

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 32150

C 210, 5/52
Kl. 18 b, 21/01

Gunnar Hörgård, Oslo

18b, 5/52

Sposób wytwarzania w piecu indukcyjnym stopów żelaznych o małej zawartości węgla

Zgłoszono 19 sierpnia 1939

Udzielono 26 sierpnia 1943

Pierwszeństwo: 22 sierpnia 1938 dla zastrz. 1--10

8 lipca 1939 dla zastrz. 11--14 (Norwegia)

Wynalazek niniejszy dotyczy sposobu wytwarzania w piecu indukcyjnym stopów żelaznych o małej zawartości węgla. W szczególności dotyczy on sposobu wytwarzania stopów żelaznych, stali nierdzewnych i nieplamących się lub podobnego tworzywa bezpośrednio z rud przy zastosowaniu metalicznych środków redukcyjnych takich, jak krzem, żelazo-krzem lub podobne.

Stopy żelazne wytwarzano dotychczas głównie w elektrycznych piecach łukowych. Elektrody węglowe takich pieców w sposób nieunikniony wprowadzają węgiel do kąpieli metalowej, wobec czego trudno jest w piecu łukowym wytwarzać

stopy żelazne o bardzo małej zawartości węgla. Takie stopy wytwarzano dotychczas sposobem czysto chemicznym, wyzyskując co najmniej częściowo ciepło reakcji egzotermicznych przez zastosowanie odpowiednich metalicznych środków redukcyjnych.

W ostatnich latach powszechnie stosowano elektryczny piec indukcyjny typu tyglowego do przetapiania metali przy wytwarzaniu stopów specjalnych oraz przy rafinowaniu, odtlenianiu, odsiarkowywaniu oraz odfosforowywaniu kąpieli metalowych, zwłaszcza stalowych, w tych przypadkach, gdy ilość żużla w stosunku do przetapianego metalu była stosunkowo nie

duża. Efektywne zużycie energii elektrycznej, a tym samym wywiązywanie ciepła w piecu indukcyjnym, zależy od stopnia indukcji prądów elektrycznych w samym ładunku. Wielkość tych prądów indukowanych zależy od elektrycznej przewodności ładunku. A zatem materiałów nie przewodzących prądu elektrycznego nie można ogrzewać bezpośrednio w piecu indukcyjnym. Ponieważ rudy metalowe i zwykłe środki redukcyjne, np. żelazokrzem, krzemek wapnia itd., stosowane przy wytwarzaniu stopów żelaznych bezpośrednio z rud, oraz duże ilości żużła wytwarzanego podczas redukcji rud, praktycznie biorąc, nie przewodzą elektryczności, przeto przekonano się w praktyce, że przy wytwarzaniu stopów żelazokrzemowych bezpośrednio z rudy w piecu indukcyjnym napotyka się znaczne trudności. Główna trudność przy wykonywaniu takich procesów polegała przede wszystkim na konieczności stosowania dużej ilości żużła oraz innych materiałów nie przewodzących elektryczności, wskutek czego doprowadzanie ciepła do ładunku wymagało zbyt wiele czasu, a przebieg redukcji rudy był bardzo powolny. Prócz tego zasadowa wyprawa pieca ulegała zbyt szybko zużyciu.

Korzyści, wynikające z możliwości zastosowania pieca indukcyjnego do wytwarzania bezpośrednio z rud stopów żelaznych o małej zawartości węgla, są tak oczywiste, że już niejednokrotnie starano się rozwiązać to zagadnienie. Na przykład według patentu amerykańskiego nr 1893992 w celu uniknięcia trudności powodowanych złą przewodnością elektryczną ładunku wprowadzano do zwykłego pieca indukcyjnego o wielkiej częstotliwości przewodzące elektryczność kawałki metalu, np. w postaci prętów, części rur itd., rozmieszczając je w całej masie ładunku składającego się z rudy i żelazokrzemu.

Materiały przewodzące elektryczność

ogrzewa się za pomocą prądów indukowanych i za pomocą tych materiałów przenosi się ciepło do otaczającego je ładunku. Metal, otrzymany zarówno wskutek redukcji rudy, jak i z dodanych do ładunku kawałków metalu opada przez żużel utworzony podczas procesu i zbiera się na dnie pieca, podczas gdy żużel, który źle przewodząc elektryczność nie ulega ogrzaniu działaniem prądów indukowanych, twardnieje w górnej części pieca natychmiast po wydzieleniu się zeń i opadnięciu roztopionego metalu. Jednakże sposób ten nie znalazł zastosowania w przemyśle.

Według patentu szwedzkiego nr 80055 starano się uniknąć trudności, powodowanych złą przewodnością elektryczną ładunku, przez uprzednie roztopianie pewnej ilości metalu w piecu indukcyjnym. Następnie przerabiany ładunek czyli rudę i topniki doprowadzano do tej kąpieli roztopionego metalu przez przewód przewodzący elektryczność, np. wykonany z grafitu lub podobnego materiału, w którym ciepło wywiązujące się wskutek działania prądów indukowanych zostaje przeniesione do ładunku, zanim ładunek ten zostanie wprowadzony do roztopionego metalu. Ten sposób również nie przyjął się w praktyce.

Wszystkie znane sposoby redukcji rud w piecu indukcyjnym w celu bezpośredniego wytwarzania z nich stopów żelaznych o małej zawartości węgla nie dały zadowalających wyników technicznych i ekonomicznych, wskutek czego uważano, że wytwarzanie metali i ich stopów przez redukcję rud w piecu indukcyjnym jest niewykonalne.

Na podstawie dokładnych studiów i badań, uzupełnionych wyczerpującymi doświadczeniami i próbami wykonanymi w skali przemysłowej, zostało stwierdzone, że jednak można wytwarzać stopy żelazne bezpośrednio z rud w piecu indukcyjnym w sposób zadowalający zarówno pod

względem technicznym, jak i ekonomicznym. Na przykład stwierdzono, że w tym przypadku duże znaczenie posiada energiczne mieszanie ładunku podczas redukcji rudy, a znaczna ilość roztopionego metalu powinna zawsze pozostawać w piecu po spuszczeniu gotowych stopów. Wynalazek niniejszy został oparty na podobnych stwierdzeniach, dokonanych w ciągu badań, co zostało bardziej szczegółowo wyjaśnione niżej uwypuklając charakterystyczne i nowe jego cechy.

Przy wykonywaniu sposobu według wynalazku niniejszego poddawane redukcji tlenki metali, jak np. tlenki chromu, molibdenu, manganu, wolframu, tytanu, wanadu, niobu itd., redukuje się za pomocą krzemu, stosowanego w postaci żelazo-krzemu, krzemku wapnia, stopów krzemu z odpowiednimi metalami itd., albo za pomocą innych metalicznych środków redukcyjnych, takich jak np. wapń, aluminium, magnez, sód itd. Krzemionkę i (albo) inne materiały o charakterze kwaśnym, powstałe podczas redukcji rudy, przeprowadza się do żużla za pomocą dodatków zasadowych, jak np. wapna, magnezji itd. Stosowanie magnezji (tlenku magnezu) jako topnika jest szczególnie korzystne, ponieważ polepsza trwałość wyprawy tygla. Proces przeprowadza się w piecu indukcyjnym, zasilanym prądem o wielkiej częstotliwości w celu ogrzewania ładunku i prądem o małej częstotliwości w celu mieszania albo poruszania roztopionej kąpieli. Natężenie każdego z dwóch rodzajów prądu reguluje się niezależnie od siebie. Piec indukcyjny, stosowany do wykonywania sposobu według wynalazku, został opisany w patencie norweskim nr 56108.

Gdy piec indukcyjny stosuje się np. do rafinowania stali, to najpierw roztopia się ładunek i rafinowanie rozpoczyna się wówczas, gdy piec będzie, praktycznie biorąc, napełniony roztopionym metalem. Natomiast przy wykonywaniu sposobu według

wynalazku niniejszego, np. w piecu indukcyjnym według patentu norweskiego nr 56108, można przepuszczać prąd o małej częstotliwości, o ile to jest pożądane, i zwykle prąd ten bywa stosowany wówczas, gdy piec jest napełniony roztopionym metalem zaledwie częściowo, np. do $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ jego objętości.

W celu otrzymywania dobrych wyników ważne jest przeprowadzanie procesu w sposób ciągły. Osiąga się to przez usuwanie zaledwie niedużej ilości roztopionego metalu, zawartego w piecu, podczas spustu gotowego metalu, przy czym w piecu stale pozostaje pewna ilość metalu, wynosząca co najmniej $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ lub więcej całkowitej objętości metalu razem z ładunkiem rudy i utworzonych żużli.

Podczas przeprowadzania sposobu po raz pierwszy w piecu zaopatrzonym w nową wyprawę ogniotrwałą do pieca wprowadza się najpierw taką ilość ładunku, aby tygiel pieca był wypełniony aż do $\frac{2}{3}$, a nawet do większej części swej pojemności. Po roztopieniu metalu i dobrym zmieszaniu go, do ciekłej kąpieli metalowej wprowadza się ładunek miałko rozdrobnionej rudy, dobrze zmieszanej z metalicznym środkiem redukcyjnym, np. z żelazo-krzemem, i topnikiem, np. wapnem. Cały ładunek można wprowadzać do kąpieli od razu albo też okresowo porcjami wprowadzając go do kąpieli metalowej z przerwami dopóty, aż cały ładunek zostanie wprowadzony. Po wprowadzeniu do pieca całego ładunku przepuszcza się prąd o małej częstotliwości, dzięki czemu ładunek jest poruszany ruchem wirowym i dokładnie miesza się z roztopionym metalem. W tymże czasie prąd o wielkiej częstotliwości, doprowadzany bez przerwy, wywiązuje w roztopionym metalu i w zmieszonym z nim ładunku ciepło niezbędne do spowodowania redukcji tlenku albo tlenków metali ładunku oraz do wytworzenia roztopionego żużla. Podczas wytwarzania stali nierdzew-

nej i nieplamiącej się proces rozpoczyna się z kąpielą roztopionej stali, przy czym metal albo metale, przeznaczone do wytworzenia stopu, znajdują się w ładunku w postaci tlenków (rud) i są poddawane redukcji, jak opisano wyżej. W odpowiednich odstępach czasu, gdy w miarę wytwarzania żużla maleje przewodność elektryczna ładunku, a tym samym wywiązywanie się ciepła, albo też w miarę wypełniania pieca, usuwa się utworzony żużel, przy czym prąd o małej częstotliwości, powodujący mieszanie się kąpieli, jest przerywany od czasu do czasu. Następnie do pieca wprowadza się świeży ładunek i ponownie rozpoczyna wytapianie.

Od czasu do czasu mniejszą część roztopionego metalu usuwa się z pieca, np. około 200—400 kg w przypadku stosowania pieca o pojemności 1000 kg. Po spuszczeniu tego metalu kąpiel metalową i nowy ładunek ponownie poddaje się ogrzewaniu i mieszaniu i proces przeprowadza się tak długo, aż zajdzie potrzeba ponownego usuwania żużla albo spustu części gotowego metalu.

Podczas pracy w sposób ciągły unika się większych zmian temperatury wyprawy pieca. Nie jest konieczne stosowanie prądu o małej częstotliwości przez cały czas, gdyż w celu zmniejszenia zużycia ogniotrwałej wyprawy pieca należy pracować od czasu do czasu bez mieszania zawartości pieca, ponieważ przewodzenie ciepła do ładunku, spoczywającego na roztopionej kąpiel metalowej, może się znacznie zmieniać. Nadmiar ciepła kąpieli można zużytkować podczas następującego potem mieszania zawartości pieca.

Postępując w sposób opisany wyżej można korzystnie wytwarzać w elektrycznym piecu indukcyjnym stopy żelazne o dowolnie małej zawartości węgla, jak np. żelazo-chrom, żelazo-molibden, żelazo-mangan, żelazo-tytan, żelazo-wolfram, żelazo-wanad, żelazo-niob, a także stal nie-

rdzewną itd., pomimo iż reakcje, zachodzące w piecu, powodują wytwarzanie się znacznej ilości żużla o objętości wielokrotnie większej od ilości zredukowanego metalu. Podczas wytwarzania żelazo-chromu ilość (objętość) wytworzonego żużla przewyższa w przybliżeniu 9-ciokrotnie ilość zredukowanego metalu. Przy właściwym dobraniu zawartości chromu w ładunku można bezpośrednio wytwarzać stopy żelazo-chromowe o zawartości chromu odpowiadającej jego zawartości w zwykłej stali nierdzewnej. Możliwe jest również w tym samym zabiegu redukcji jednocześnie zredukowanie tlenków dwóch albo kilku metali i przeprowadzanie zredukowanych metali do roztopionej kąpieli metalowej, jak to zachodzi przy wytwarzaniu stopów specjalnych, zawierających np. chrom, nikiel itd.

W najlepszej postaci wykonania sposobu według wynalazku niniejszego trzon pieca indukcyjnego posiada przekrój rozszerzający się ku górze, np. posiada on kształt obróconego stożka, którego kąt wierzchołkowy wynosi najlepiej około 60° lub więcej. Dzięki zastosowaniu pieca o takim kształcie znaczna ilość żużla, wytwarzanego podczas procesu w miarę przebiegu redukcji, łatwo mieści się w górnej części pieca. Taki kształt pieca sprzyja również zwiększeniu powierzchni roztopionej kąpieli metalowej, przy czym powierzchnia zetknięcia kąpieli z żużlem wzrasta przy zwiększeniu zawartości pieca, jak również znacznie ułatwione jest dodawanie do kąpieli ładunku, składającego się z rudy i metalicznego środka redukcyjnego oraz topnika.

Stożkowaty kształt trzonu pieca posiada również tę korzyść, iż spuszczenie większej lub mniejszej ilości gotowego metalu powoduje zaledwie nieduże obniżenie poziomu roztopionej kąpieli metalowej. Stanowi to jednak znaczną korzyść, jeśli chodzi o indukcyjny obwód elektryczny,

ponieważ unika się stosowania kilku obwodów, co jest konieczne w przypadku stosowania pieca o kształcie cylindrycznym.

Okazało się, że zasadowa wyprawa pieca ulega większemu zużyciu pod działaniem krzemionki wytwarzanej podczas reakcji. Krzemionka ta jest odprowadzana ku ścianom pieca przez wprawianie w ruch kąpeli metalowej. Zwiększenie dodatków zasadowych, np. wapna i magnezji, zmniejsza zużycie wyprawy pieca. Jednakże pomimo to zachodzi jeszcze bardzo znaczne zużycie wyprawy, nawet jeżeli ładunek zawiera wapno albo magnezję z pewnym nadmiarem w porównaniu z ilością potrzebną do związania całkowitej ilości krzemionki.

Stwierdzono, że takiemu nadmiernemu zużyciu zasadowej wyprawy pieca można zapobiec przez uprzednią specjalną wstępną przeróbkę i przygotowanie ładunku. Jeżeli założy się, że ładunek utworzony z mieszaniny rudy, żelazo-krzemu i wapna tworzy grubą warstwę nad kąpielą roztopionego metalu w piecu indukcyjnym i przez kąpiel przepuszcza się prąd o małej częstotliwości, służący do mieszania kąpeli, to ruda o większym ciężarze właściwym, a także żelazo-krzem, wykazujący chemiczne powinowactwo do metalu kąpeli dzięki wytwarzaniu krzemków, miesza się z kąpielą najpierw, lżejsze zaś wapno wykazuje skłonność do utrzymywania się na powierzchni kąpeli. Ruda i żelazo-krzem reagują następnie ze sobą w kąpeli roztopionego metalu i wtedy dopiero wytworzona krzemionka zaczyna szkodliwie oddziaływać na wyprawę pieca.

Według wynalazku niniejszego przerabiany ładunek przygotowuje się tak, aby wprowadzone wapno znajdowało się w tym czasie w dostatecznej ilości dokładnie w tym miejscu, w którym powstaje krzemionka. Osiąga się to przez zastosowanie takich materiałów zasadowych, jak wapno albo magnezja, metalicznego środka re-

dukcyjnego, np. żelazo-krzemu i (albo) przerabianej rudy w postaci rozkruszonej i roztartej w taki sposób, aby materiały zasadowe zostały wtłoczone do cząstek metalicznego środka redukcyjnego albo też zostały wyprażone, ewentualnie stosowane razem z rudą lub rudami.

Bez względu na to, czy dodatki zasadowe, np. wapno, zostaną połączone z metalicznym środkiem redukcyjnym, czy też z rudą albo z tym środkiem i rudą jednocześnie, w każdym razie — gdy podczas reakcji środka redukcyjnego z rudą powstaje krzemionka — zawsze w bezpośrednim sąsiedztwie znajdzie się ilość materiałów zasadowych dostateczna do związania krzemionki w postaci krzemianu, np. krzemianu wapnia, dzięki czemu skłonność krzemionki do nagryzania wyprawy pieca zostaje znacznie zmniejszona.

Połączenie składników przerabianego ładunku wykonywa się najlepiej w taki sposób, że rudę, środek redukcyjny i dodatki zasadowe najpierw rozciera lub kruszy się tak, aby wszystkie trzy składniki były połączone ze sobą w poszczególnych cząstkach, co znacznie ułatwia jednoczesne wprowadzanie ich do roztopionej kąpeli metalowej. Przez takie połączenie poszczególnych składników ładunku osiąga się tę znaczną korzyść, że przede wszystkim środek redukcyjny będzie od razu reagował z rudą redukując ją, jak również wytworzona krzemionka będzie się natychmiast łączyła z wapnem lub innym stosowanym dodatkiem zasadowym w postaci odpowiedniego krzemianu, np. krzemianu wapnia.

Rozkruszanie albo rozcieranie trzech składników ładunku można wykonywać w różny sposób w znanych urządzeniach odpowiednich. Na przykład poszczególne składniki ładunku można najpierw osobno rozdrobnić albo rozetrzeć, następnie zmieszać w żądanym stosunku, a następnie poddać ponownemu rozcieraniu, ko-

rzystnie w gniotowniku, albo też przepuścić między walcami zgniatając je razem.

Następnie w celu ułatwienia połączenia składników ładunku korzystnym się okazało poddawanie mieszaniny tych składników odpowiedniej przeróbce cieplnej w celu związania cząstek ze sobą jeszcze przed jednoczesnym rozkruszeniem ich. Tę wstępną przeróbkę cieplną można przeprowadzać w temperaturze 200—600°C. W celu ułatwienia połączenia poszczególnych cząstek można do ładunku dodawać środków spiekających.

Zlepianie się składników ładunku można ponadto ułatwić przez dodanie niedużej ilości substancji, powodujących bezpośrednio sklejanie się cząstek, jak np. nieznacznej ilości szkła wodnego albo cementów organicznych, które nie mogłyby wprowadzić węgla do kąpieli metalowej.

Wobec wysokiej ceny pieca indukcyjnego i dużych kosztów stosowania go ogrzewanie indukcyjne jest stosunkowo kosztowne, zwłaszcza przy wytwarzaniu znacznej ilości ciepła. W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w piecu indukcyjnym, a tym samym i zmniejszenia w znacznym stopniu kosztów produkcji, wynalazek niniejszy zmierza do zmniejszenia zapotrzebowania energii elektrycznej przez zastosowanie dodatkowego czyli pomocniczego źródła ciepła. Można to uskutecznić łącząc piec indukcyjny z odpowiednim urządzeniem ogrzewającym, w którym ciepło może być wywiązywane stosunkowo mniejszym kosztem, niż w piecu indukcyjnym. W takim urządzeniu ogrzewającym wytwarzać ciepło można za pomocą elektrycznych grzejników oporowych, przez spalanie paliwa albo też w inny mniej kosztowny sposób. Urządzenie ogrzewające może służyć do uprzedniego podgrzewania ładunku i w tym przypadku ładunek może być ogrzewany podczas mieszania i łączenia jego składników, po czym ładunek, ogrzany do wysokiej temperatu-

ry, może być załadowywany w sposób ciągły lub okresowo do pieca indukcyjnego. To dodatkowe ciepło, służące do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w piecu indukcyjnym, można również uzyskiwać przez wprowadzanie do ładunku odpowiedniej ilości materiałów powodujących przebieg reakcji egzotermicznych, jak to zachodzi np. w procesach redukcji za pomocą aluminium lub krzemu.

Korzyści wstępnego podgrzewania ładunku ciepłem dodatkowym ze względu na zużycie energii elektrycznej w piecu indukcyjnym wynikają z przykładu następującego.

Wytwarzanie żelazo-chromu.

Obliczenie na 1 tonę gotowego żelazo-chromu.

a) Bilans cieplny bez wstępnego podgrzewania ładunku.

Ogrzanie do 1600°C i
roztopienie 1000 kg me-
tal (o cieple właści-
wym 0,2) wymaga 415 kW/godz.

Ogrzanie do 1600°C i
roztopienie 2700 kg żu-
żła włącznie z ciepłem
wytwarzania żużla wy-
maga 1020 kW/godz.

1435 kW/godz.

Ciepło reakcji egzoter-
micznych odpowiada 495 kW/godz.

Całkowita ilość energii
elektrycznej potrzebnej
w piecu indukcyjnym
wynosi 940 kW/godz.

b) Bilans cieplny przy wstępnym podgrzewaniu ładunku do 900°C.

Ogrzanie do 1600°C i
roztopienie 1000 kg me-

tału i 2700 kg żużła
wymaga 1435 kW/godz.

Ogrzanie do 900°C 1000
kg metalu (o cieple wła-
ściwym 0,18)
185 kW/godz.

Ogrzanie
do 900°C
2700 kg
żużła
(o cieple
właści-
wym 0,22) 615 kW/godz.

800 kW/godz.

wynosi 635 kW/godz.

Ciepło reakcji egzoter-
micznych odpowiada 495 kW/godz.
Całkowite zapotrzebo-
wanie energii elek-
trycznej w piecu induk-
cyjnym wynosi 140 kW/godz.

Następujące przykłady ilustrują różne
odmiany wykonania sposobu według wy-
nalazku niniejszego w 30-kilogramowym
piecu indukcyjnym.

Przykład I. Roztopiono 6,3 kg $Fe-Cr$
(70% Cr) i do kąpieli metalowej dodano
małymi porcjami 16 kg mialko sproszko-
wanej mieszaniny z:

65% rudy chromowej,
18% $CaSi_2$,
17% CaO .

Czas między roztopieniem ładunku a
spustem gotowego stopu wynosił 30 minut.
Żużel, który bardzo łatwo wydostawał się
na powierzchnię kąpieli, usuwano kilka-
krotnie. Otrzymany metal ważył 8,6 kg
i zawierał:

64,5% Cr i
2,0% Si .

Otrzymano żużel o składzie chemicz-
nym:

27,5% SiO_2 ,
31,0% CaO ,

14,5% MgO ,
4,1% Cr .

Przykład II. Roztopiono 3,89 kg $Fe-$
 Cr (64,5% Cr) i do roztopionej kąpieli do-
dano 15 kg mialko sproszkowanej miesza-
niny składającej się z:

57,3% rudy chromowej,
11,7% $Fe-Cr$ (90% Fe)
31,0% CaO .

Otrzymano 6,01 kg stopu zawierają-
cego:

55,4% Cr
2,99% Si .

Zawartość chromu w żużlach wynosiła
2,3%.

Przykład III. Roztopiono 5 kg $Fe-Mn$
oraz 2 kg stali. Do roztopionej kąpieli do-
dano 15 kg mialko sproszkowanej miesza-
niny składającej się z:

56,0% rudy manganowej,
11,4% $Fe-Si$,
32,6% CaO .

Otrzymano stop zawierający:

61,4% Mn i
4,93% Si .

Żużel zawierał 21% Mn .

Przykład IV. Roztopiono 5 kg żelazo-
molibdenu. Do roztopionego stopu dodano
15 kg mialko sproszkowanej mieszaniny
składającej się z:

40% MoO_3 ,
20% Si ,
4% $Fe-Si$ (45% Si) i
36% palonego wapna.

Otrzymany stop zawierał:

45,1% Mo i
3,56% Si .

Żużel zawierał:

1,0% Mo ,
33,9% SiO_2 ,
30,0% MgO .

Rozumie się, że sposób według wy-
nalazku niniejszego nie jest ograniczony tyl-

ko do wyżej przytoczonych przykładów służących jedynie do lepszego wyjaśnienia przedmiotu wynalazku. Żelazo-wolfram, żelazo-tytan, żelazo-wanad, żelazo-niob itd. można wytwarzać w myśl wynalazku niniejszego w sposób podobny do opisanego w przykładach.

Nazwa „stop żelazny”, użyta w opisie i zastrzeżeniach patentowych, oznacza nie tylko znane obecnie zwykłe produkty handlowe z tych stopów łącznie ze stalami nierdzewnymi, lecz także dotyczy i stopów, w których metal stopowy, np. chrom, znajduje się w ilości zbliżonej, a nawet sięgającej aż do 100%, jak np. w podanych przykładach otrzymywanie chromu i manganu metalicznego.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób wytwarzania w piecu indukcyjnym stopów żelaznych o małej zawartości węgla przy stosowaniu prądu o wielkiej częstotliwości do ogrzewania ładunku oraz prądu o małej częstotliwości do mieszania kąpieli metalowej, znamienny tym, że do stosunkowo dużej kąpieli roztopionego metalu w piecu wprowadza się miałko rozdrobniony ładunek składający się z rudy, środka redukcyjnego i, w razie potrzeby, topnika oraz energicznie miesza się zawartość pieca podczas redukcji tlenków rudy przez stosowanie prądu o małej częstotliwości, następnie spuszcza się z pieca gotowy metal w takiej ilości, aby w piecu pozostała objętość kąpieli metalowej, wynosząca co najmniej $\frac{1}{3}$ całkowitej objętości zawartości pieca, oraz w miarę potrzeby usuwa się z pieca żużel.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że miałko rozdrobniony ładunek składający się z rudy, metalicznego środka redukcyjnego i, w razie potrzeby, topnika wprowadza się do stosunkowo dużej roztopionej kąpieli metalowej w piecu tak, aby poszczególne cząstki zostały dokład-

nie i równomiernie rozdzielone w całej kąpieli przez zastosowanie mieszania za pomocą prądu o małej częstotliwości.

3. Sposób według zastrz. 1—2, znamienny tym, że miałko rozdrobniony ładunek uprzednio ogrzewa się ciepłem z dodatkowego źródła ciepła, następnie wstępnie ogrzany ładunek wprowadza się do stosunkowo dużej roztopionej kąpieli metalowej w piecu i podczas redukcji tlenków rudy energicznie miesza zawartość pieca za pomocą prądu o małej częstotliwości.

4. Sposób według zastrz. 1—3, znamienny tym, że miałko rozdrobniony ładunek wprowadza się do kąpieli metalowej okresowo, jak również gotowy metal spuszcza się z pieca okresowo w takiej ilości, aby w piecu pozostawała co najmniej $\frac{1}{3}$ całkowitej jego zawartości, jak również okresowo usuwa się z pieca żużel.

5. Sposób według zastrz. 1—4, w zastosowaniu do wytwarzania takich stopów żelaznych, jak żelazo-chrom, żelazo-mangan, żelazo-molibden, żelazo-wolfram, żelazo-tytan, żelazo-wanad, żelazo-niob itd. o małej i średniej zawartości węgla, przy czym odpowiednie tlenki rudy redukuje się za pomocą Si i (lub) Ca , i (lub) Al , i (lub) Mg , i (lub) Na itd., znamienny tym, że redukcję przeprowadza się w piecu indukcyjnym stosując prąd o wielkiej częstotliwości, w którym kąpiel podczas ogrzewania poddaje się energicznemu mieszaniu za pomocą prądów o małej częstotliwości, przy czym działania prądów o wielkiej i małej częstotliwości są niezależne od siebie, a ich natężenie może być regulowane z osobna.

6. Sposób według zastrz. 5, znamienny tym, że najpierw wytwarza się w piecu kapiel metalową, składającą się z metali przeznaczonych do wytwarzania stopu, albo do pieca doprowadza się kapiel z innego odpowiedniego metalu, a następnie do ciągle energicznie mieszanej kąpieli metalowej wprowadza się przerabiany ła-

dunek dopóty, aż powstanie żądana ilość stopu.

7. Sposób według zastrz. 6, znamienno tym, że proces prowadzi się tak, iż roztopiona kąpiel metalowa podczas całego procesu stanowi co najmniej $\frac{1}{3}$ całkowitej zawartości pieca, korzystnie zaś $\frac{2}{3}$ lub więcej, a żużel wytworzony podczas procesu usuwa się z pieca okresowo, przy czym prąd o małej częstotliwości, służący do mieszania kąpeli, doprowadza się okresowo.

8. Sposób według zastrz. 5—7, znamienno tym, że przerabianą rudę przed mieszaniem jej z pozostałymi składnikami ładunku poddaje się prażeniu i stosuje się ją w stanie ogrzanym.

9. Sposób według zastrz. 5—8, znamienno tym, że w celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w piecu indukcyjnym do ładunku dodaje się materiałów powodujących przebieg reakcji egzotermicznych, np. w nadmiarze żelazo-krzemu oraz odpowiedniej ilości azotanu sodu.

10. Sposób według zastrz. 5—9, znamienno tym, że jako topnik stosuje się tlenek magnezu.

11. Sposób według zastrz. 5—10, znamienno tym, że stosowany topnik, np. wap-

no lub magnezję, poddaje się rozcieraniu lub kruszeniu razem ze stosowanym metalicznym środkiem redukcyjnym, np. ze związkami krzemu i (albo) z rudą lub rudami w taki sposób, aby poszczególne cząstki otrzymanej mieszaniny zostały ze sobą ściśle połączone przez częściowe wtłaczanie w siebie tych cząstek.

12. Sposób według zastrz. 11, znamienno tym, że składniki przerabianego ładunku poddaje się razem kruszeniu w stanie podgrzanym, w celu ułatwienia łączenia się cząstek.

13. Sposób według zastrz. 11—12, znamienno tym, że do ładunku przed rozcieraniem go dodaje się w małej ilości ewentualnie ogrzanych materiałów, np. szkła wodnego, powodujących scementowywanie się lub spiekanie poszczególnych cząstek ładunku.

14. Sposób według zastrz. 1—13, znamienno tym, że stosuje się piec indukcyjny, posiadający topnisko o kształcie odwróconego stożka, którego kąt wierzchołkowy wynosi 60° lub więcej.

Gunnar Hörgård
Zastępca: M. Skrzypkowski
rzecznik patentowy