zabudován chladič

šnek napojený k chladicímu kompresoru 32, a dále je k zásobníku 36 připojeno čerpadlo 37 rozvodu studené vody do lapače pachů 58. Další součástí je také nádrž 30 havarijní, chemické a provozní vody o objemu 15 m^3 se sníženým pH na hodnotu 0,5 a s teplotou vody 40°C . Do nádrže 30 jsou přivedeny výstupy z čerpadla 7, ze zařízení 33 pro úpravu vody a z čerpadla 31 připojeného k odlučovací nádrži 22 vody z vodíku. Na výstupu nádrže 30 je připojeno čerpadlo 38, které v případě potřeby odvádí provozní vodu do reaktoru 1.

Na obr. 2 jsou schematicky vyobrazeny zásobníky 17 a 84 přídatných složek přípravny 99 chemických látek. Z nákupu 98 je do zásobníku 17 aktivního uhlí naskladněno přibližně 5 m^3 materiálu. Ze zásobníku 17 je dopravním šnekem 85 aktivní uhlí transportováno do směsné nádrže 4 na přípravu filtrační směsi, do neutralizační nádrže 65 a do reaktoru 1. Zásobník 84 křemeliny má objem 10 m^3 a je připojen k dopravnímu šneku 86, který odvádí křemelinu rovněž do směsné nádrže 4 filtrační směsi, do neutralizační nádrže 65 a do reaktoru 1.

Na obr. 3 jsou schematicky vyobrazeny zásobníky 61, 62, 87 a 88 chemikálií přípravny 99 chemických látek. Z nákupu 98 je do zásobníku 61 naskladňován hydroxid draselný o koncentraci 50 % do celkového objemu 25 m^3 , jehož teplota je 40°C . Na výstupu zásobníku 61 je připojeno čerpadlo 63, které odvádí 50% KOH do zásobníku 51 prací kapaliny. Dále je na obr. 3 vyznačen zásobník 62 kyseliny sírové o objemu 25 m^3 . H_2SO_4 je po nákupu naředěna na koncentraci 50 % o teplotě 40°C . Ze zásobníku 62 je H_2SO_4 čerpadlem 64 odvedena do reaktoru 1. Další vyobrazený zásobník 87 je určený pro zadržení kyseliny dusičné. Koncentrace kyseliny dusičné je 65 %, objem zásobníku je 25 m^3 a teplota zadržované látky je 40°C . Ze zásobníku 87 přes čerpadlo 89 je kyselina dusičná odvedena do neutralizační nádrže 65. Poslední vyobrazený zásobník 88 je určený pro kyselinu fosforečnou o koncentraci 85 % a objemu 25 m^3 . H_3PO_4 , která je skladována o teplotě 40°C a je ze zásobníku 88 odvedena přes čerpadlo 90 do neutralizační nádrže 65.

Na obr. 4 je schematicky vyobrazeno drcení a odmaštění surového odpadního hliníku v přípravně 102 odpadního hliníku. Surový odpadní hliníkový šrot 100, včetně hliníku z komunálního odpadu, je naskladněn do betonové vany 40, která má objem 100 m^3

a je zapuštěna pod úroveň terénu, přičemž je zastřešena. Z betonové vany 40 je dopravníkem 41 surový odpadní hliník transportován do drtiče 42, který surový odpadní hliník rozdrtí na částice o průměrné velikosti 5 mm. Z drtiče 42 je dopravníkem 43 nadrcený surový odpadní hliník nahromaděn v prací nádobě 44 s pracím košem, která má objem 10 m³. Do prací nádoby 44 je čerpadlem 52 přivedena ze zásobníku 51 prací kapalina o teplotě 20 °C, jejíž pH je rovno hodnotě 14, při koncentraci 2 % KOH, který byl přičerpán z čerpadla 63. Do zásobníku 51 prací kapaliny je přivedena dále relativně čistá voda ze zásobníku 76. Prací kapalina propere surový nadrcený odpadní hliník a následně je i s rozpuštěnými nečistotami čerpadlem 60 odčerpána do neutralizační nádrže 65. Prací koš je přes kladku 45 transportován do proplachovací nádrže 46, do které je přivedena voda ze zásobníku 36, dále horký vzduch z tepelného výměníku 49, který je přiháněn ventilátorem 48 nasávajícím okolní vzduch 101 přes filtr. Tepelný výměník 49 je ohříván teplou vodou ohřátou na 95 °C ze zásobníku 50 a ochlazená voda je z výměníku 49 navracená zpět do nádrže 50. Po propláchnutí nadrceného hliníku je voda z proplachovací nádrže 46 odčerpána čerpadlem 56 do zásobníku 30 havarijní a ředící vody. Vyčištěný, nadrcený hliník je transportován do sila 39. Výpary vody z proplachovací nádrže 46 jsou zkondenzovány zpět na vodu ve výměníku 47, ze kterého je voda odvedena do zásobníku 50 teplé vody. Vzduch z výměníku 47 je odveden vakuovou pumpou 57 do lapače 58 pachů. Tepelnou výměnu ve výměníku 47 podporuje studená voda ze zásobníku 36, která je po přijetí uvolněného tepla odvedena do zásobníku 50 teplé vody.

Na obr. 5 je schematicky znázorněno dávkování vyčištěného hliníku do reaktoru 1. V silu 39 o objemu 10 m³, do kterého je vyčištěný hliník uskladňován z proplachovací nádrže 46, čeká hliník na transport do reaktoru 1. Dopravníkem 82 je hliník přiveden do dávkovacího zařízení 20, které má objem přibližně 1 m³. V dávkovacím zařízení 20 je hliník vzduchotěsně zadržen a vzduch je vypláchnut proplachovacím vodíkem ze středotlakého zásobníku 26 provozního vodíku do lapače 58 pachů. Následně je dávka hliníku ze zařízení 20 dopravena dopravníkem 83 do reaktoru 1.

Na obr. 6 je schematicky vyobrazený reaktor 1 a jednotlivá navazující zařízení. Reaktor 1 má objem 4,5 m³ a je konstruován pro provozní teplotu 95 °C při tlaku 2,15

MPa

bar. Je opatřen prostředky k míchání, čistícím průlezem a zahrnuje dvojitý topný/chladicí plášť. Do reaktoru 1 je dopravován čistý nadrcený hliník z dávkovacího zařízení 20, dále je do reaktoru 1 čerpadlem 64 čerpána 50% kyselina sírová. Jako další je do reaktoru 1 vháněn vodík o tlaku 0,1 ^{MPa} bar ze středotlakého zásobníku 26 vodíku a do pláště reaktoru 1 je vháněna teplá voda ze směsného ventilu 19, který je zásobován z čerpadla 55 teplé vody a studenou vodou z čerpadla 37 pro regulaci teploty uvnitř reaktoru 1. Aktivní uhlí ze zásobníku 17 a křemelina ze zásobníku 84 jsou do reaktoru 1 dákovány rovněž. Reaktor 1 je opatřen přívodem havarijní a ředící vody ze zásobníku 30 pro případ bezpečnostního zalití a neutralizování obsažených reakčních látek. Z reaktoru 1 jsou odváděny plynné látky, které vznikají při průběhu chemických reakcí, jako např. vodík, odváděný pod tlakem 0,5 ^{MPa} bar do prací nádrže 21, či pachy, které jsou odvedeny do lapače pachů 58. Reaktor 1 se vyprazdňuje vypouštěcím ventilem 10, odkud je reakční směs odvedena do kalolisu 2. Kalolis 2 je zásobován teplou vodou ze zásobníku 50 a jsou z něj odváděny uvolněné plyny do lapače pachů 58 při filtrování pevných složek 103 ze směsi reakční kapaliny. Z kalolisu 2 pokračuje směs reakční kapaliny přes vypouštěcí ventil 11 do mezizásobníku 3 reakční kapaliny za přístupu vzduchu 101, který vyplachuje zbytek pachů do lapače 58. Z mezizásobníku 3 je čerpadlem 12 zreagovaná reakční kapalina odčerpána do směsné nádrže 4.

Na obr. 7 je vyobrazeno schéma filtrace reakční směsi a hotového produktu. Do zásobníku 4 reakční kapaliny o objemu 5 m^3 je dákováno aktivní uhlí a křemelina ze zásobníků 17 a 84, načež je reakční směs promíchána při teplotě $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Odtud je čerpadlem 13 směs přečerpána do BF filtru 5 křemeliny o aktivní ploše 4 m^2 při průchodnosti $2,7 \text{ m}^3/\text{hod}$, kde je křemelina jako pevná složka 103 separována za teploty $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Po separaci křemeliny je čerpadlem 14 roztok přečerpán do zásobníku 6 čistého roztoku. V zásobníku 6 o objemu 10 m^3 je roztok skladován při teplotě $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Čerpadlem 15 je čistý roztok přečerpán do zásobníku 8 koncentrovaného síranu o objemu 10 m^3 , kde je promícháván a ohříván na teplotu $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Následně je koncentrovaný roztok síranu odčerpán čerpadlem 16 do zásobníku 9 hotového produktu, kde se roztok síranů ředí čistou vodou ze zásobníku 34 na výstupní koncentraci a ze zásobníku je čerpadlem 18 roztok odčerpáván do distribuce 104. Zásobník 9 má kapacitu 25 m^3 a teplota roztoku se udržuje na $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Na obr. 8 je schematicky vyobrazena filtrace odpadových roztoků ve vodním okruhu 97. Do neutralizační nádrže 65 je přečerpána použitá prací kapalina čerpadlem 60 a dále je do neutralizační nádrže 65 dávkována křemelina a aktivní uhlí ze zásobníků 17 a 84. V neutralizační nádrži 65 je pH neutralizováno na hodnotu 7 neutralizační kyselinou ze zásobníku 88 nebo ze zásobníku 89 a neutralizovaná použitá prací kapalina se míchá při teplotě 30 °C. Objem nádrže 65 je 10 m³. Použitá prací kapalina nádrží 65 prochází v objemu 2 m³/hod. Čerpadlo 66 odčerpá směs použité prací kapaliny do BF filtru 67 pro separování pevných složek 103 při zachování stejné teploty. BF filtr 67 má aktivní plochu o velikosti 4 m². Z BF filtru 67 přes čerpadlo 68 je čistý roztok z prací kapaliny přečerpán do zásobníku 69 čistého neutralizovaného roztoku. Ze zásobníku 69 čerpadlem 70 je roztok přečerpán do zařízení 71 pro redukci vody, ve kterém se z roztoku odstraní 50 % vody z celkového objemu roztoku, a která je navrácena do zásobníku 76. Koncentrovaný roztok je ze zařízení 71 pro redukci vody odčerpán čerpadlem 72 do zásobníku 73 roztoků solí, odkud je přibližně polovina celkového objemu navrácena čerpadlem 74 do zásobníku 51 prací kapaliny a druhá polovina čerpadlem 75 do nádrže 78 na skladování síranu sodného a hlinitého. Z nádrže 78 jsou koncentrované roztoky hnány čerpadlem 79 do odparky 91, kde je vysokou teplotou odstraněna zbylá voda. Z odparky 91 jsou dopravníkem 92 solí skladovány ve skladu 93 nebo ve skladu 94 a odtud jsou prodávány do distribuce 104.

Na obr. 9 je schematicky znázorněno hospodářství teplé vody. Z výměníku 47 je voda vracena do zásobníku 50. Dále je do zásobníku 50 přiváděna voda z vyvíječe 54 páry, který je zásobován čerpadlem ^{em}55. Vyvíječ páry produkuje páru 105 o teplotě 150 °C, která je hnána do výměníku 53. Přes výměník 53 protéká voda z čerpadla 55 do zásobníku 50. Teplá voda je čerpadlem 55 odčerpávána do reaktoru 1 pro jeho vytápění, plus do ostatních součástí zařízení 107, kde musí být udržována vnitřní teplota nad 10 °C, včetně jejich potrubí.

Na obr. 10 je schematicky znázorněno lapání uvolněných plynů a pachů. Vakuová pumpa 57, která vyvine podtlak o velikosti 1,3 kPa, odčerpává plyny z reaktoru 1, z prací nádrže vodíku 21, z odlučovací nádrže vodíku 22 a z chladiče vodíku 23,

kteřé vřání do lapače 58 pachů. Do lapače 58 je dále příváděna voda ze zásobníku 36 a přetlakem ostatní plyny z ostatních nádrží a zásobníků. Z lapače 58 je použita voda čerpadlem 7 odčerpána do nádrže 30 havarijní vody. Z lapače 58 odcházejí plyny vlastním tlakem do vstupu 80 komína 59, odkud unikají do atmosféry. Kondenzáty ze vstupu 80 jsou odvedeny zpět do nádrže 30.

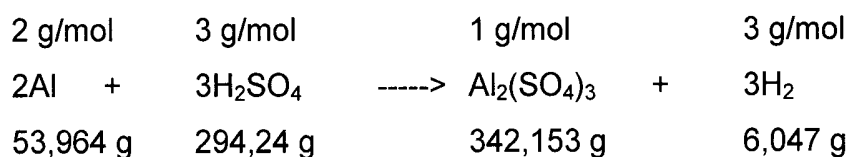
Na obr. 11 je schematicky vyobrazeno praní a sušení vodíku. Z reaktoru 1 je vodík přiveden do prací nádrže 21 vodíku, ve které je udržován tlak $0,13 \text{ MPa}$ a teplota 20°C až 40°C . Dále je do prací nádrže 21 vodíku přivedena voda ze zásobníku 34. K prací nádrži 21 vodíku je připojeno cirkulační čerpadlo 29 a úpravna 33 pro odvod vody do nádrže 30. Z prací nádrže 21 vodíku je vodík odčerpán do odlučovací nádrže 22, ve které se oddělí voda od vodíku pomocí Raschig-Ring kroužků. V odlučovací nádrži 22 je tlak $0,1 \text{ MPa}$ a teplota 20°C . K odlučovací nádrži 22 je připojeno čerpadlo 31 pro odvod vody do nádrže 30. Vodík dále postupuje do chladiče 23 vodíku, kde je podchlazen na -20°C pomocí chladicího šneku připojeného k chladicímu kompresoru 32. Chladič 23 opouští relativně suchý vodík. Šnek kompresoru 32 je odmrazován teplou vodou přivedenou ze zásobníku 50, přičemž rozpuštěná voda je odvedena do nádrže 30.

Na obr. 12 je schematicky vyobrazena komprese a distribuce vodíku. Do nízkotlaké nádrže 24 vodíku je přečerpán vodík pod tlakem $0,1 \text{ MPa}$, přičemž teplota v nádrži 24 odpovídá teplotě okolního prostředí. V nádrži 24 se kondenzují zbytky vody, které jsou odvedeny do nádrže 30. Vodík je přečerpán kompresorem 25 do středotlaké nádrže 26 vodíku, kde je tlak uloženého vodíku přibližně 10 MPa . Odtud je vodík odčerpáván do reaktoru 1, do dávkovacího zařízení 20 a do spalovací komory 27, odkud je vzniklé teplo použito pro výměník 28 teplého vzduchu. Ve výměníku 28 se ohřívá pomocí teplého vzduchu voda, nebo se teplý vzduch odvádí k vytápění objektu.

Příklad 1

Do reaktoru 1 se vkládá jedna šarže nadrceného a vypraného hliníku o hmotnosti 200 kg, která se promíchá s 38% kyselinou sírovou o objemu 2,2 m³ přičerpanou čerpadlem 64.

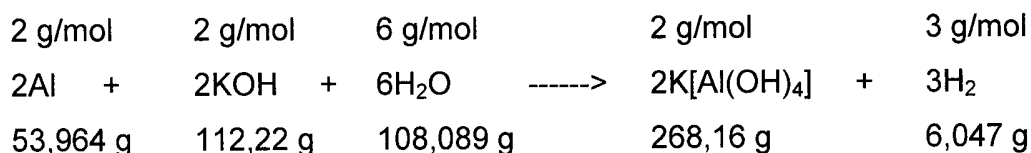
Hliník se rozpouští po dobu 2 hodin za probíhající reakce:



To znamená, že za 24 hodin je zpracováno 2400 kg hliníku, který je přeměněn na 15 216 kg síranu hlinitého, přičemž se uvolní 268 kg vodíku.

Současně se během jednoho dne doveze 3000 kg odpadního hliníku, který je nadrcen na sypkou hmotu o velikosti částic max. 5 mm. Nadrcený hliník se pere v prací nádobě 44 po jednotlivých šaržích o hmotnosti 500 kg. Prací kapalina je tvořena zásaditou vodou s 2 % KOH. Hliník je v prací kapalině po dobu 1 hodiny, přičemž se odmašťuje a částečně se hliník také rozpouští v prací kapalině. Prací kapalina je odčerpána do tanku 65 a očištěný hliník je přesunut do proplachové nádrže 46, kde je opláchnut a vysušen. Po vysušení je nadrcený hliník naskladněn do sila 39.

Rozpouštění hliníku v prací kapalině a vznik produktu rozpouštění lze ilustrovat následující stechiometrickou rovnicí:



Rovnice je platná pro úplné rozpouštění hliníku při maximální koncentraci louhu, ale v praxi je rozpouštění omezeno, neboť koncentrace louhu v prací kapalině se

pohybuje v koncentraci do 5 %. To znamená, že obsah $2K[Al(OH)_4]$ v prací kapalině je několikanásobně nižší, než vykazuje ilustrativní rovnice.

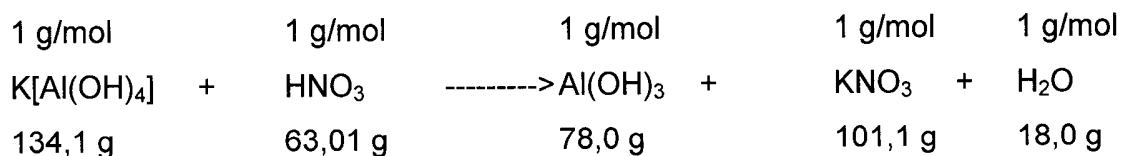
Prací kapalina je v tanku 65 neutralizována na pH 7 kyselinou sírovou přičerpanou čerpadlem 64. Neutralizovaná kapalina je přefiltrována a roztok solí s vodou je opakovaně použit k výrobě prací kapaliny, dokud nestoupne koncentrace rozpuštěných solí na hodnotu 30 g/litr. Následně je 35 % objemu takto koncentrovaného roztoku odčerpán k separaci solí a zbytek je ředěn novou vodou a opět použit k přípravě prací kapaliny. Výnosnost vzniklých solí $Al_2(SO_4)_3$ za 24 hodin je 130 kg a výnosnost KSO_4 za 24 hodin je 220 kg.

Vodík uvolněný z reakce kyseliny sírové a hliníku je spálen ve spalovací komoře 27 a uvolněné teplo je pomocí výměníku 28 použito k ohřevu vody, chemických látek a k vytápění.

Příklad 2

Stejný jako příklad 1, ale prací kapalina je v neutralizační nádrži 65 neutralizována kyselinou dusičnou.

Rovnice reakce je následující:



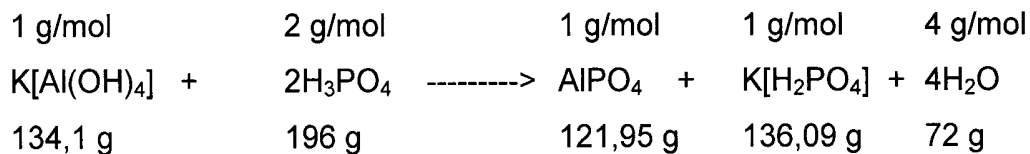
Za 24 hodin vznikne 174,5 kg $Al(OH)_3$ a za celý měsíc je vyrobeno 5,32 tuny $Al(OH)_3$, současně je vyrobeno za 24 hodin 226,2 kg KNO_3 a za celý měsíc je vyrobeno 6,9 tuny KNO_3 .

Příklad 3

-15~ 26.09.14

Stejný příklad jako 1, ale prací kapalina je v neutralizační nádrži 65 neutralizována kyselinou fosforečnou.

Rovnice reakce je následující:



Za 24 hodin vznikne 272,8 kg AlPO_4 a za celý měsíc je vyrobeno 8,32 tuny AlPO_4 , současně je vyrobeno za 24 hodin 304,5 kg $\text{K}[\text{H}_2\text{PO}_4]$ a za celý měsíc je vyrobeno 9,3 tuny $\text{K}[\text{H}_2\text{PO}_4]$.

Průmyslová využitelnost

Způsob recyklace odpadního obalového hliníku na chemické sloučeniny, zejména na síran hlinitý, a zařízení k provádění tohoto způsobu jsou určeny pro druhotné zpracování použitého hliníku, jehož recyklace běžnými způsoby je nerentabilní.

Přehled vztahových značek

1. reaktor
2. kalolis
3. meziřzásobník reakční kapaliny
4. směsná nádrž pro přípravu filtrační směsi
5. křemelinový filtr BF
6. zásobník čistého vodného roztoku síranu hlinitého
7. čerpadlo od č. 58 do č. 30
8. zásobník koncentrovaného roztoku síranu hlinitého
9. nádrž pro ředění síranu na prodejní koncentraci
10. vypouštěcí ventil
11. vypouštěcí ventil
12. čerpadlo
13. čerpadlo
14. čerpadlo
15. čerpadlo
16. čerpadlo
17. zásobník aktivního uhlí
18. čerpadlo
19. směsný ventil pro regulaci teploty v reaktoru
20. plnicí a dávkovací zařízení Al
21. prací nádrž vodíku
22. odlučovací nádrž vody z vodíku
23. chladič vodíku
24. nízkotlaká nádrž vodíku
25. středotlaký kompresor vodíku
26. středotlaký zásobník provozního vodíku
27. spalovací komora vodíku
28. výměník teplého vzduchu
29. cirkulační čerpadlo zpět do č. 21
30. nádrž havarijní, chemické a provozní vody
31. čerpadlo vody z č. 22

-17- 25.09.14

32. chladicí kompresor
33. zařízení pro úpravu vody s iontovým výměníkem
34. zásobník čisté H_2O
35. čerpadlo do č. 36
36. zásobník studené H_2O
37. čerpadlo rozvod studené H_2O
38. čerpadlo od č. 30
39. silo čistého Al
40. betonová vana
41. dopravník
42. drtič
43. dopravník
44. prací nádoba surového Al
45. kladka
46. proplachovací nádrž
47. výměník
48. ventilátor s filtrem vzduchu
49. výměník
50. zásobník teplé vody
51. zásobník prací kapaliny
52. čerpadlo
53. výměník pára / voda
54. vyvíječ páry
55. čerpadlo teplé vody
56. čerpadlo od č. 46
57. vakuumpumpa
58. lapač pachů
59. komín
60. čerpadlo od č. 65
61. zásobní tank 50% KOH
62. zásobní tank 50 % H_2SO_4
63. čerpadlo 50 % KOH
64. čerpadlo 50 % H_2SO_4

65. neutralizační nádoba
66. čerpadlo
67. BF Filtr
68. čerpadlo
69. zásobník čistého roztoku KH_2PO_4
70. čerpadlo
71. redukce vody
72. čerpadlo
73. zásobník síranů
74. čerpadlo
75. čerpadlo do č. 78
76. zásobník relativně čisté vody
77. čerpadlo
78. nádrž na skladování síranu sodného a hlinitého v poměru cca. 30 % : 70 %
hmot.ⁿ
79. čerpadlo
80. vstup do komína
81. čerpadlo
82. dopravník od č. 39 do č. 20
83. dopravník
84. zásobník křemeliny
85. dopravní šnek
86. dopravní šnek
87. zásobník HNO_3 65%
88. zásobník H_3PO_4
89. čerpadlo HNO_3
90. čerpadlo H_3PO_4
91. odparka roztoků solí
92. dopravník solí
93. sklad KNO_3
94. sklad KH_2PO_4
95. vodovodní řad
96. iontový odpad

- 97. vodní okruh
- 98. nákup
- 99. přípravna chemických látek
- 100. odpadní hliník
- 101. vzduch
- 102. přípravna hliníku
- 103. pevné složky
- 104. distribuce
- 105. pára
- 106. plynový okruh
- 107. zařízení pro recyklaci odpadního hliníku
- 108. tepelný okruh

PATENTOVÉ NÁROKY

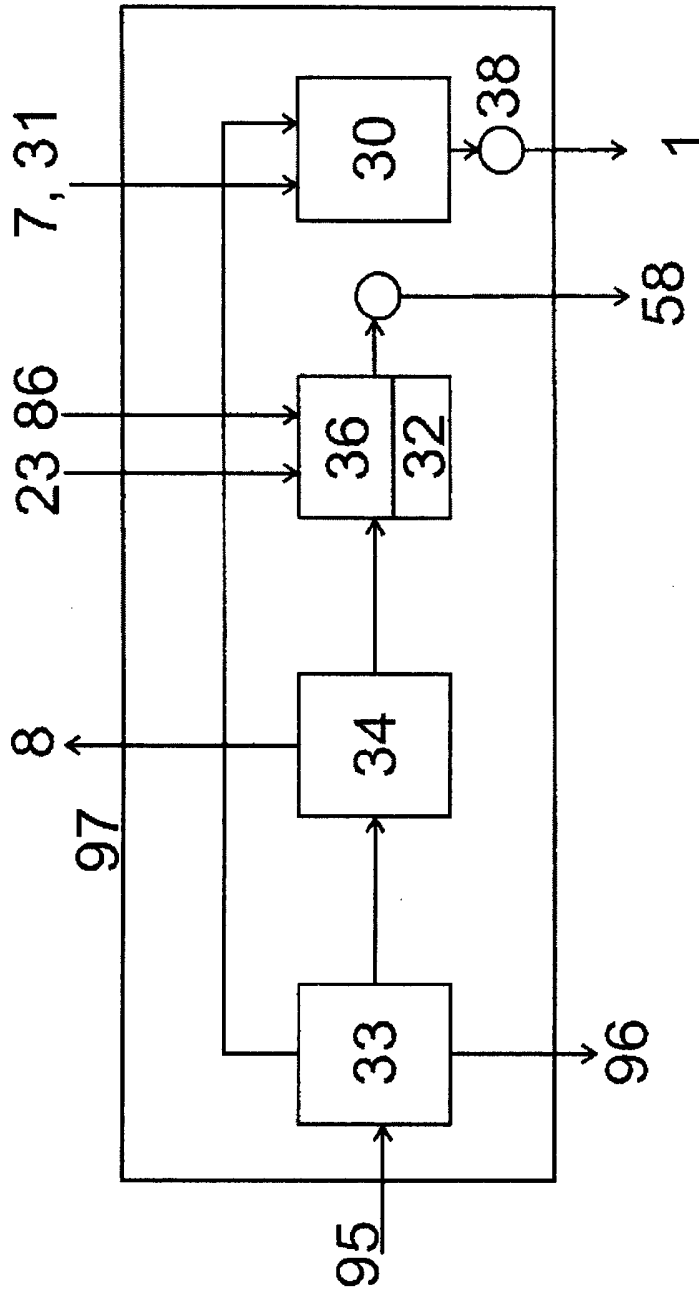
1. Způsob recyklace odpadního hliníku, při kterém^m se odpadní hliník nejprve drtí na částice o velikosti od 1 mm do 10 mm a potom za zvýšené teploty reaguje s kyselinou sírovou za vzniku vodíku a síranu hlinitého, **vyznačující se tím**, že odpadní hliník se po drcení pere v práci kapalině tvořené vodním roztokem louhu o koncentraci v rozmezí od 0,2 % do 15 % hmot^h pro odstranění nečistot a odmaštění odpadního hliníku, poté se opláchne vodou, a následně se použitá prací kapalina obsahující nečistoty a částečně rozpuštěný odpadní hliník neutralizuje neutralizační kyselinou, přičemž vzniká voda obsahující nečistoty a soli neutralizační kyseliny, a nakonec se z vody separují nečistoty a soli neutralizační kyseliny, přičemž ředěný použitý louh je alespoň jeden louh ze skupiny NaOH a KOH a použitá neutralizační kyselina je alespoň jedna kyselina ze skupiny H_2SO_4 , HNO_3 a H_3PO_4 .
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že voda vzniklá neutralizací prací kapaliny se po separování nečistot použije pro oplachování odpadního hliníku nebo pro přípravu prací kapaliny, přičemž po dosažení koncentrace ve vodě obsažených solí neutralizační kyseliny o množství 25 g/l až 50 g/l je 30 % až 50 % celkového objemu vody odčerpáno k separování neutralizačních solí a zbylých 50 % až 70^Y% vody je naředěno čistou vodou do 100 % původního objemu.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že soli neutralizační kyseliny se separují v kapalně, nebo v pevné fázi.
4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že vodík vzniklý z reakce odpadního hliníku a kyseliny sírové je použit k ohřevu chemických látek, odpadního hliníku a vody.
5. Zařízení (107) pro recyklaci odpadního hliníku (100) reakcí hliníku drceného na částice o velikosti od 1 mm do 10 mm s kyselinou sírovou za vzniku vodíku a síranu hlinitého, zahrnuje přípravnu (102) odpadního hliníku pro očištění

odpadního hliníku, pro jeho rozmělnění na malé částice a skladování, dále zahrnuje reaktor (1) pro smíchání odpadního hliníku s kyselinou sírovou, jejich reakci a ohřev, plynový okruh (106) pro rozvod vodíku a odvod pachů, vodní okruh (97) pro distribuci nové nebo zpracování použité vody v zařízení (107), tepelný okruh (108) pro výrobu a distribuci tepla, a přípravnu (99) chemických látek pro přípravu a separování chemických látek, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že součástí přípravny (102) odpadního hliníku je alespoň jedna prací nádrž (44) pro napuštění prací kapalinou, která je uzpůsobená pro neutralizaci použité prací kapaliny, a/nebo alespoň jedna neutralizační nádrž (65) upravená pro zadržení a neutralizaci použité prací kapaliny z prací nádrže (44).

6. Zařízení podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že prací nádrž (44) a neutralizační nádrž (65) tvoří jedno těleso.
7. Zařízení podle nároku 6, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že neutralizační nádrž (65) je přes vodní okruh (97) propojena s přípravnou (102) odpadního hliníku nebo s přípravnou (99) chemických látek.
8. Zařízení podle některého z nároků 5 až 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že reaktor (1) je propojen s plynovým okruhem (106), který je propojen s tepelným okruhem (108), který zahrnuje spalovací komoru (27) pro výrobu tepla.

1/12

PV 2013-749
105

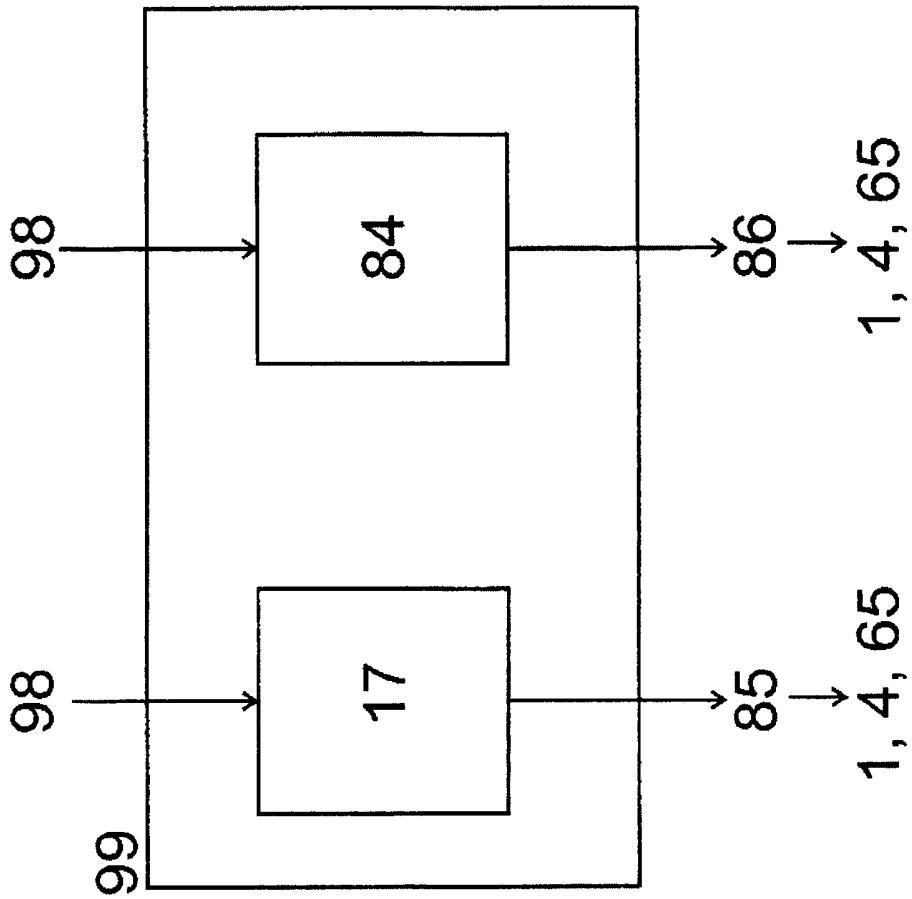


OBR. 1

2/12

DV 2013-749
712

OBR. 2



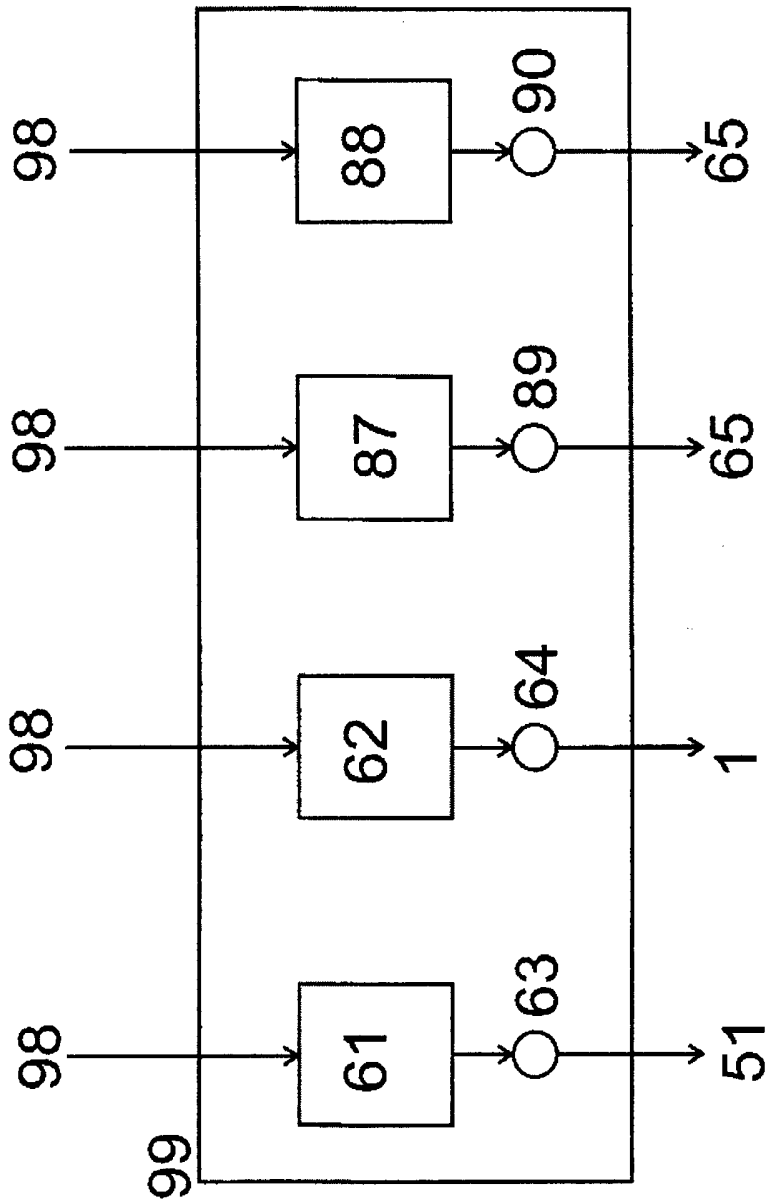
2/12/2013

~~2/12~~

3/12

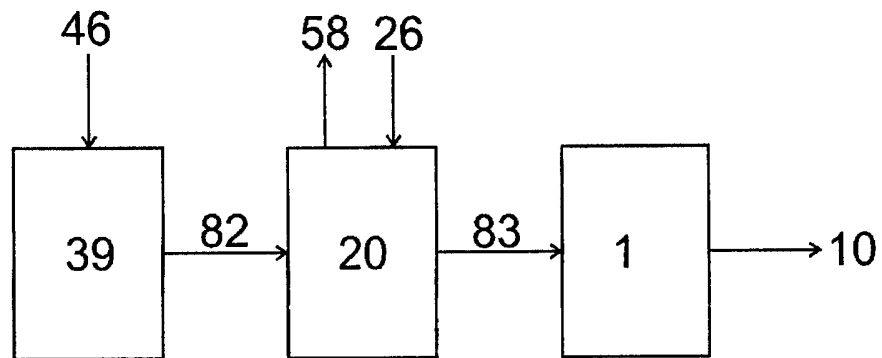
PV 2013-749

OBR. 3



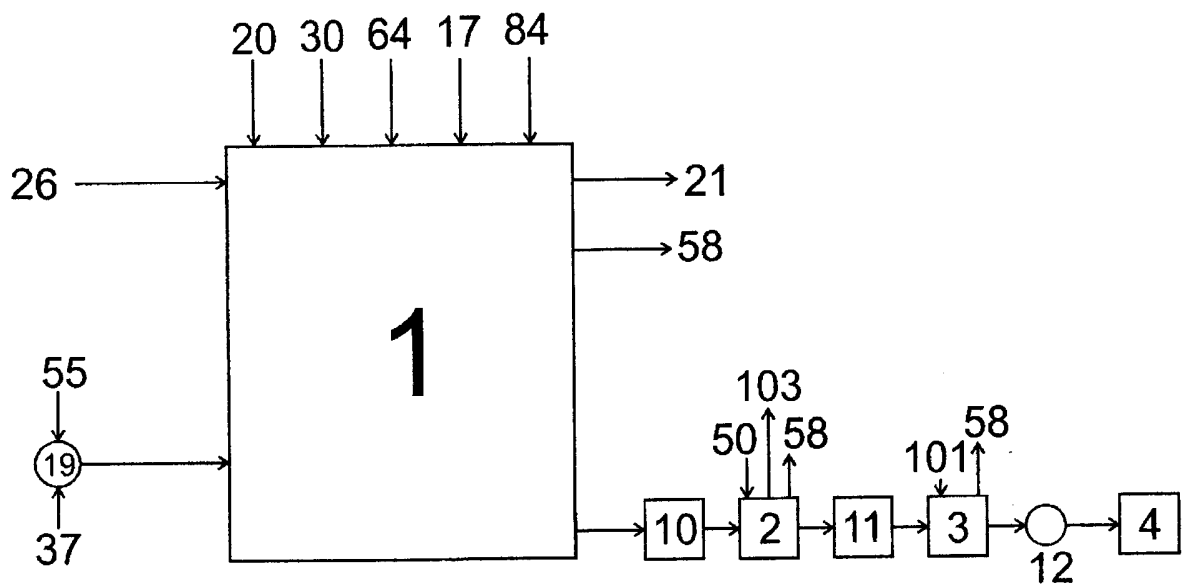
10.09.13

7V 2013-749



OBR. 5

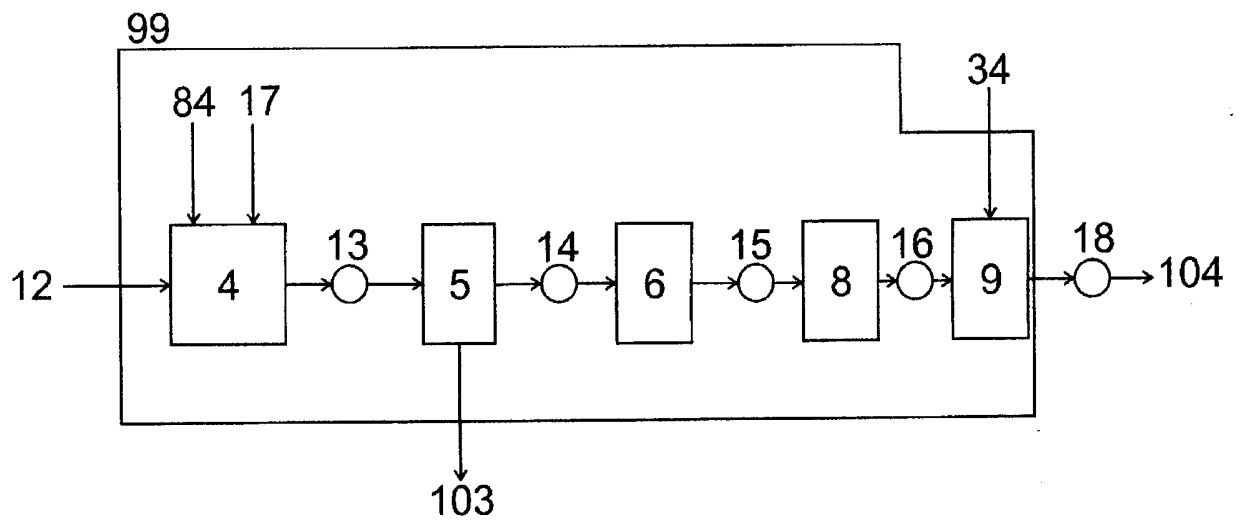
9V 2013-749
TAK



OBR. 6

SECRET

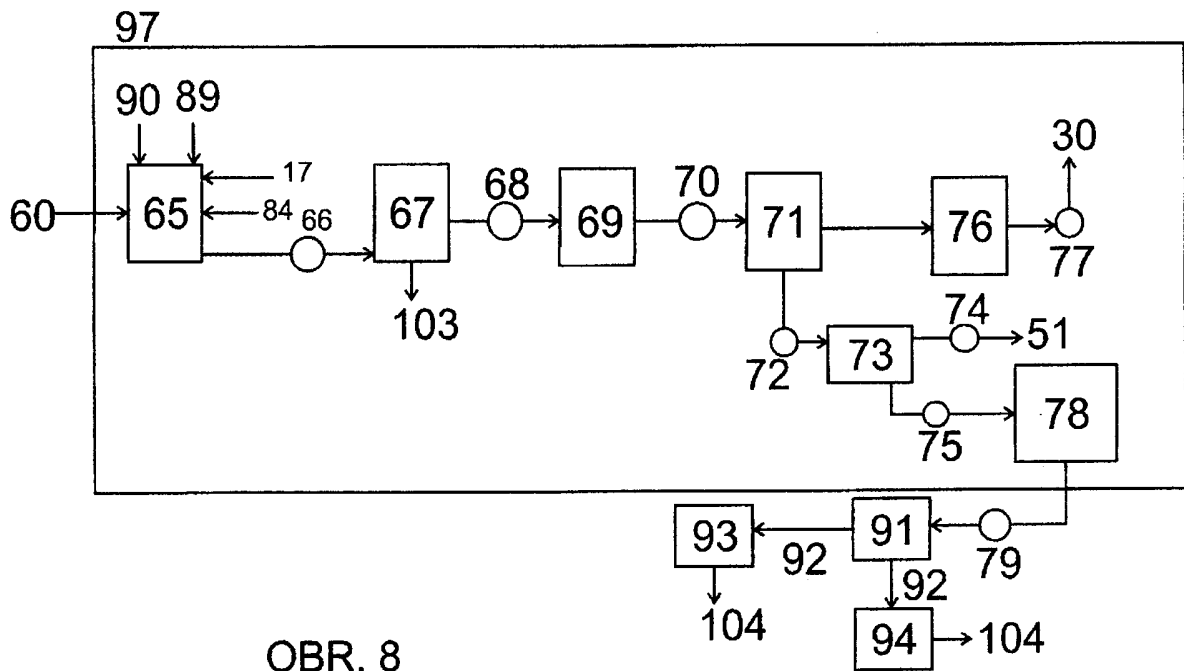
7V 2013-449
712



OBR. 7

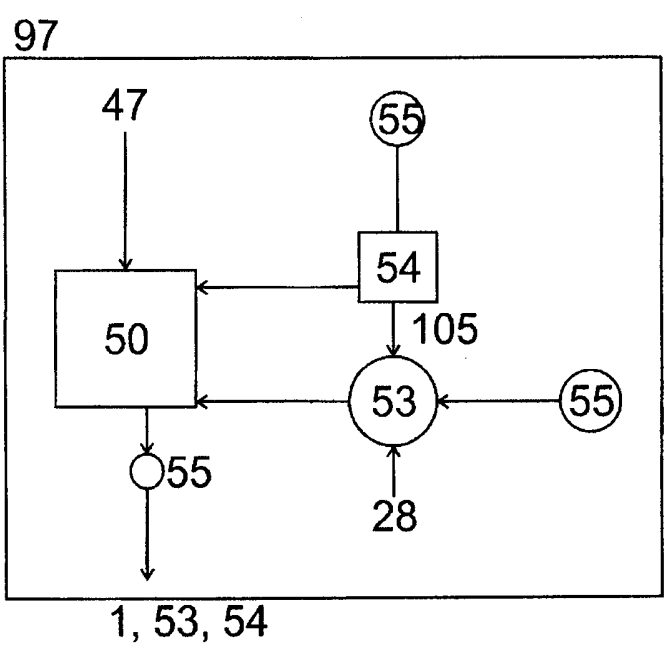
30.09.13

7V 2013-449
718



2013-13

RV 2013-749



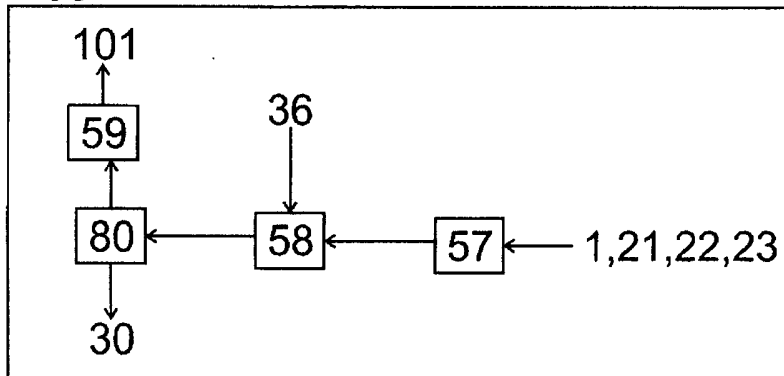
OBR. 9

2013-10-13

71 2013-449

112

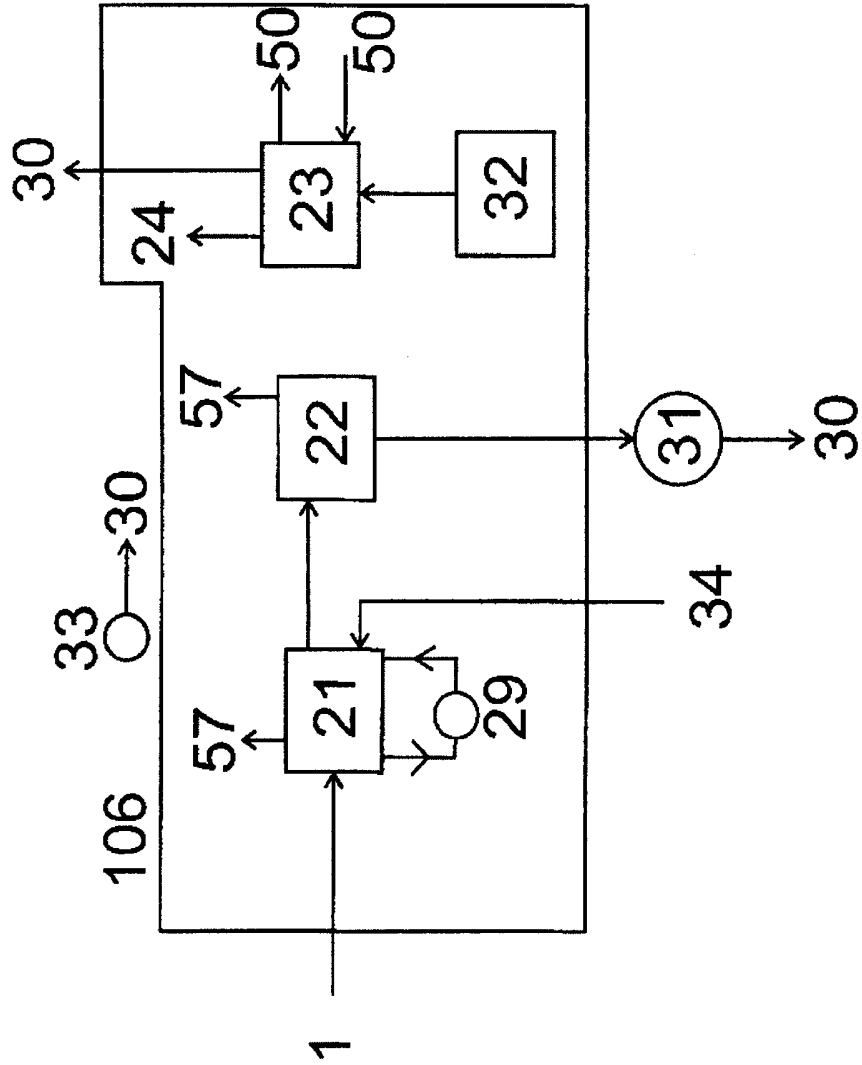
106



OBR. 10

11/12

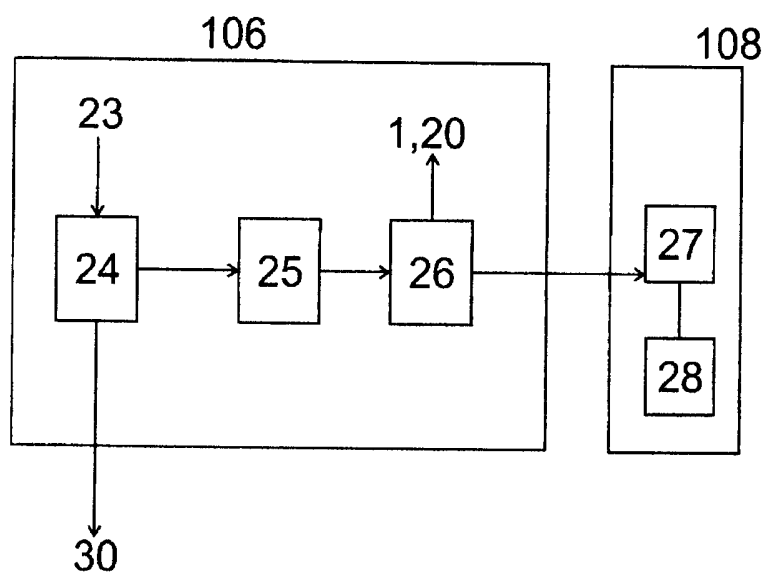
7/2013-449



OBR. 11

2013.13

RV2013-449



OBR. 12