



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 31.12.76 (P. 194908)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 03.07.78

Opis patentowy opublikowano: 25.03.1982

Int. Cl.² B01J 1/00

Twórca wynalazku: László Csernavölgyi

Uprawniony z patentu: Energiagazdálkodási Intézet, Budapeszt (Węgry)

Sposób oddzielania metali oraz urządzenie do oddzielania metali

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób oddzielania metali oraz urządzenie do oddzielania metali.

Znane są sposoby oddzielania metali w których surowiec zawierający metale jest poddawany odparowywaniu i powstałe pary metali po skondensowaniu w temperaturze topnienia są zbierane w zbiornikach. Do odparowywania surowca stosuje się między innymi technikę plazmy. Duża gęstość energii oraz czystość wiązki plazmy pozwala na zastosowanie ekonomicznych metod hutnictwa metali, a zwłaszcza cennych i zazwyczaj trudno top-
liwych metali i ich stopów.

Znany między innymi z opisu patentowego Wielkiej Brytanii nr 1 383 380 sposób oddzielania metali polega na sproszkowaniu materiału, wprowadzeniu materiału wraz z gazem do generatora plazmy, wytworzeniu wiązki plazmy z gazu i materiału oraz oddzieleniu komponentów za pomocą spektroskopii masowej.

Znane z tego opisu urządzenie do oddzielania metali zawiera plazmotron z łukiem wewnętrznym zawierający elektrodę pierścieniową i elektrodę prętową.

W porównaniu ze znanymi próżniowymi piecami łukowymi oraz piecami elektronowymi, urządzenia plazmowe pozwalają na uzyskanie metali o niskiej temperaturze topnienia, takich jak mangan, molibden, magnez itp., oraz takich składników stopów metali, które łatwo ulegają utlenianiu i są chemicznie aktywne, jak tytan lub aluminium.

2

Technika plazmy przydatna jest także do wytwarzania monokryształów o dużych wymiarach oraz w metalurgii proszków do wytwarzania proszków metali o dużej czystości, o równomiernych wymiarach ziaren, w kształcie kuli.

Znane i stosowane do tego celu urządzenia plazmowe mają bardzo złożoną budowę, do wytwarzania wiązki plazmy wymagają stosowania technicznie czystych gazów szlachetnych i wymagają dostarczenia dużej ilości energii.

Istnieje także niebezpieczeństwo zatkania generatora plazmy sproszkowanym materiałem jak również niebezpieczeństwo korozji części składowych generatora plazmy z powodu obecności tlenu w materiale, który ma być rozdzielony. Przestrzeń manipulacyjna urządzeń tego rodzaju powinna być otoczona izolacją gazoszczelną, antykorozyjną i ciepłoodporną, i dlatego nie mogą być one zasilane ubogim gazem ziemnym, chociaż ubogi gaz ziemny czyli gaz zawierający co najmniej 65 + 70% objętościowych CO₂ zastosowano już do wytwarzania wiązki plazmy, co zostało ujawnione w węgierskim opisie patentowym nr 150 916.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu oddzielania metali, który nie ma wad sposobów znanych ze stanu techniki.

Dalszym celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji urządzenia do oddzielania metali, które charakteryzuje się małym poborem mocy elektrycznej.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że wiązkę plazmy wytwarza się z uboższego gazu ziemnego o dużej zawartości gazów obojętnych, korzystnie zawierającego co najmniej 60–70% objętościowych CO_2 .

Gazy ziemne zawierające głównie dwutlenek węgla, i posiadające w ten sposób cechy gazu ochronnego po przetworzeniu w wiązkę lub strumień plazmy przy zaskakująco małym zapotrzebowaniu na energię mogą być ekonomicznie wykorzystane do odparowywania materiałów zawierających metale. Okazało się bowiem, że po ustabilizowaniu wiązki plazmy do utrzymywania jej jest potrzebna zaledwie drobna część mocy wykorzystanej do generowania i uruchamiania.

Sposób oddzielenia metali według wynalazku polega na odparowaniu surowca oraz kondensowaniu powstałych par metali przez chłodzenie do temperatury ich topnienia.

Ekonomiczność sposobu według wynalazku można zwiększyć przekształceniem gazu ziemnego po rozprężeniu w gaz roboczy podgrzany w rekuperacyjnym układzie ogrzewania wstępnego, ponieważ można tym samym zwiększyć skuteczność jonizacji. Celowe jest także dodawanie tlenu do par metali, obecnych w wiązce plazmy, ponieważ w ten sposób można zwiększyć erozję surowca.

Cel wynalazku został osiągnięty również przez to, że urządzenie zawiera reaktor połączony z elektrodą pierścieniową plazmotronu, przewód chłodzący z zaworem regulacyjnym, przyłączony do elektrody pierścieniowej, co najmniej jedną przestrzeń chłodzącą o regulowanej temperaturze połączoną z reaktorem, z tygłem do zebrania stopionego metalu, powstałego z kondensacji par metali, przy czym elektrody plazmotronu mają co najmniej jeden układ chłodzenia gazowego. Urządzenie to charakteryzuje się wielką prostotą konstrukcji i niezawodnością pracy.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia według wynalazku w przekroju, fig. 2 fragment urządzenia z fig. 1 w większej skali.

Jak przedstawiono na fig. 1 i 2 urządzenie według wynalazku składa się z trzech części podstawowych.

Pierwszą część podstawową stanowi plazmotron 4, posiadający elektrodę prętową 3b o chłodzeniu gazowym oraz elektrodę pierścieniową 3a o chłodzeniu gazowym.

Drugą część podstawową stanowi reaktor 5, przyłączony do elektrody pierścieniowej 3a plazmotronu 4.

Trzecią część podstawową stanowi jednostka destylacyjna, powiązana z reaktorem 5, i w przedstawionym przykładzie wykonania składająca się z trzech przestrzeni chłodzących 9a, 9b, 9c.

Elektroda pierścieniowa 3a plazmotronu 4 połączona jest z przewodem chłodzącym 16, zawierającym zawór regulacyjny 1. Przestrzeń chłodząca elektrody pierścieniowej 3a połączona jest z przestrzenią chłodzącą elektrody prętowej 3b, i przez nią z przestrzenią roboczą plazmotronu 4. Elek-

troda pierścieniowa 3a oraz elektroda prętowa 3b plazmotronu 4 zasilane są z generatora 3.

W reaktorze 5 istnieje przestrzeń reakcyjna 5a, której koniec lewy według rysunku, połączony jest z elektrodą pierścieniową 3a plazmotronu 4, a prawy z pierwszą przestrzenią chłodzącą 9a jednostki destylacyjnej. Przewód rurowy 17 łączy przestrzeń reakcyjną 5a ze zbiornikiem 6. Dmuchawa 7 połączona jest z przewodem rurowym 17 między zbiornikiem 6 a reaktorem 5. Do przewodu 17, za dmuchawą 7 podłączony jest przewód rurowy 18 do transportu tlenu, w którym wbudowany jest zawór regulacyjny 8.

Jednostka destylacyjna składa się w przedstawionym przykładzie wykonania z trzech przestrzeni chłodzących 9a, 9b, 9c, umieszczonych kolejno za sobą i posiadających po jednym termometrze 10a, 10b, 10c. Każda przestrzeń chłodząca 9a, 9b, 9c otoczona jest płaszczem chłodzącym, a płaszcze te połączone są przez zawory 12a, 12b, 12c z przewodem rozdzielającym 12, a ich króćce wyjściowe z przewodem zbiorczym 13.

W przedstawionym przykładzie wykonania jednostka destylacyjna posiada króciec 14 połączony z przestrzenią chłodzącą 9c. Króciec 14 łączy jednostkę destylacyjną z oddzielaczem 15 zanieczyszczeń stałych. Przez dolny króciec 15b oddzielacza wydala się zanieczyszczenia stałe, a przez górny króciec 15a odprowadzane są oczyszczone gazy.

Jak widać na fig. 2, elektroda prętowa 3b posiada trzpień gwintowany 3c, wprowadzony do ściany przestrzeni chłodzącej, przez co położenie osiowe elektrody prętowej 3b jest regulowane.

Sposób działania urządzenia według wynalazku jest następujący:

Przewód chłodzący 16 jest połączony ze źródłem gazu ziemnego. Generator 3 jest napędzany za pośrednictwem turbiny gazowej, zasilanej ubogim gazem ziemnym i tym samym elektroda pierścieniowa 3a, względnie elektroda prętowa 3b jest pod napięciem. Przewód 18 powinien być podłączony do źródła tlenu, na przykład do butli tlenowej. W tym stanie urządzenie jest gotowe do pracy.

Otwarcie zaworu regulacyjnego 1 pozwala na wprowadzenie gazu ziemnego do przewodu chłodzącego 16, przy czym gaz wskutek oddziaływania dławiącego zaworu 1 ulega rozprężeniu i tym samym ochłodzeniu. Ochłodzony ubogi gaz ziemny, jako gaz roboczy przepływa przez przestrzeń chłodzącą elektrody pierścieniowej 3a, następnie przewodem rurowym 2 dochodzi do przestrzeni chłodzącej elektrody prętowej 3b, stąd dalej do przestrzeni roboczej plazmotronu 4. W tym czasie ubogi gaz ziemny, chłodząc elektrody sam się podgrzewa, co wpływa na wspomaganie procesu jonizacji. Gaz roboczy w przestrzeni roboczej plazmotronu 4 jest w znany sposób tworzony w wiązkę plazmy i wiązka ta jest skierowana przez otwór elektrody pierścieniowej 3a do przestrzeni reakcyjnej 5a reaktora 5.

Urządzenie według wynalazku może być stosowane do przetwarzania proszków metali, względnie rud. W przypadku obrabiania proszku, jest on nasypany do zbiornika 6, z którego dmuchawa 7 transportuje go dalej do przestrzeni reakcyjnej 5a

reaktora 5. Wiązka plazmy wygenerowana przez elektrodę pierścieniową 3a plazmotronu 4 powoduje wyparowywanie proszku i mieszanka przepływa przez otwór wyjściowy przestrzeni reakcyjnej 5a do jednostki destylacyjnej. Otwierając zawór regulacyjny 8 można wprowadzić do wiązki plazmy także tlen dla wspomagania erozji proszku transportowanego do reaktora 5.

Temperatury T1, T2, względnie T3 trzech przestrzeni chłodzących 9a, 9b, względnie 9c jednostki destylacyjnej nastawia się za pomocą zaworów regulujących 12a, 12b względnie 12c w taki sposób, by odpowiadały one temperaturom topnienia uzyskanych metali, przy czym w przestrzeni chłodzącej 9a kondensuje się metal o najwyższej temperaturze topnienia, a w kolejnych przestrzeniach 9b, 9c metale o niższych temperaturach topnienia.

Metal skondensowany w przestrzeniach chłodzących 9a, 9b, 9c zbierany jest w tyglach 11a, 11b, względnie 11c.

Jeżeli celem jest rozdzielanie składników stopu metali, a nie obróbka proszku metalowego, względnie rudy, to celowe jest wykonanie elektrody prętowej 3b z danego stopu, i zastosowania jej jako elektrody zużywającej się. Sposób jest zresztą taki sam, jak poprzednio.

Gazy powstałe w jednostce destylacyjnej są odprowadzane przez króciec odprowadzający 14 wraz z oddzielnymi zanieczyszczeniami stałymi do oddzielacza 15, w którym następuje rozdzielanie na gazy wyprowadzane przez króciec 15a do góry, oraz na zanieczyszczenia wydalone przez króciec 15b, jak to przedstawiono na rysunku za pomocą strzałek.

W urządzeniu według wynalazku elektrody są chłodzone za pomocą gazu roboczego. Zamiast gazu oczywiście można stosować wodę, chociaż chłodzenie gazem jest korzystniejsze, ponieważ gaz podgrzewa się wstępnie w obiegu chłodzącym, wspomagając tym samym proces jonizacji.

Urządzenie według wynalazku charakteryzuje się prostą konstrukcją. Pozwala ono na zastosowanie ubogich gazów ziemnych zawierających przede wszystkim dwutlenek węgla, do uzyskiwania trudno topliwych metali o wielkiej czystości oraz do oddzielenia składników stopów metali.

Urządzenie stosowane korzystnie w przemyśle metalurgicznym nie wymaga do pracy chemicznie czystych gazów. Pozwala na zastosowanie jako gazu roboczego ubogich gazów ziemnych po usunięciu z nich w znany sposób wody.

Sposób oddzielania metali według wynalazku jest zilustrowany za pomocą poniższych przykładów.

Przykład 1. Ubogi gaz ziemny zawierający 96,3% CO₂, 1,32% N₂, 2,17% C₁, 0,04% C₂, 0,06% C₃, 0,08% C₄ i 0,03% C₅ zapala się i przepuszcza między elektrodami źródła prądu stałego o średnim napięciu 350—450 V i natężeniu 5—6 A w ilości 450—500 dm³/godz. przy średnim ciśnieniu 2 atm. W wyniku tego uzyskuje się wiązkę plazmy o długości 100—1500 mm, o temperaturze 8500—8600°K. Proszek Al₂O₃ wdmuchuje się z szybkością około 0,5—1 g/min., przy czym jednocześnie wprowadza się tlen w ilości około 15—20 l/godz. co stanowi maksymalnie 2—4% ilości gazu. W przestrzeni re-

akcyjnej wytrąca się czyste aluminium w postaci proszku, przy czym straty powstałe w postaci zgorzelin i pyłów lotnych wynoszą w przybliżeniu 30—40%.

Przykład 2. Wiazkę plazmy wytworzono w sposób opisany w przykładzie 1. Do przestrzeni reakcyjnej wdmuchiowano w ilości około 2—3 g/min. wysuszony, proszkowany konstytuowany szlam czerwony zawierający w procentach objętościowych Fe₂O₃ — 33,4%, Al₂O₃ — 15,1%, SiO₂ — 10,0%, CaO — 18,4%, MgO — 1,2%, Na₂O — 3,2%, MnO — 0,1%, TiO₂ — 3,7%, SO₃ — 0,65%, O₂O₅ — 0,14%, P₂O₅ — 0,3%. Proces ograniczono do wydzielania tylko trzech składników, których rozróżnienie na podstawie ich kolorów nie stanowiło żadnej trudności. W wyniku tego procesu otrzymano Al₂O₃ o kolorze szaro-białym, TiO₂ o kolorze niebieskim i Fe₂O₃ o kolorze rdzawo-czerwonym.

Energia elektryczna potrzebna do jonizacji w sposobie według wynalazku jest w przypadku zastosowania dowolnego plazmotronu jedynie drobną częścią energii obecnej w wiązce plazmy o temperaturze blisko 10 000°C po rekombinacji, i fakt ten jest przyczyną zaskakującej ekonomiczności sposobu według wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób oddzielania metali, w którym za pomocą wiązki plazmy odparowuje się surowiec, zawierający metal a powstałe pary metalu kondensuje się przez chłodzenie do temperatur topnienia metali, **znamienny tym**, że wiązkę plazmy wytwarza się z ubogiego gazu ziemnego, o dużej zawartości gazów obojętnych, korzystnie zawierającego co najmniej 65 + 70% objętościowych CO₂.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wiązkę plazmy wytwarza się z ubogiego gazu ziemnego, który po rozprężeniu podgrzewa się w rekuperacyjnym układzie podgrzewania wstępnego.

3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że do wiązki plazmy wprowadza się tlen wraz z odparowywanym metalem.

4. Urządzenie do oddzielania metali, zawierające plazmotron z łukiem wewnętrznym, wyposażony w elektrodę pierścieniową i elektrodę prętową, **znamienny tym**, że ma reaktor (5) połączony z elektrodą pierścieniową (3a) plazmotronu (4), przewód chłodzący (16) z zaworem regulacyjnym (1), połączony z elektrodą pierścieniową (3a), co najmniej jedną przestrzeń chłodzącą (9a, 9b, 9c) o regulowanej temperaturze, połączoną z reaktorem (5) i z tygłem (11a, 11b, 11c) do zbierania stopionego metalu, powstałego z kondensacji par metalu, przy czym elektrody (3a, 3b) plazmotronu (4) mają co najmniej jeden układ chłodzenia gazowego.

5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że zawiera układ dozujący połączony z reaktorem (5) i składający się ze zbiornika (6) wbudowanego do przewodu rurowego (17) oraz dmuchawy (7).

6. Urządzenie według zastrz. 5, **znamiennie tym**, że zawiera przewód (18) z zaworem regulującym (8) dla dostarczenia tlenu do reaktora (5).

7. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym,**
że katoda plazmotronu (4) wykonana jest ze stopu

rozdzielanych metali, stanowi elektrodę zużywającą się i zamocowana jest przesuwnie.

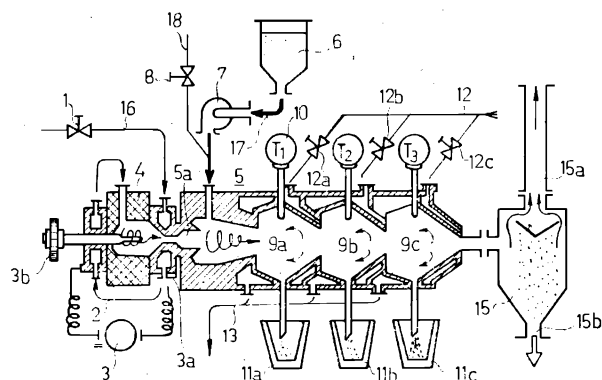


Fig. 1

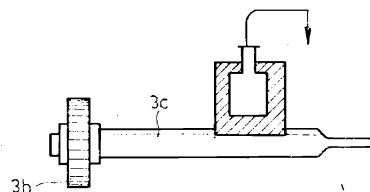


Fig. 2