

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 30983

Kl. 40 a, 50/20

Israel Jacob Foundaminsky, Paryż
i Hirsch Loevenstein, Paryż

0226 21/06

Sposób otrzymywania aluminium

Zgłoszono 10 lipca 1939

Udzielono 24 września 1942

Pierwszeństwo: 11 lipca 1938 dla zastrz. 1 — 5 i 13 — 21; 27 października 1938 dla zastrz. 6 — 12 (Francja)

Stosowany obecnie sposób otrzymywania aluminium polega na wytwarzaniu czystego tlenku glinu z bauksytu i na następnej elektrolizie tego tlenku w kąpeli z roztopionego kriolitu. Sposób ten posiada wiele wad. Wytwarzanie tlenku glinu wymaga stosowania specjalnych gatunków bauksytu zawierających mało krzemionki, oraz dużych ilości węgla i wody, a także dużych kosztów robocizny; wytwarzanie zaś aluminium wymaga stosowania surowców prawie chemicznie czystych, większej liczby pieców elektrycznych o ograniczonej pojemności oraz licznej i wykwalifikowanej obsługi. Koszty wytwarzania tlenku glinu są uzależnione od ceny węgla, koszty wy-

tworzenia zaś aluminium — od ceny prądu elektrycznego, co częstokroć pociąga za sobą konieczność budowania odpowiednich instalacji fabrycznych w znacznej odległości jedna od drugiej. Poza tym duża ilość wody zużywanej przy produkcji tlenku glinu oraz konieczność stosowania dużej liczby ogniw elektrolitycznych potrzebnych do otrzymywania aluminium wymagają znacznej powierzchni pod odpowiednie instalacje, co pociąga za sobą wysokie koszty budowy i koszty inwestycyjne.

Liczne próby, zmierzające do znalezienia sposobu otrzymywania aluminium sposobem cieplnym, czyli przez bezpośrednią redukcję tlenku glinu w odpowiedniej tem-

peraturze węglem w piecu, nie dały wyników zadowalających, ponieważ aluminium w temperaturze redukcji jest już dość lotne. Wskutek tego pary aluminium reagują z tlenkiem węgla i z węglem tworząc ponownie tlenek lub węglik glinu. Zatem ten sposób umożliwia otrzymywanie tylko nie-dużej ilości aluminium i to znacznie zanieczyszczonego węglikiem.

Proponowano rozmaite sposoby otrzymywania aluminium z niektórych jego stopów, jak np. przez rafinowanie elektrolityczne stopu krzemowo-aluminiowego lub przez destylację żelazo-aluminium, lecz wszystkie te próby napotykały trudności bądź natury technicznej, bądź też były związane ze zbyt dużymi kosztami produkcji.

Wynalazek niniejszy dotyczy sposobu otrzymywania aluminium z niektórych jego stopów, przy czym sposób ten nie posiada wad wspomnianych wyżej sposobów.

Dla lepszego zrozumienia przedmiotu sposobu według wynalazku na rysunku przedstawiono kilka znanych wykresów. Fig. 1 przedstawia wykres temperatury topnienia stopu aluminiowo-krzemowego, fig. 2 — w skali powiększonej lewą stronę tego wykresu w celu wyraźniejszego pokazania stopnia rozpuszczalności krzemu w aluminium, fig. 3 i 4 przedstawiają wykresy temperatury topnienia stopów cynku względnie cyny z aluminium.

Sposób według wynalazku polega na poddawaniu przerabianych materiałów działaniu metalu pomocniczego, dającego się łatwo oddzielać od aluminium, np. cynku, cyny, rtęci lub ich stopów, posiadających właściwości tworzenia z aluminium stopu stosunkowo bogatego w aluminium i pozostającego w stanie ciekłym poniżej temperatury topnienia aluminium oraz rozpuszczającego w tej niższej temperaturze tylko nieznaczną ilość, nie przekraczającą kilku procentów zanieczyszczeń przerabianych materiałów, które mogą

być z łatwością oddzielone od aluminium. Z otrzymanego ciekłego stopu następnie oddziela się inne substancje, krzepnące w temperaturze procesu, a w końcu od metalu pomocniczego, użytego do rozpuszczania, oddziela się aluminium. W ten sposób otrzymuje się tanim kosztem aluminium stosunkowo bardzo czyste lub o dowolnym stopniu czystości, nadające się do zastosowania w przemyśle.

Wynik ten tłumaczy się w następujący sposób.

Jeżeli przyjrzeć się wykresowi temperatury topnienia stopu *Al-Si* (rys. 1 i 2), wówczas widać, że metale te tworzą eutektykę po stronie *Al* przy zawartości 13,8% *Si*. Jeżeli więc ochłodzi się stop *Al-Si*, zawierający np. 40% *Si*, wówczas w temperaturze 1 100°C zaczynają się wydzielać kryształy krzemu, przy czym pozostały ciekły stop wzbogaca się w aluminium. W temperaturze 575°C ciekły stop zawiera już tylko około 13% *Si* w roztworze. W tej ciekłej części stopu pozostają w zawieszeniu kryształy skrzepniętego krzemu. Za pomocą odpowiednich zabiegów ciekłą część stopu *Al-Si*, zawierającego mniej krzemu niż stop wyjściowy, można oddzielić od części stałej.

Zawartość krzemu w stopie nie może być przez chłodzenie obniżona poniżej 13,8%.

Jeżeli temperaturę obniża się w dalszym ciągu, cała masa stopu krzepnie w temperaturze 575°C, przy czym znaczna część krzemu wydzieliła się z roztworu w postaci wolnych kryształów rozmieszczonych w stałym aluminium. Poniżej tej temperatury zaledwie nieznaczna ilość krzemu, np. 1,65% w 575°C, jak wskazuje wykres na fig 2, pozostaje w stanie rozpuszczonym w stałym aluminium, reszta zaś krzemu znajduje się w postaci kryształów w tymże stałym aluminium. Część krzemu, pozostająca w roztworze w stanie stałym, przechodzi stopniowo w stan krystaliczny w miarę

obniżania się temperatury. Gdyby można było w niskiej temperaturze oddzielić cały wykryształizowany krzem od aluminium, zagadnienie otrzymywania aluminium, zawierającego tylko nieznaczne domieszki krzemu w postaci roztworu stałego, byłoby rozwiązane.

Podobne lub prawie to samo rozumowanie może być zastosowane do stopu aluminium-żelazo i aluminium-tytan.

Zagadnienie sprowadzało się zatem do znalezienia sposobu, który pozwoliłby na utrzymywanie aluminium w stanie ciekłym w temperaturze niższej od jego temperatury krzepnięcia. Rozwiązanie tego zagadnienia zostało uskutecznione przez poddanie wyżej wspomnianych stopów działaniu metali pomocniczych, które w stanie ciekłym lub lotnym rozpuszczają znaczne ilości aluminium oraz stosunkowo bardzo nieznaczne ilości jego zanieczyszczeń tworząc stopy o temperaturze krzepnięcia niższej od temperatury krzepnięcia aluminium (660°C), jak to zachodzi właśnie w przypadku stosowania opisanych wyżej metali pomocniczych, według wykresów 3 i 4, podających temperaturę krzepnięcia cynku względnie cyny, zawierających zmienne ilości aluminium.

Stosuje się przy tym metal pomocniczy, dający się łatwo oddzielić od rozpuszczonego w nim aluminium, np. przez destylację w przypadku stosowania cynku, rtęci, stopu cynku z kadmem, przez elektrolizę w przypadku stosowania cyny, lub też przez rozpuszczanie przy stosowaniu cyny rozpuszczonej w ołowiu.

Sposób według wynalazku niniejszego może być zastosowany do otrzymywania aluminium ze stopów aluminowych, otrzymanych bądź przez redukcję węglem w piecu elektrycznym bauksytu lub też innej rudy aluminowej, zawierającej domieszki metalowe, mogące rozpuszczać się w aluminium, bądź też przez redukcję tlenku glinu w obecności metalu lub rudy metalu

o punkcie wrzenia wyższym niż punkt wrzenia aluminium, jak np. w obecności żelaza, krzemu, tytanu lub ich mieszaniny; nadaje się on również do przeróbki odpadków aluminowych lub jego stopów lub też odpadków aluminium otrzymywanych przy przetwarzaniu go.

Stopy takie jak *Al-Fe* i *Al-Si*, zanim zostaną poddane działaniu opisanych wyżej metali pomocniczych, mogą być wzbogacane w aluminium przez ogrzewanie ich do roztopienia i oddzielanie składników eutektycznych, bogatszych w aluminium, bez roztopiania przy tym pozostałej masy metalu.

Jeżeli jako metal pomocniczy stosuje się cynk o temperaturze topnienia 419°C lub cynę o temperaturze topnienia 232°C , wówczas otrzymuje się stopy aluminowe, których temperatura krzepnięcia (patrz. wykresy 3 i 4), zmieniająca się w zależności od zawartości aluminium, może być obniżona aż do 380°C przy użyciu cynku lub do 228°C przy użyciu cyny, czyli że oddzielenie części ciekłej kąpieli może być uskuteczniane w temperaturze znacznie niższej od temperatury topnienia aluminium (660°C), przeto ilość krzemu i żelaza rozpuszczonych w ciekłym aluminium będzie w tej temperaturze bardzo mała.

Jeżeli np. jako metal pomocniczy stosuje się cynk, wówczas korzystnie jest pracować w temperaturze bardzo zbliżonej do jego temperatury krzepnięcia 420°C (patrz. wykres 3), a nawet w temperaturze niższej, dochodzącej do 380°C (punkt eutektyczny *Al-Zn*). W tej temperaturze aluminium rozpuszcza zaledwie 0,25% krzemu (patrz. wykres 2) i prawie wcale nie rozpuszcza żelaza. Proces więc może być rozpoczęty w 420°C i zakończony w 380°C . Schodzi się więc po krzywej temperatury topnienia stopu *Zn-Al* od temperatury topnienia cynku aż do temperatury punktu eutektycznego. Przez dodanie do cynku kadmu obniża się temperaturę topnienia stopu (stop *Zn-Cd*, zawierający 20% *Cd*, topi się

poniżej 380°C); wprawdzie zmniejsza się w ten sposób zdolność kąpeli do rozpuszczania aluminium, ponieważ kadm nie rozpuszcza tego metalu, lecz z drugiej strony zmniejsza się w sposób korzystny ilość rozpuszczonych w aluminium żelaza i krzemu.

Dzięki dodatkowi kadmu (patrz. niżej przykład 2) można otrzymywać aluminium czystsze, lecz koszty produkcji wzrastają, bowiem zawartość aluminium w metalu ługującym zmniejsza się. Im niższa jest zatem temperatura ługowania, tym czystsze otrzymuje się aluminium.

Jeżeli do ługowania stosuje się cynę jako metal pomocniczy, wówczas należy zwrócić uwagę na okoliczność następującą. Temperatura eutektyczna stopu Sn-Al (patrz. wykres 4, którego część prawa jest przedstawiona poza tym obok w skali powiększonej) znajduje się bardzo blisko temperatury topnienia Sn . W tej temperaturze (229°C) cyna rozpuszcza jednak tylko 0,5% aluminium. Krzywa temperatury topnienia wznosi się szybko i w 400°C cyna rozpuszcza zaledwie 3,5% Al . Stosując więc cynę jako metal pomocniczy korzystniej jest stosować wyższe temperatury ługowania. Wprawdzie otrzymane aluminium będzie mniej czyste, ponieważ jednak cyna może być oddzielona od niego przez elektrolizę, przy której wydzieli się czyste aluminium, większa zawartość zanieczyszczeń ma w tym przypadku mniejsze znaczenie.

Zostało stwierdzone, że ilość zanieczyszczeń rozpuszczonych w aluminium, gdy Al jest rozpuszczone w metalu pomocniczym w temperaturze np. T_2 niższej od temperatury krzepnięcia Al , odpowiada dokładnie ilości zanieczyszczeń, które zawiera aluminium w stanie stałym w postaci „roztworu stałego” w tejże temperaturze T_2 . Innymi słowy, proces przebiega w ten sposób, jak gdyby kąpiel ługująca rozpuszczała zawarty w przerabianych ma-

teriałach aluminium jedynie z tą częścią zanieczyszczeń, które aluminium zawiera będąc w postaci roztworu stałego, pozostawiając nietkniętą tę część zanieczyszczeń, która znajduje się w masie stałego aluminium w postaci swobodnych kryształów oraz w pozostałych materiałach przerabianych. Wynika stąd, że jeżeli po rozpuszczeniu stałego stopu aluminium z przerabianymi materiałami w kąpeli ługującej zmienia się temperaturę kąpeli, np. obniżając ją od T_1 do T_2 , to ilość wydzielonych zanieczyszczeń będzie odpowiadała obniżeniu się w tych granicach z jednej strony temperatur rozpuszczalności w stanie stałym zanieczyszczeń w aluminium, z drugiej zaś strony rozpuszczalności zanieczyszczeń w metalu kąpeli. Kąpiel ogrzana do temperatury T_2 będzie zatem zawierała w swej części ciekłej taką samą ilość zanieczyszczeń, jak gdyby ługowanie aluminium z przerabianych materiałów zostało dokonane bezpośrednio w tej temperaturze T_2 .

Można więc, po dokonaniu ługowania w temperaturze T_1 , doprowadzić temperaturę kąpeli do T_2 (niższej od T_1), odpowiadającej mniejszej zawartości zanieczyszczeń w stanie rozpuszczonym, i oddzielić wówczas w kąpeli część zanieczyszczeń wytrąconych w stanie stałym z roztopionej kąpeli.

Wynalazek może również być wyzyskany przez ługowanie w dowolnej temperaturze, nawet wyższej od temperatury topnienia aluminium, o ile temperatura kąpeli zostaje następnie obniżona.

Te różne sposoby postępowania posiadają duże znaczenie. Pozwalają one na posługiwanie się kąpielą z roztopionego metalu w dość wysokiej temperaturze, stałej lub stopniowo wzrastającej, lub też nawet parami takiej kąpeli lub też kolejno jednym i drugim. Najkorzystniej jest przeprowadzać zabiegi w przeciwnym, to znaczy, że rozdrobnione przerabiane materiały i roztopiony metal lub parę metalu

służącego do ługowania przeprowadza się w kierunkach przeciwnych. W ten sposób uzyskuje się prawie całkowite wyługowanie aluminium z jego stopów i to w ciągu krótkiego czasu, jeżeli proces przeprowadza się w wysokiej temperaturze, szybkość bowiem rozpuszczania aluminium wzrasta z temperaturą. Te rozmaite sposoby postępowania pozwalają również na zwiększanie zawartości aluminium w kąpieli ługującej i przez to na zmniejszanie w ten sposób ceny otrzymanego produktu. Krzywe temperatury topnienia stopów cynku względnie cyny z aluminium w zależności od zawartości w nim aluminium (patrz. wykresy 3 i 4) wskazują, że temperatura topnienia podnosi się wraz ze wzrastającą zawartością w stopie aluminium. Wynika stąd, że jeżeli kąpiel zawiera więcej aluminium, to spadek temperatury nie wywołujący skrzepnięcia stopu będzie mniejszy, a zatem otrzymuje się aluminium o większej zawartości zanieczyszczeń; jednakże w niektórych przypadkach taka większa zawartość zanieczyszczeń w aluminium może być dopuszczalna, a nawet pożądana. Ulepszenia te pozwalają również na zmianę w szerokich granicach warunków ługowania ułatwiając w ten sposób znacznie wykonywanie techniczne i gospodarcze sposobu.

Roztopiona kąpiel może być ochładzana od temperatury ługowania T_1 do dowolnej temperatury T_2 , po czym kąpiel może być pozostawiona w spoczynku w tej temperaturze, aż do oddzielenia się od cieczy wydzielonych i skrzepłych domieszek. Jednakże zabieg ten wymaga dość znacznego czasu.

Częstokroć korzystniejsze jest pozwolić ciekłej części stopu skrzepnąć, a następnie roztopić ją ponownie w temperaturze T_2 odpowiadającej ilości zawartego w niej aluminium. Ilość swobodnych domieszek w tej temperaturze wydzieli się wówczas w stanie stałym i będzie mogła

być natychmiast oddzielona. Jeżeli nadto topienie i oddzielanie wykonywa się szybko, wówczas część domieszek, które mogą się rozpuścić w aluminium roztopionym lub stałym (krzywe rozpuszczalności, jak podano wyżej, są jednakowe w obu przypadkach) przy przejściu od temperatury skrzepniętej masy do temperatury topnienia, nie będzie miała czasu całkowicie się rozpuścić. Stosując kilkakrotne przetapianie i wyzyskując za każdym razem to opóźnienie w rozpuszczaniu się domieszek można otrzymać aluminium jeszcze czystsze.

Temperatury podane w niżej przytoczonych przykładach wykonania sposobu według wynalazku są temperaturami końcowymi.

Przykład I. 20 g stopu krzemu z aluminium, otrzymanego w piecu elektrycznym i zawierającego około 55% Al , 40% Si i 2,5% Fe , poddaje się działaniu około 100 g roztopionego cynku w temperaturze około 380°C. Część ciekła ładunku zawiera 5,37% Al , 0,023% Si i 0,0045 Fe . Po usunięciu cynku przez destylację otrzymuje się aluminium zawierający 0,43% Si i 0,08% Fe .

Przykład II. 20 g stopu $Al-Si$ (o tym samym składzie chemicznym, co w przykładzie I) poddaje się w temperaturze poniżej 380°C działaniu 100 g kąpieli metalowej, składającej się z 80% Zn i 20% Cd . Powstały stop $Al-Cd-Zn$ zawiera 4,26% Al , 0,0016% Fe i 0,0043% Si . Otrzymany aluminium zawiera 0,10% Si i 0,037% Fe .

Przykład III. 40 g stopu $Al-Si$ (jak w przykładzie I) poddaje się w temperaturze ciemnoczerwonego żaru (około 500°C) działaniu 100 g roztopionej cyny. Otrzymany stop zawiera 17,2% Al i 0,8% Si . Wydzielenie aluminium z tego stopu może być uskutecznione bądź przez elektrolizę, bądź też za pomocą roztopionego ołowiu.

Przykład IV. 12 g stopu $Al-Si$, jak w przykładzie I, poddaje się w temperaturze

około 800°C (znacznie wyższej od temperatury eutektycznej 575°C i nawet od temperatury topnienia aluminium 660°C) działaniu 100 g cynku. Otrzymany stop zawiera 1,062% Si, 0,020% Fe i 6,65% Al. Otrzymane aluminium zawierało 13,75% Si i 0,26% Fe.

Po ochłodzeniu i oddzieleniu w temperaturze około 390°C (znacznie niższej od temperatury eutektycznej stopu Al-Si, wynoszącej 575°C) uzyskano pianę metalową, zawierającą większą część domieszek, która pływała na powierzchni kąpieli metalowej i mogła być łatwo oddzielona od reszty stopu. Stop zawierał następnie 0,039% Si i 0,001% Fe, co odpowiadało stopniowi czystości aluminium 99,43%, zawierającemu jako domieszki zaledwie 0,56% Si i 0,014% Fe. Wynik ten jest bardzo zbliżony do wyniku otrzymanego w przykładzie I, w którym rozpuszczanie uskutecznilo w temperaturze 380°C.

Przykład V. 20 g stopu Al-Si-Fe, zawierającego około 82% Al, 13% Si i 5% Fe, poddaje się działaniu 100 g cynku w temperaturze około 500°C. Otrzymany stop zawiera 8,28% Al, 0,218% Si i 0,0082% Fe, a otrzymane aluminium zawierało 2,57% Si i 0,095% Fe. Po trzykrotnym przetopieniu w temperaturze około 400°C stop zawierał tylko 0,0293% Si i 0,0013% Fe, co odpowiada zawartości zanieczyszczeń w aluminium tylko 0,35% Si i 0,15% Fe.

Przykład VI. 20 g stopu żelazo-aluminium, zawierającego 60% Al, 35% Fe i 3% Si, poddaje się w temperaturze około 600°C działaniu 100 g roztopionego cynku. Otrzymany stop zawiera 4,37% Al, 0,070% Fe i 0,0127% Si, co odpowiada aluminium, zawierającemu jako domieszki 0,20% Si i 1,57% Fe. Po przetopieniu i oddzieleniu w temperaturze około 390°C stop zawierał tylko 0,0055% Si i 0,0092% Fe, co odpowiada aluminium, zawierającemu jako domieszki 0,11% Si i 0,19% Fe.

Przykład VII. 30 g stopu Al-Si-Fe o składzie chemicznym jak w przykładzie V poddaje się działaniu 100 g roztopionego cynku w temperaturze około 850°C. Powstały stop zawiera 2,48% Si, 0,252% Fe i 17,89% Al, co odpowiada aluminium zawierającemu 12,13% Si i 1,23% Fe. Po przetopieniu w temperaturze około 440°C i oddzieleniu zawartość krzemu spada do 0,282%, zawartość zaś żelaza — do 0,019. Cynk zostaje następnie oddzielony przez destylację, przy czym pozostałe w piecu aluminium zawierało jako zanieczyszczenie 1,61% Si i 0,02% Fe.

W ogóle, jeżeli ługowanie przeprowadza się w temperaturze wyższej, wówczas otrzymane aluminium zawiera większe ilości żelaza lub krzemu lub też obydwóch tych metali łącznie. Można więc zmieniając temperaturę ługowania otrzymywać stopy aluminiowe o określonej zawartości Si lub Fe.

Można również otrzymywać stopy aluminium z metalami kąpieli ługującej dowolnie regulując stopień oddzielania tych metali, np. przez przerywanie destylacji cynku lub Zn-Cd lub też przez rozpuszczanie cyny w ołowiu.

Stosując kolejno dwa te zabiegi można otrzymywać stopy, zawierające jednocześnie metale, stanowiące domieszki przerabianych materiałów, i metale pochodzące z kąpieli ługującej.

Sposób według wynalazku niniejszego pozwala również na przerabianie odpadków aluminiowych na aluminium metaliczne lub jego stopy o czystości handlowej. Można również otrzymywać tym sposobem stosunkowo znaczne ilości aluminium z odpadków powstających przy wytapianiu lub przetapianiu aluminium.

Destylacja metalu służącego do ługowania może być dokonywana bądź w sposób zwykły, bądź też pod zmniejszonym ciśnieniem lub w próżni, przy ewentualnym

zastosowaniu gazowej atmosfery redukującej lub obojętnej.

Pozostałości stopu wyjściowego, które po wyługowaniu aluminium rozpuszczonego w kąpeli są bogate w żelazo lub krzem lub też w oba te metale, a zawierające mało aluminium, jak również skrzepła pozostałość kąpeli ługującej, mogą być wprowadzane do pieca elektrycznego wraz z tlenkiem glinu lub materiałami zawierającymi aluminium, np. bauksytem, w celu ponownej przeróbki ich na stopy aluminiowe.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób otrzymywania aluminium z produktów takich, jak np. stopy aluminiowe, zawierające metale, w szczególności krzem, tytan, żelazo lub węgiel, jak również z odpadków aluminiowych lub żużli otrzymywanych przy wytapianiu aluminium, znamienny tym, że przerabiane materiały poddaje się działaniu metalu pomocniczego w celu wytworzenia stopu w niższej temperaturze topnienia od temperatury topnienia aluminium, dzięki czemu aluminium utrzymuje się w stanie ciekłym w niższej temperaturze, w której pozostaje w nim w stanie rozpuszczonym tylko drobna część zanieczyszczeń.

2. Sposób według zastrz. 1, w zastosowaniu do wyługowywania aluminium z takich materiałów, jak stopy aluminiowe, zanieczyszczone domieszkami metali, w szczególności krzemem, żelazem, tytanem, węglem, jak również z odpadków aluminium i żużli, znamienny tym, że przerabiane materiały poddaje się działaniu takich metali, jakie mogą tworzyć stop aluminium z metalem pomocniczym, dającym się łatwo oddzielać od aluminium, jak np. cynkiem, cyną, rtęcią oraz stopami tych metali, posiadającymi właściwości tworzenia z aluminium stopów stosunkowo bogatych w aluminium i pozostających w stanie ciekłym w

temperaturze niższej od temperatury topnienia aluminium oraz rozpuszczających w tej niższej temperaturze tylko bardzo drobne ilości, najwyżej kilka procentów, innych zanieczyszczeń, przy czym metal pomocniczy łatwo oddziela się od aluminium, a utworzony ciekły stop oddziela się od skrzepniętej części stopu w temperaturze niższej od temperatury roboczej, a następnie aluminium oddziela się od metalu pomocniczego, służącego do ługowania.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że przerabiane materiały wytwarza się przez redukcję węglem rudy aluminiowej, np. bauksytu, w piecu elektrycznym.

4. Sposób według zastrz. 3, znamienny tym, że przerabiane materiały przygotowuje się przez redukcję produktu, zawierającego aluminium, np. bauksytu lub tlenku glinu węglem w piecu elektrycznym w obecności metalu lub pierwiastka o temperaturze topnienia wyższej od temperatury topnienia aluminium, np. w obecności żelaza, krzemu lub tytanu.

5. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że działanie powodujące tworzenie stopu aluminiowego z metalem pomocniczym uzyskuje się przez systematyczne przepuszczanie w przeciwnym kierunku rozdrobnionych przerabianych materiałów w stanie stałym i metalu pomocniczego.

6. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że w celu uzyskania stopu aluminium z metalem pomocniczym systematycznie przepuszcza się w przeciwnym kierunku przerabiane materiały i metal pomocniczy, przy czym metal pomocniczy stosuje się w stanie roztopionym.

7. Sposób według zastrz. 6, znamienny tym, że metal pomocniczy stosuje się w postaci pary.

8. Sposób według zastrz. 6, znamienny tym, że metal pomocniczy stosuje się kolejno w stanie roztopionym i w postaci pary.

9. Sposób według zastrz. 1 — 8, zna-

mienny tym, że ługowanie aluminium z przerabianych materiałów, powodujące utworzenie stopu aluminium z metalem pomocniczym, przeprowadza się w temperaturze wyższej od temperatury oddzielenia od tak utworzonego stopu nie rozpuszczonych domieszek.

10. Sposób według zastrz. 9, znamienny tym, że w celu oddzielenia od stopu aluminium nie rozpuszczonych domieszek ochładza się stop do temperatury, w której współczynnik rozpuszczalności domieszek w aluminium odpowiada żadanemu stopniowi jego czystości, i pozwala mu się odstać w tej temperaturze.

11. Sposób według zastrz. 7, znamienny tym, że w celu oddzielenia od stopu nie rozpuszczonych w nim zanieczyszczeń ochładza się go do temperatury krzepnięcia, po czym topi go się ponownie ogrzewając do temperatury według zastrz. 10.

12. Sposób według zastrz. 11, znamienny tym, że ochładza się otrzymany stop do jego skrzepnięcia, po czym ponownie kilkakrotnie przetapia się go w temperaturze według zastrz. 10, oddzielając po każdym przetopieniu część ciekłą od części stałej i przeprowadzając topienie i oddzielanie dostatecznie szybko, aby domieszki mogące się rozpuszczać w aluminium w tej temperaturze nie zdążyły rozpuścić się całkowicie.

13. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że pozostałości po wyługowaniu aluminium za pomocą metalu pomocniczego, jak również pozostałość stałą, oddzieloną od ciekłego stopu, poddaje się ponownej przeróbce w celu odzyskania zawartej w nich metalu pomocniczego.

14. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że przerabiane materiały poddaje się redukcji węglem w piecu elektrycznym, a pozostałości po wyługowaniu aluminium za pomocą metalu pomocniczego oraz pozostałość stałą, oddzieloną od ciekłego stopu, po ponownym odzyskaniu

metal u pomocniczego wprowadza się ponownie do elektrycznego pieca redukcyjnego w celu ponownego utworzenia stopu aluminium.

15. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że ciekły stop aluminium i metalu pomocniczego oddziela się od pozostałości stałej w temperaturze niższej od temperatury topnienia aluminium i następnie aluminium oddziela się od metalu pomocniczego przez destylację.

16. Sposób według zastrz. 15, znamienny tym, że destylację przeprowadza się w próżni lub w odpowiedniej atmosferze gazowej.

17. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że ciekły stop aluminium i metalu pomocniczego oddziela się od stałej pozostałości w temperaturze niższej od temperatury topnienia aluminium, a następnie aluminium oddziela się przez elektrolizę.

18. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że ciekły stop aluminium i metalu pomocniczego po oddzieleniu od skrzepniętej części stopu w temperaturze niższej od temperatury topnienia aluminium poddaje się działaniu rozpuszczającemu innego metalu, np. ołowiu, tworzącego stop z metalem pomocniczym, np. cyną, w celu oddzielenia aluminium od metalu pomocniczego.

19. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że przerabiane materiały, np. stop aluminium z metalami lub pierwiastkami takimi, jak krzem, żelazo, tytan, tworzącymi z nimi eutektykę, wzbogaca się w aluminium przez ogrzewanie wspomnianych stopów do temperatury, w której tylko eutektyki, bogatsze w aluminium, pozostają w stanie ciekłym, w celu oddzielenia ich od części stałej stopu.

20. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że przerabiane materiały poddaje się działaniu metalu pomocniczego i oddziela się ciekły stop aluminium z tym metalem pomocniczym od stałej pozostałości

ści w takiej temperaturze, w której aluminium zawiera pożądane domieszki metalowe, zawarte w przerabianych materiałach.

21. Sposób według zastrz. 1 lub 19, znamienny tym, że proces oddzielania aluminium od metalu pomocniczego przerywa się w chwili, gdy aluminium zawiera

jeszcze pewne żądane ilości metali, wchodzących w skład użytego stopu pomocniczego.

Israel Jacob Foundaminsky
Hirsch Loevenstein

Zastępca: inż. B. Müller

rzecznik patentowy

Fig.1

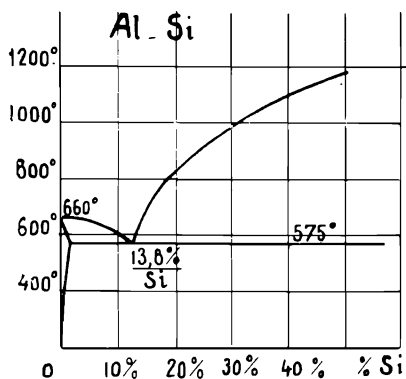


Fig.2

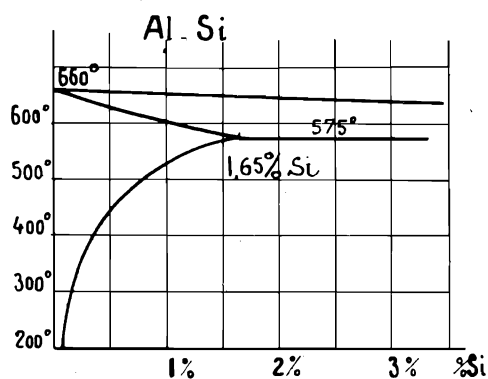


Fig.3

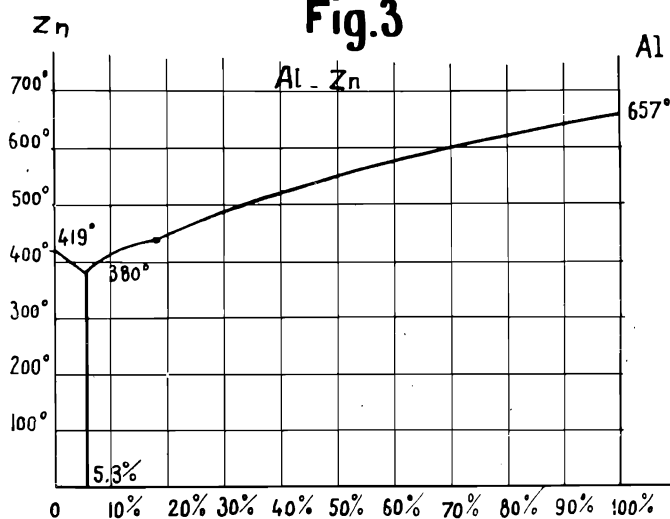


Fig.4

