

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

80 880

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 20.01.1969 (P. 131274)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 26.02.1973

Opis patentowy opublikowano: 30.01.1976

MKP C22b 21/02

Int. Cl.² C22B 21/02

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Charles Toth

Uprawniony z patentu: Applied Aluminum Research Corporation,
Louisiana (Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób otrzymywania glinu

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania glinu, zwłaszcza z tróchlorku glinu. W sposobie według wynalazku surowcem wyjściowym jest glina.

W celu wytworzenia czystego glinu stosuje się znany sposób Bayera-Halla. Sposób ten obejmuje zmieszanie boksytu ze stężonym wodorotlenkiem sodowym i gotowanie mieszaniny w ciągu kilku godzin, w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem. Glin zawarty w boksycie rozpuszcza się podczas gotowania i przybiera postać gęstej cieczy, która zostaje zlaną z nad osadu, przefiltrowana, ochłodzona i rozcieńczona. Po długotrwałym, co najmniej 48 godzinnym nieprzerwanym mieszaniu rozcieńczonego roztworu około 50% zawartego w roztworze glinu wytrąca się w postaci wodorotlenku glinu. Ten wodorotlenek glinu wypraża się w temperaturze około 1200°C, a następnie redukuje się go elektrycznie za pomocą elektrod węglowych i stopionego kriolitu.

Sposób ten posiada jednak szereg istotnych wad. Po pierwsze, należy tu stosować boksyt o bardzo małej zawartości krzemu, nie więcej niż 5% ciężaru, bowiem krzem reaguje z glinem i wodorotlenkiem sodowym tworząc osadzający się w postaci twardego kamienia glinokrzemian sodowy, który może spowodować zatkanie aparatury. Po wtóre, w zachodzącym tu procesie występują duże straty glinu i wodorotlenku sodowego, a jednocześnie ilość glinu otrzymuje się z ogromnej ilości cieczy. Ponadto, proces Bayera-Halla wymaga dostarczania bardzo dużych ilości energii, nie tylko ze względu na to, że zachodzi potrzeba zwiększania stężenia rozcieńczonych roztworów przez odparowywanie, lecz również i dlatego, że zachodzi tu bardzo duże zapotrzebowanie na energię elektryczną.

Jeden ze sposobów, powstałych w okresie tych poszukiwań obejmuje chlorowanie gliny w obecności węgla w podwyższonej temperaturze, oczyszczania bezwodnego, przynajmniej suchego chlorku glinu, oraz na drodze redukcji elektrycznej chlorku glinu do czystego glinu i wolnego gazowego chloru. W czasie badania tego procesu pod względem zastosowania go na skalę techniczną wyszły na jaw jego liczne niedogodności, wykluczające możliwość wdrożenia go do produkcji glinu na skalę przemysłową. Wady te dotyczą wytwarzania suchego glinu o bardzo niskiej jakości przy nieznacznym tylko obniżeniu kosztów, ponieważ i w tym procesie występuje bardzo duże zapotrzebowanie na moc elektryczną. W dodatku koszt usuwania żelaza z chlorku glinu okazał się zbyt duży, by metodę tę opłacało się stosować.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu produkcji glinu, który nie ma wad i niedogodności sposobów stosowanych dotychczas. Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że tlenek glinowy poddaje się reakcji z chlorem manganowym w warunkach redukujących i w obecności materiału zawierającego węgiel, takiego, jak na przykład koks, węgiel kamienny, tak, aby otrzymać trójtlenek glinu i mangan, przy czym reakcja w pierwszej strefie reakcyjnej następuje w temperaturze w granicach od około 190°C do 1400°C a następnie w drugiej strefie reakcyjnej trójtlenek glinu w postaci gazowej wprowadza się w kontakt z manganem w postaci ciekłej w temperaturze powyżej temperatury topnienia manganu aż do temperatury 1400°C aby mangan w reakcji z trójtlenkiem glinu zredukował go do glinu, przy czym powstaje chlorek manganawy w postaci gazowej, który następnie oddziela się od glinu.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony na rysunku, który przedstawia schemat obejmujący kolejność jego etapów. Odpowiedni surowiec zawierający glin (przedstawiony na schemacie jako surowa glina) osusza się w grzejniku 10. Wysuszoną glinę miesza się z koksem 14 i wprowadza się do wielkiego pieca 12. Do pieca 12 wprowadza się chlorek manganowy 16 a w celu podtrzymania reakcji wtryskuje się tlen 18. Po zejściu reakcji w piecu 12 wydobywa się z niego trójtlenek glinu 20 i tlenek węgla w postaci gazowej, a pierwiastkowy mangan 22 usuwa się z pieca w postaci ciekłej.

Płynny mangan 26 wprowadza się do reaktora 24. Mieszaninę gazową 28 trójtlenku glinu i tlenku węgla spręża się a trójtlenek glinu kondensuje się jako ciecz lub jako ciało stałe w kondensorze 30, natomiast tlenek węgla 32 w postaci gazowej zostaje usunięty. Trójtlenek glinu 36 w postaci ciekłej lub stałej doprowadza się do grzejnika 34, gdzie przechodzi on w postać gazową. Otrzymany gazowy trójtlenek glinu 38 wprowadza się następnie do reaktora 24. Gazowy trójtlenek glinu przechodzi w postaci pęcherzyków przez płynny mangan w reaktorze 24, przy czym w reaktorze tym panują warunki sprzyjające redukcji w celu przeprowadzenia możliwie jak największej ilości glinu zawartego w trójtlenku glinu w pierwiastkowy glin. Podczas przeprowadzania redukcji w reaktorze 24 w odpowiednio wysokiej temperaturze, chlorek manganawy 40 usuwa się w postaci gazowej, a glin 42 w postaci ciekłej. Następnie chlorek manganawy kondensuje się w kondensorze 44 i wprowadza się go ponownie w postaci cieczy 16 o odpowiedniej temperaturze do pieca 12.

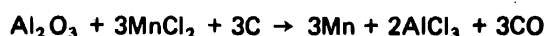
Jakkolwiek surowiec zawierający glin przedstawiono na rysunku jako surową glinę, to jednak w procesie stosować można każdy materiał zawierający glin, tym niemniej najkorzystniej jest stosować w ogólności glinko-krzemiany a szczególnie surową glinę, glinę łupkową lub boksyt. W dalszym ciągu materiał zawierający glin oznaczany będzie jako glina.

Ponieważ obecność jakiegokolwiek znaczniejszej ilości wilgoci w wielkim piecu 12 jest niepożądana, glinę osusza się w grzejniku 10a, aż do uzyskania odpowiednio małej zawartości wilgoci, najlepiej gdy wagowa zawartość wody wynosi mniej niż 0,1%. Czas pozostania w grzejniku oraz temperatura grzejnika powinny zmieniać się w zależności od rodzaju używanego surowca. Dla typowego surowca temperatura grzejnika wynosi 200–1200°C, przy czym osuszanie prowadzi się aż do osiągnięcia pożądanego poziomu zawartości wody. Najlepiej używać glinę w kształcie bryłek o średnicy około 12,7 mm do 152,4 mm.

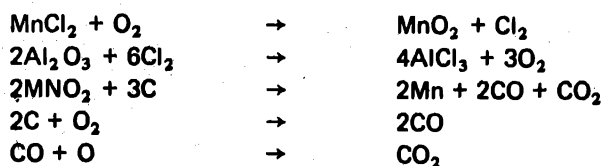
Przed wprowadzeniem gliny do wielkiego pieca 12 miesza się ją z koksem lub z innym materiałem zawierającym węgiel w zasadzie bezwodnorodny, to jest węglem drzewnym i tym podobny do czasu aż mieszanina stanie się w przybliżeniu jednorodną. Powinno się przy tym stosować węgiel w postaci bryłek podobnych co do wielkości do użytych bryłek gliny. Termin — materiał zawierający węgiel w zasadzie bezwodnorodny — używany w opisie i zastrzeżeniach patentowych oznacza materiały o zawartości objętościowej wodoru nie większej niż rzędu 5%. Najkorzystniej jest, gdy zawartość wodoru w materiale zawierającym węgiel nie przekracza 1%. Koks pełni rolę nie tylko podstawowego źródła energii w piecu 12, lecz służy również do redukowania związków glinu i manganu. Mieszaninę gliny i koksu wprowadza się do wielkiego pieca 12, aż do prawie zupełnego wypełnienia go.

Konstrukcja wielkiego pieca 12 nie odbiega w zasadzie od typowych pieców stosowanych w tego rodzaju procesach. Z tego względu konstrukcja pieca 12 nie stanowi przedmiotu niniejszego wynalazku i stosować tu można każdy typowy wielki piec, w którym panują warunki odpowiednie do zajścia poniższej reakcji.

W piecu 12 zachodzi następująca ogólna reakcja:



Tak przedstawiona ogólna reakcja obejmuje w istocie szereg subreakcji, z których kilka zestawić można w następujący sposób:



W celu przeprowadzenia glinu w trójtłorek glinu a chlorku manganu w mangan pierwiastkowy zgodnie z czterema powyższymi równaniami, zachodzącą w piecu 12 reakcję przeprowadza się w temperaturze około 190°C przy wierzchołku pieca, a około 1400°C na jego dnie. W celu utrzymania odpowiedniej temperatury stosuje się ilość koksu przewyższającą jego ilość potrzebną stechiometrycznie do zajścia reakcji. Przy tym używa się koksu w ilości wagowej przewyższającej o około 5–50% jego ilość konieczną do zajścia reakcji. Tlen ogrzewa się do temperatury około 200–1000°C, najkorzystniej do temperatury około 900°C, w ilości potrzebnej do palenia się i utrzymania temperatury wymaganej do zajścia czterech powyższych reakcji. Ilość ta zmienia się oczywiście w zależności od typu pieca, a wybór właściwej szybkości przepływu tlenu nie naraża specjalistom wykwalifikowanym w obsłudze wielkich pieców większych trudności.

Chlorek manganawy wprowadzać można do pieca 12 w ilości stechiometrycznej w dowolnej formie, a to w postaci gazu, cieczy lub ciała stałego. W wypadku wprowadzania chlorku manganawego w postaci gazu, można go dostarczać do pieca 12 w stanie gazowym 40, w jakim opuszcza on reaktor 24. Jednakże na ogół korzystniej jest kondensować chlorek manganawy opuszczający reaktor 24 i dostarczać go do pieca 12 w postaci płynnej. Temperatura chlorku manganawego w momencie wprowadzania go do pieca 12 wynosi około 650–1190°C. Ilość gliny wprowadzanej do pieca 12 powinna nieco przewyższać stechiometryczną ilość potrzebną do przeprowadzenia wymienionych wyżej reakcji, tak aby mógł się wytworzyć w piecu odpowiedni żużel. Stosuje się tyle gliny aby wytworzyć co najmniej 15% nadmiar wagowy ponad stechiometryczną jej ilość, potrzebną do zajścia wymienionych reakcji.

W czasie przeprowadzania reakcji w piecu 12 należy zapobiegać przedostawaniu się do wnętrza układu zarówno wodoru jak i wody. Wodór bowiem zmierzałby do połączenia się w piecu z tlenem i wytworzenia wody która łącząc się z trójtłorkiem glinu dawałaby tlenek glinowy i kwas chlorowodorowy. Jest zaś wysoce niepożądane, aby zwłaszcza ten ostatni znalazł się wewnątrz układu. Oczywiście jest że obecność wody daje takie same niepożądane skutki. Piec 12 pracuje na ciągłej bazie mieszaniny koksu i gliny a chlorek manganu i tlen dodaje się okresowo w miarę potrzeby. W regularnych odstępach czasu, gdy ilość pierwiastkowego manganu osiąga ilość nadającą się do spustu, spuszcza się stopiony mangan 26 z bazy pieca i doprowadza się go do reaktora 24, jak wyżej opisano.

Trójtłorek glinu i gazowy tlenek węgla, które opuszczają piec 12 rozdziela się za pomocą kompresji i kondensacji. Poddanie mieszaniny gazowej ciśnieniu około 0,14–1,05 MN/m² w kompresorze 28 zezwala na oddzielenie w kondensorze 30 trójtłorku glinu w postaci ciekłej od tlenku węgla, który zostaje usunięty w postaci gazowej. W celu osiągnięcia lepszych wyników, w kondensorze 30 chłodzi się mieszaninę do takiej temperatury, w której przechodzi ona w stan ciekły. W razie potrzeby można oziębiać nadal trójtłorek glinu, aż do przeprowadzenia go w ciało stałe, nie jest to jednak ekonomiczne ze względu na jego dalszą obróbkę. Korzystniejsze jest tu chłodzenie go jedynie do temperatury zezwalającej na przeprowadzenie go w stan ciekły.

O ile wymagane jest ściślejsze zetknięcie trójtłorku glinu z ciekłym manganem w reaktorze 24, to podgrzewa się ciekły trójtłorek glinu 34 i odparowuje się go do temperatury co najmniej 900–1300°C. W wyniku tego gazowy trójtłorek glinu przechodzi w postaci pęcherzyków przez ciekły mangan w reaktorze 24, jak to widać na rysunku. Stosunek wagowy trójtłorku glinu do umieszczonego w reaktorze 24 manganu jest rzędu 1,65 do 1.

W najlepszym praktycznym zastosowaniu wynalazku stopiony mangan spuszcza się z pieca 12 i załadowywany do reaktora 24 jest w zasadzie zupełnie czysty. Zanieczyszczenia jego nie dochodzą do 10%. Okazuje się jednak, że proces ten można również stosować, choć z mniejszą przemysłową wydajnością, również i w wypadku, gdy mangan, którym wypełnia się reaktor 24, stanowi jedynie część zawierającej mangan substancji przeznaczonej do przereagowania z trójtłorkiem glinu.

Ponieważ głównym zadaniem reakcji zachodzącej w reaktorze 24 jest przeprowadzenie trójtłorku glinu w glin pierwiastkowy, a nie jedynie chlorowanie manganu, zatem praktyczne jest stosowanie materiału o małej zawartości manganu. Dolna granica wagowej zawartości manganu wynosi 5% a najkorzystniej jest, gdy masa reaktorowa zawiera 50% manganu.

Stosowany w opisie i zastrzeżeniach patentowych termin – więcej niż najmniejsze ilości – substancji utworzono, aby oznaczać co najmniej około 5% zawartości wagowej danej substancji, w materiale w skład którego ona wchodzi.

Ogólną reakcję zachodzącą w reaktorze 24 można przedstawić następująco:



Jak widać chlorek manganawy unosi się w postaci gazowej podczas gdy glin pierwiastkowy zostaje spuszcza w postaci ciekłej. W celu doprowadzenia do takiego wyniku reaktor 24 powinien pracować w temperaturze

powyżej około 1190°C – jest to w przybliżeniu temperatura wrzenia chlorku manganawego. Przy zastosowaniu takiej metody jest zwykle najdogodniej kondensować chlorek manganawy 44 do postaci płynnej i doprowadzać go ponownie do pieca 12. Reaktor 24 może również pracować w temperaturze niższej od około 1190°C , to jest w takiej temperaturze, w której chlorek manganawy pozostaje cieczą. W temperaturze tej glin pozostaje również w stanie ciekłym. Ponieważ jednak gęstość chlorku manganawego jest większa niż gęstość ciekłego glinu, chlorek manganawy osiada na dnie reaktora, a glin można łatwo zlać ponad jego warstwy. Okazuje się jednak, że jest o wiele wygodniej, jeśli reaktor pracuje w temperaturze powyżej 1190°C , wtedy bowiem chlorek manganawy w postaci gazowej może być łatwo usuwany przy wierzchołku reaktora 24.

Jeśli chlorek manganawy opuszcza reaktor 24 w postaci gazowej, górna granica temperatury reakcji zachodzącej w reaktorze 24 jest w praktyce podyktowana względami ekonomicznymi. Nie powinna ona jednakże przekraczać temperatury około 1900°C , bo tyle właśnie wynosi temperatura wrzenia manganu. W najlepszej praktycznej realizacji niniejszego wynalazku temperatura panująca w reaktorze 24 zawarta jest pomiędzy 1260°C i około 1400°C . Pierwsza z tych temperatur wyższa jest od temperatury topnienia chlorku manganawego i temperatury topnienia glinu (około 660°C). Reakcję przeprowadzić można również używając manganu w stanie stałym w postaci ziaren. Doprowadza się wtedy do zetknięcia trójdychloru glinu z ziarnami manganu w temperaturze niższej niż około 1260°C . Reakcja ta zachodzić jednak winna zawsze w temperaturze co najmniej wyższej od około 900°C , najlepiej w temperaturze wyższej od 1000°C . W temperaturze 900°C rozpoczyna się bowiem redukcja trójdychloru glinu. Ciekły glin usuwany z reaktora 24 ma bardzo wysoką jakość i może być odlewany do wlewków, a następnie przeznaczony do dalszego użytkowania.

Reaktor 24 może mieć kształt wielkiego tygła lub kolumny odpornej na warunki zachodzącej wewnątrz reakcji. Można tu stosować dowolne materiały ogniotrwałe. Szczegóły konstrukcji reaktora 24 nie stanowią przedmiotu wynalazku. Ponieważ okazuje się, że kolumna 24 pracuje kolejno nad poszczególnymi partiami dostarczanych jej materiałów, a piec 12 pracuje ciągle, zatem do każdego pieca można stosować więcej niż jeden reaktor 24. Liczba reaktorów 24 obsługujących każdy piec 12 zależy od rodzaju i rozmiaru pieca 12. Reakcja w reaktorze 24 zachodzi do czasu, gdy mangan i chlorek glinu przestaną reagować, można to łatwo ustalić, wtedy bowiem gazowy chlorek manganawy 40 uchodzący z wierzchołka reaktora 24 przestaje kondensować, a zamiast niego pojawia się trójdychlorek glinu w postaci ciężkiej, gęstej białej chmury. Reakcję można wtedy przerwać, a otrzymane produkty usunąć z reaktora 24.

Mangan, używany do zredukowania trójdychloru glinu do glinu pierwiastkowego, przechodzi w reakcji w chlorek manganawy, który można łatwo doprowadzić ponownie do pierwszego etapu omawianego procesu. W tym pierwszym etapie chlor zawarty w chlorku manganawym służy do wytworzenia potrzebnego trójdychloru glinu, który użyty jest w drugim etapie procesu. Równocześnie otrzymuje się w pierwszym etapie pierwiastkowy mangan używany następnie w drugim stadium procesu do redukcji trójdychloru glinu. W wyniku tego, wydajność procesu jest bardzo wysoka, a ponieważ nie jest tu potrzebne zużywanie kosztownej mocy elektrycznej, jak to ma miejsce w stosowanym powszechnie procesie Bayera-Halla, koszty produkcji glinu o wysokiej jakości są wydatnie zmniejszone, a sposób produkcji jest bardzo prosty.

Aby mógł zająć proces według niniejszego wynalazku, mangan musi mieć zdolność zredukowania trójdychloru glinu do glinu pierwiastkowego, a równocześnie musi być sam zredukowany przez węgiel z postaci chlorku do pierwiastkowego manganu. Z uwagi na powszechnie obowiązujący pogląd, że aby jakiś pierwiastek mógł zredukować związek zawierający drugi pierwiastek, winien on być bardziej elektroujemny niż ten ostatni. Mangan nie może zredukować trójdychloru glinu do pierwiastkowego glinu, bo jest on bardziej elektrododatni niż glin. Mangan spełnia rolę reduktora w stosunku do trójdychloru glinu, a ze względu na swój niski koszt i łatwą dostępność oraz na fakt, że jego chlorek może być zredukowany przez węgiel, jest on doskonałym środkiem nadającym się do spełnienia zamierzeń niniejszego wynalazku.

W temperaturze panującej w reaktorze 24 trójdychlorek glinu dysocjuje w następujący sposób:



Ponieważ mangan w temperaturze panującej w reaktorze 24 tworzy trwały związek z chlorem (MnCl_2), który reaguje z wolnym chlorem otrzymanym w wyniku powyższej dysocjacji, zatem panująca równowaga reakcji ulega przesunięciu w kierunku wytwarzania AlCl . W tej temperaturze AlCl jest nietrwały i reaguje z manganem w następujący sposób:



Sposób według wynalazku stanowi zamknięty dwuetapowy proces, przy czym dostarcza się chlorek manganawy z drugiego do pierwszego etapu reakcji. Należy tu zaznaczyć, że niniejszy wynalazek obejmuje równo-

częście zastosowanie manganu do redukcji chlorku glinu w celu otrzymania glinu pierwiastkowego z bardzo dużą wydajnością. Tak więc wynalazek obejmuje również opracowania sposobu wytwarzania glinu przez redukcję trójtlenku glinu w opisany niżej sposób. W celu wykorzystania tej cechy wynalazku można, nie korzystając z całego cyklicznego procesu, który dostarcza maksimum korzyści, zastosować posiadane źródło trójtlenku glinu, w celu niezależnego przeprowadzenia reakcji z manganem, w omówionych wyżej warunkach panujących w reaktorze 24. Ta cecha wynalazku jest szczegółowo objaśniona w podanym niżej przykładzie

P r z y k ł a d. Białą kampegową glinę z Jukatanu w Meksyku ładuje się do obrotowej suszarki o długości 45,72 m, zewnętrznej średnicy na wyjściu 2,44 m a na wejściu 1,52 m. Skład wagowy osuszonej gliny stanowiącej surowiec jest następujący:

składnik	% wagowo
Al_2O_3	72,0
SiO_2	20,0
CaO	3,0
Fe_2O_3	2,0
MgO	2,0
mieszanina innych materiałów (MnO_2 ; TiO_2 , CuO , V_2O_5 ; itp)	1,0

Gлина ta, zaraz po wydobyciu, ma następujący procentowy skład wagowy:

składnik	% wagowo
tlenki nieorganiczne	72,0
wolna woda	20,0
woda krystaliczna i węglany	8,0

Temperatura w suszarce wynosi w przybliżeniu 860°C na wyjściu gliny, a około 120°C na wejściu. Czas przebywania gliny w suszarce wynosi około 4 godziny tak, że końcowa zawartość wagowa wilgoci (tak wolnej wody jak i wody krystalicznej) w wyprażonej glinie jest mniejsza niż ca 0,1%.

Wyprażoną glinę miesza się jednorodnie z koksem w stosunku wagowym koksu do gliny 1,4 do 1. Wielkość bryłek gliny podczas mieszania jej z koksem jest następująca:

średnica w mm	% wagowo
50,8—101,6	80
25,4— 50,8	10
12,7— 25,4	5
poniżej 12,7	5

Używa się tu zwyczajnego przemysłowego koksu, którego około 85% stanowią bryłki o rozmiarach wahających się od około 50,8 do 101,4 mm. Maksymalna wagowa zawartość wodoru w koksie wynosi mniej niż 0,01%. Koks miesza się jednorodnie z gliną w stosunku wagowym koksu do gliny 1,4 do 1 i ładuje się do wielkiego pieca tak, by wypełniał on około 85—90% objętości pieca. Jako wielkie piece takie jakich używa się obecnie w przemyśle stalowym z następującymi niewielkimi modyfikacjami, a mianowicie: rozmiar przewodu spalinowego jest o około jedną piątą większy niż w używanych w przemyśle stalowym wielkich piecach, w celu zapewnienia pomieszczenia dla dodatkowej ilości gazu, którą stanowi trójtlenek glinu wytworzony wewnątrz pieca.

Piec zaopatrzony jest w urządzenie umożliwiające wprowadzenie ciekłego chlorku manganowego w punkcie położonym w pobliżu wierzchołka pieca, w celu zapewnienia dobrego rozproszenia się chlorku manganowego nad mieszaniną koksu z gliną. Osiąga się to stosując dyszę natryskową. Podczas całego przebiegu procesu wielki piec pozostaje wypełniony w przybliżeniu w 85—90%.

Tlen wprowadzany do wielkiego pieca jest wolny od wodoru i w zasadzie pozbawiony wilgoci. Zawiera on wagowo co najmniej 90% tlenu, a przed wprowadzeniem do wielkiego pieca ogrzewa się go do temperatury około 900°C . Tlen wprowadza się do wielkiego pieca w miejscu znajdującym się o około 1,22 m ponad poziomem płynnego manganu. Przepływ tlenu wynosi w przybliżeniu 0,64 kg tlenu na 0,45 kg gliny.

Chlorek manganawy wprowadza się do pieca w stosunku wagowym chlorku manganowego gliny wynoszącym w przybliżeniu 1,15 : 1. Temperatura wprowadzanego chlorku manganowego wynosi około 1200°C .

Wielki piec pracuje ciągle, w sposób typowy dla pracy zwyczajnych wielkich pieców. Spuszcza się go okresowo w celu usunięcia z bazy pieca stopionego manganu, a trójtlenek glinu i inne gazy resztkowe wychodzą przez górny koniec przewodu spalinowego. Piec pracuje w przybliżeniu przez 48 godzin, licząc od momentu wprowadzenia do niego porcji chlorku manganowego, do momentu opuszczenia stopionego manganu, powstałego z tego chlorku.

Opuszczające piec przez przewód spalinowy gazy resztkowe mają temperaturę około 190°C i wytwarzane są w ilości około $0,06\text{ m}^3/\text{kg}$ gliny. Objętościowy skład tych gazów jest w przybliżeniu następujący: 7% tróchlorku glinu, 70% tlenku węgla, 10% dwutlenku węgla, 10% azotu, 3% mieszaniny innych gazów. Te gazy resztkowe spręża się do ciśnienia około 550 KN/m^2 i kondensuje w temperaturze 194°C do skroplenia tróchlorku glinu, co umożliwia oddzielenie go od pozostałych składników gazu. Otrzymany w wyniku skroplenia ciekły tróchlorok glinu odparowuje się do postaci gazowej i ogrzewa do około 1200°C .

Reaktor, w którym zachodzi redukcja tróchlorku glinu wypełnia się stopionym manganem, który w momencie opuszczania wielkiego pieca ma temperaturę 1400°C a w momencie wpompowania do reaktora temperaturę 1340°C . Gazowy tróchlorok glinu zostaje w reaktorze przepuszczony w postaci pęcherzyków przez warstwę stopionego manganu. Reaktor, w którym zachodzi redukcja tróchlorku glinu ma kształt tygla o wysokości 6,1 m. Jest on wyłożony odpowiednim materiałem ogniotrwałym i jego wewnętrzna średnica wynosi około 1,2 m. Reaktor ładuje się w przybliżeniu $3,4\text{ m}^3$ stopionego manganu a gazowy tróchlorok glinu przepuszcza się w postaci pęcherzyków przez ten stopiony mangan w ilości $1,75\text{ m}^3/\text{s}$ przy ciśnieniu 550 KN/m^2 , w temperaturze na wejściu około 1200°C .

Podczas swej wędrówki w postaci pęcherzyków przez stopiony mangan gazowy tróchlorok glinu reaguje z manganem tworząc gazowy chlorek manganawy, który uchodzi przez wierzchołek reaktora. Czas przechodzenia gazowego tróchlorku glinu w postaci pęcherzyków przez płynny mangan wynosi w przybliżeniu 8 godzin, dla wyżej wymienionej szybkości przepływu. W ciągu ostatnich godzin tego 8-godzinnego okresu prędkość przepływu, malejąca stopniowo przez cały czas, jest już blisko 0,

Gaz wydobywający się z wierzchołka reaktora w ciągu pierwszych 8 godzin zawiera prawie 100% chloru manganawego i ma temperaturę przewyższającą nieco 1200°C . Na koniec względnie niedługo przed zakończeniem reakcji, gdy tylko śladowe ilości manganu znajdują się w reaktorze, wydobywający się gazowy chlorek manganawy jest bardzo silnie rozcieńczony przez jednoclorok glinu i tróchlorok glinu. Ten ostatni obserwować można w postaci gęstej białej chmury. W celu zapobieżenia zanieczyszczeniu chloru manganawego tymi gazami, zawierającymi jednoclorok i tróchlorok glinu, w chwili wykrycia gęstej białej chmury, skierowuje się uchodzące gazy do bazy innego reaktora, w którym jeszcze znajduje się mangan. Gazy te są tu użyte jako część tróchlorku glinu stanowiącego materiał wsadowy. Duża objętość gazowego chloru manganawego (około $0,21\text{ m}^3$ na $0,03\text{ m}^3$ tróchlorku glinu) zostaje następnie skondensowana w temperaturze około 1200°C do znacznie mniejszej objętości. Następnie zostaje ona skierowana ponownie do wielkiego pieca.

Po całkowitym zajściu reakcji w reaktorze, ciekły glin zostaje spuszczone z dna reaktora i uformowany we wlewkach do dalszego użytku. Wagowa wydajność glinu otrzymywanego z tróchlorku glinu wynosi około 98%.

Sposób według niniejszego wynalazku jest prostym i ekonomicznym sposobem produkcji pierwiastkowego glinu. Konieczność używania wielkiej ilości mocy elektrycznej jest tu całkowicie wyeliminowana, ponieważ głównym źródłem energii jest koks lub inny materiał węglowy używany w piecu 12. Nadto zarówno wymagania energetyczne jak i dotyczące obsługi, a związane z użyciem wielkich ilości cieczy i innych materiałów są znacznie mniejsze. Poza tym, w przeciwieństwie do takich sposobów, jak proces Bayera-Halla, który pociąga za sobą nieuniknioną utratę wszystkich występujących w małych ilościach składników surowca, które składają się na przykład: Fe, Ti, V, U, Co. Jest to możliwe ze względu na to, że operuje się tu wielkimi ilościami materiałów. Sposób według niniejszego wynalazku eliminuje problemy, jakie stwarza nadmiar krzemu występujący w surowcu zawierającym glin, gdyż chlorowanie gliny zachodzi w stosunkowo niskiej temperaturze (poniżej 1200°C), tak że chlorowanie krzemu nie ma większego znaczenia.

Wynalazek może znaleźć zastosowanie i w innych poszczególnych przypadkach nie odbiegając od jego znamiennych cech. Z tego względu przedstawiony tu przykład ma pod każdym względem jedynie objaśniające znaczenie i nie wyczerpuje ani celu wynalazku ani jego cech znamiennych, zamieszczonych w zastrzeżeniach patentowych. Zastrzeżenia te obejmują również wszelkie przykłady rozwiązań niniejszego wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania glinu z tróchlorku glinu, z n a m i e n n y t y m, że tlenek glinowy poddaje się reakcji z chlorem manganawym w warunkach redukujących i w obecności koksu, węgla kamiennego lub węgla drzewnego tak, aby otrzymać tróchlorok glinu i mangan, przy czym reakcja następuje w pierwszej strefie reakcyjnej (12) w temperaturze w granicach od około 190°C do 1400°C , po czym w drugiej strefie reakcji (24) tróchlorok glinu w postaci gazowej wprowadza się w kontakt z manganem w postaci ciekłej w temperaturze powyżej temperatury topnienia manganu aż do temperatury 1400°C tak, że mangan w reakcji z tróchlorkiem

glinu redukuje go do glinu, przy czym powstaje chlorek manganawy w postaci gazowej, po czym chlorek manganawy w postaci gazowej oddziela się od glinu.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że trójdychlorek glinu poddaje się reakcji z manganem w sektorze reaktora (24) w temperaturze wystarczającej do zredukowania w tej strefie trójdychloru glinu do ciekłego glinu, przy czym mangan znajduje się w masie reakcyjnej w ilości większej niż wynosiła jego najmniejsza ilość w chwili, kiedy trójdychlorek glinu po raz pierwszy wchodził w kontakt z manganem na początku tej reakcji.

3. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że mangan znajduje się w masie co najmniej w ilości 50% wagowych ilości manganu w momencie, gdy trójdychlorek glinu po raz pierwszy wchodził w reakcję z manganem na początku tej reakcji.

4. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że mangan występuje w masie reakcyjnej w ilości wagowej nie mniejszej niż 5%, co najmniej w momencie, gdy trójdychlorek glinu po raz pierwszy wszedł w reakcję z manganem na początku tej reakcji.

5. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że jako jeden z produktów reakcji otrzymuje się chlorek manganawy, który utrzymuje się w temperaturze poniżej jego temperatury wrzenia, a powyżej jego temperatury topnienia, przy czym chlorek manganawy tworzy płynną warstwę, którą następnie oddziela się od glinu.

6. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że jako jeden z produktów reakcji otrzymuje się chlorek manganawy w temperaturze powyżej punktu wrzenia chlorku manganawego, po czym chlorek manganawy oddziela się od glinu w postaci gazu.

7. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że podczas redukcji trójdychloru glinu otrzymuje się chlorek manganawy, który zawraca się dodatkowo do obiegu z tlenkiem glinu powstałym w czasie redukcji.

8. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że podczas redukcji trójdychloru glinu otrzymuje się chlorek manganawy a temperaturę reakcji redukcji chlorku glinu utrzymuje się powyżej temperatury wrzenia chlorku manganawego, po czym oddziela się go od glinu w postaci gazu.

9. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że chlorek manganawy otrzymuje się podczas redukcji glinu, przy czym utrzymuje się temperaturę reakcji redukcji trójdychloru glinu poniżej temperatury wrzenia, a powyżej temperatury topnienia chlorku manganawego, a chlorek manganawy w postaci ciekłej warstwy oddziela się od glinu.

10. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że tlenek glinowy stosuje się pod postacią krzemianu glinowego.

11. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że redukcję chlorku glinowego przeprowadza się w temperaturze wyższej od temperatury topnienia manganu.

12. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że stosuje się temperaturę reakcji redukcji chlorku glinu wynoszącą co najmniej 900°C.

13. Sposób według zastrz. 6, z n a m i e n n y t y m, że trójdychlorek glinu poddaje się reakcji z manganem w temperaturze wystarczającej do zredukowania trójdychloru glinowego do ciekłego glinu.

