

C226 5/10



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 44845

Kl. ~~18 a, 18/08~~

Akademia Górniczo-Hutnicza*)

40a 5/10

Kraków, Polska

Sposób otrzymywania żelaza metalicznego z rud oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

Patent trwa od dnia 25 lipca 1960 r.

Do otrzymywania żelaza metalicznego z rud używane są powszechnie od dawna wielkie piece. Wielkie piece pozwalają na uzyskanie dużej produkcji z jednostki jak też odznaczają się wysoką wydajnością cieplną, nie mniej jednak mają one wiele ujemnych cech, do których należy przede wszystkim konieczność stosowania wysokogatunkowego koksu jako paliwa. Stanowi to poważny problem ze względu na coraz bardziej wyczerpujące się złoża węgla koksujących. Ponadto nie można stosować w wielkim piecu rud miałkich i pyłowych, które występują obecnie w coraz większych ilościach na skutek stosowania procesów wzbogacania.

Rudy miałkie i pyłowate aby mogły być poddane procesowi w wielkim piecu muszą być uprzednio zbrylone. Wiąże się to z budową odpowiednich i kosztownych urządzeń. Wyto-

pione w wielkim piecu żelazo zawsze zawiera znaczne ilości takich domieszek jak węgiel, krzem, mangan, fosfor i siarka. Szczególnie kłopotliwe są domieszki fosforu i siarki, które w wielu przypadkach mogą dyskwalifikować otrzymaną surówkę, przeznaczoną do określonych celów jak np. do wytopu stali szlachetnych.

W celu usunięcia ujemnych cech wielkiego pieca są prowadzone od kilku lat intensywne badania i poszukiwania za takimi metodami, które pozwoliły by wytwarzać żelazo poza wielkim piecem bez użycia koksu, z miałkich i pyłowych rud, przy czym dąży się do uzyskania żelaza zawierającego minimalne ilości domieszek.

Do znanych metod w tej dziedzinie należy między innymi metoda H-iron czyli żelazo-wodorowa, która polega na redukcji pyłowej rudy żelaznej za pomocą gazowego wodoru w temperaturze 570°C i pod ciśnieniem 17—20

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest doc. dr inż. Eugeniusz Mazanek.

atmosfer. W czasie procesu ruda znajduje się w stanie fluidyzacji, czyli zawieszenia w prądzie gazu reduktora. W metodzie zwanej RN stosuje się piec obrotowy, w którym drobno-kawałkowa ruda lub grudki rudy, utworzone z rud pyłowatych są redukowane półkoksem i gorącymi gazami w temperaturze 1050°C.

Metoda Wiberga polega na wykorzystaniu pieca szybowego, w którym bogata ruda kawałkowa lub grudki rudy są redukowane płynącym od dołu gorącym gazem o temperaturze około 1000°C zawierającym głównie CO. Gaz redukujący jest wytwarzany w elektro-czadnicy wypełnionej węglem drzewnym lub koksem.

W metodzie Höganäsa ruda kawałkowa jest redukowana za pomocą węgla drzewnego lub niskopopiołowego węgla kamiennego. Rudę i węgiel przesypuje się na przemian cienkimi warstwami w pionowych skrzyniach wykonanych ze stali żaroodpornej lub karborundu. Skrzynie są umieszczone na wózkach i przesuwane wolno w ciągu 3—5 dni przez piec tunelowy, w którym panuje temperatura 1100°C, przy czym następuje redukcja rudy.

Dymarkowa metoda Kruppa polega na przeobrażeniu w piecu obrotowym drobno kawałkowej ubogiej rudy zmieszanej z drobnym koksiem. Mieszanka ogrzewa się w przeciwnym kierunku przepływu gazów spalinowych na skutek obrotu pieca, wsad wolno przesuwany przez około 24 godz. do ujęcia, przy czym ruda redukuje się. Dzięki częściowemu nadtopieniu rudy następuje częściowe oddzielenie żelaza od skały piennej.

Metody te nie znalazły jednak szerszego zastosowania, bądź to ze względu na pracochłonność procesu i małą wydajność, bądź też ze względu na wysokie koszty danej metody.

Inaczej rozwiązuje to zagadnienie sposób i urządzenie do otrzymywania żelaza metalicznego z rud według wynalazku, które pozwala stosować jak najbardziej pyłowate rudy o ziarnistości poniżej 1 mm, bez użycia węgla kokującego, zaś produkt końcowy zawiera jako domieszkę jedynie węgiel. Najważniejszymi cechami procesu jest jego ciągłość, wykorzystanie własnych gazów redukcyjnych bez potrzeby doprowadzania gazu-reduktora z zewnątrz oraz bardzo duże wykorzystanie objętości pieca, wynoszące około dziesięciokrotnie więcej niż w wielkim piecu.

Piec jest uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój podłużny, a fig. 2 — przekrój poprzeczny.

W ogniotrwałej obudowie 2 jest osadzona retorta 1 wykonana z materiału dobrze przewodzącego ciepło, np. ze stali żaroodpornej, karborundu lub innego materiału ceramicznego. Retorta 1 może być wykonana ze zbieżnością na całej lub części długości to znaczy, że jej przekrój od strony załadowniczej będzie szerszy o np. 10 mm w porównaniu ze stroną zsypową. Przekrój poprzeczny retorty może być okrągły, owalny, prostokątny lub innych, a wymiary zależą od ilości żądanej produkcji: przekrój poprzeczny okrągły może wynosić np. $\varnothing = 250\text{--}300$ mm lub prostokątny $(200\text{--}250) \times (600\text{--}900)$ mm, zaś długość retorty winna wynosić 12—20 razy więcej niż przeliczeniowa średnica przekroju poprzecznego.

Na jednym końcu pieca jest zainstalowane urządzenie 3 do załadowywania wsadu oraz urządzenie 4, tłokowe, śrubowe lub inne do przepychania wsadu. Na drugim końcu pieca znajduje się ujęcie 5 dla gazów oraz zsyyp 6 z urządzeniem do odbioru gotowego produktu. Obudowa 2 otaczająca retortę 1 może być wzmocniona z zewnątrz stalowym pancernem. Pomiędzy retortą 1 a obudową 2 są umieszczone kanały grzewcze 7, w których przepływają spaliny ogrzewające retortę. W celu zwiększenia wydajności urządzenia jest zainstalowany obok niego regeneratory 8 lub rekueryperatory do podgrzewania gazu grzewczego i powietrza. Do ogrzewania retorty 1 można stosować niskokaloryczny gaz oraz gaz powstający podczas procesu wewnątrz retorty.

Dla wyprodukowania 1 t Fe/24 godz. retorta 1 urządzenia według wynalazku potrzebuje załedwie około 0,065 m³ swej objętości, gdy dla wyprodukowania tej samej ilości żelaza na dobę wielki piec potrzebuje najmniej 0,6 m³ objętości, a stosowane do tego samego celu piece obrotowe potrzebują około 3 m³ objętości pieca.

Mieszanka składająca się z rudy pylastej i miału lub pyłu węgla niekokującego w ilości pn. 20—25% w stosunku do rudy, jest ubijana lub prasowana najlepiej w postaci brykietów o kształcie i wymiarach odpowiadających poprzecznemu profilowi retorty 1. Brykiety stanowią wsad i są wprowadzane w sposób ciągły do retorty poprzez urządzenie 3. Jeden brykiet stanowi jeden nabój, który przesuwany urządzeniem 4 wzdłuż retorty 1. Częstotliwość załadowywania każdego naboju oraz jego okresowy przesuw w retorcie 1 jest skorelowany z długością retorty w ten sposób, aby czas pozostawania naboju w retorcie wynosi 90—120 minut,

zależnie od redukcyjności rudy i ilości węgla zawartego w naboju, co jest potrzebne dla uzyskania pełnej redukcji rudy.

Na skutek ogrzewania retorty 1 za pomocą kanałów grzewczych 7 utrzymuje się w jej wnętrzu temperatura 1000—1020°C. Zimny nabój wchodzący do retorty w strefę wysokich temperatur nagrzewa się. Po nagraniu do temperatury około 400°C rozpoczyna się intensywne wydzielanie gazu, który przedostaje się poprzez zbitą w nim masę rudy i węgla do ujęcia 5. Wydzielanie gazów redukcyjnych z węgla na skutek jego destylacji odbywa się przez cały czas przesuwania naboju przez retortę 1 i zakańcza się dopiero w jej końcowej części. Przez ten czas ruda sprasowana w naboju pozostaje stale pod działaniem własnych gazów redukcyjnych, które płyną w kierunku zgodnym z kierunkiem przesuwu naboju. Siła redukcyjna gazów jest stale odnawiana przez bezpośrednie ich stykanie się z węglem sprasowanym wraz z rudą, co umożliwia uzyskanie prawie 100% redukcji rudy w ciągu krótkiego okresu czasu. Dzięki temu proces redukcyjny zachodzący w retorcie nie wymaga doprowadzania z zewnątrz żadnych innych gazów redukcyjnych. Proces redukcyjny może być prowadzony przy normalnym ciśnieniu lub też przy ciśnieniu podwyższonym, uzyskanym przez zdmawienie w ujęciu 5 gazów, wydobywających się z naboju. Uchodzące z retorty gazy redukcyjne mają wartość kaloryczną około 4000 Kcal/Nm³ i są wykorzystywane do ogrzewania retorty w kanałach grzewczych 7. Prawie całkowicie zredukowana ruda zawarta w naboju jest wypychana przez zsyp 6 do urządzenia odbiorczego, po czym jest poddawana dalszej przeróbce.

Wykorzystując temperaturę gotowego produktu można go wprowadzić bezpośrednio do pieca elektrycznego, zainstalowanego obok retorty i przetopić na surówkę albo też gotowy produkt można ochłodzić w warunkach atmosfery obojętnej, a następnie rozdrobnić np. przez zmielenie, co jest bardzo łatwe ze względu na kruchość wsadu i poddać wzbogaceniu elektromagnetycznemu. W pierwszej odmianie procesu po przetopieniu w piecu elektrycznym otrzymuje się surówkę o zawartości węgla do 4% i tylko ze śladami forforu i siarki. Zastosowanie gorącego wsadu, praktycznie całkowicie zredukowanego znacznie zwiększa wydajność pieca elektrycznego, który może przetopić około czterokrotnie większą ilość wsadu niż przy użyciu wsadu zimnego i niezredukowa-

nego oraz przy użyciu zaledwie 550—650 kWh/t Fe, zamiast jak dotychczas 2400 kWh/t Fe.

W drugiej odmianie procesu zredukowany w retorcie produkt jest chłodzony i mielony, a następnie poddany wzbogaceniu magnetycznemu. Wzbogacony produkt stanowi pył, który zawiera 94—95% żelaza, około 0,8% węgla i jest praktycznie wolny od innych domieszek. Tak otrzymany pył żelaza poddaje się sprasowaniu w brykiety, które z kolei stanowią wysokogatunkowy wsad do wytopu stali szlachetnych w piecach elektrycznych lub martenskich.

Przykład: wsad obliczony na 1 t gotowego produktu składa się z około 1670 kg koncentratu rudy pyłowatej o zawartości 60% Fe oraz z około 380 kg pyłu węglowego o ziarnistości poniżej 0,5 mm z węgla typu 32—33. Składniki te miesza się z sobą, a następnie prasuje w brykiety w kształcie prostokąta o wymiarach 235 × 800 × 400 mm, gdzie grubość brykietu wynosi 400 mm. Każdy brykiety stanowi jeden nabój, który jest wprowadzany co około 4 minuty do urządzenia załadowczego 3. Bezpośrednio przed załadowaniem nowego naboju do ogrzanej retorty 1, urządzenie 4 przesuwają znajdujący się w retorcie nabój o 400 mm, dzięki czemu nabój znajdujący się na końcu retorty i przebywający w niej najdłużej zsunie się po zsypie 6 do urządzenia odbiorczego. Następnie urządzenie 4 cofa się robiąc miejsce dla załadowania nowego naboju znajdującego się w urządzeniu 3. Wewnątrz retorty panuje temperatura 1000—1020°C. Nabój po wejściu do retorty nagrzewa się przez kilka minut do temperatury około 400°C. Po nagraniu zaczyna wydobywać się z naboju gazy redukcyjne, które uchodzą z niego przez cały czas przesuwu wewnątrz retorty, redukując rudę. Nabój jest przesuwany co około 4 minuty o 400 mm w kierunku zsyphu, tak że całkowity czas pozostawiania naboju w retorcie wynosi 120 minut. Czas ten pozwala na prawie 100% zredukowanie rudy zawartej w naboju.

Zredukowany nabój jest zsuwany po zsypie do urządzenia odbiorczego, po czym może być poddany dalszemu przerobowi w dwóch odmianach.

Pierwsza odmiana polega na bezpośrednim wprowadzeniu zredukowanych i gorących brykietów do pieca elektrycznego, w którym są przetapiane na surówkę. Czas przetopu zależy od pojemności pieca elektrycznego, a wydajność może być czterokrotnie zwiększona w stosunku do wsadu zimnego i niezredukowanego.

Otrzymana surówka zawiera do 4% węgla oraz ślady fosforu i siarki.

Druga odmiana polega na ochłodzeniu w atmosferze obojętnej zredukowanych brykietów i ich zmieleniu. Zmielony pył poddaje się wzbogaceniu elektromagnetycznemu. Wzbogacony pył zawiera 94—95% czystego żelaza, około 0,8% węgla oraz około 4% trudnych do usunięcia przy wzbogacaniu elektromagnetycznym części skały płonnej. Wzbogacony pył żelaza poddaje się następnie sprasowaniu w brykiety o dowolnych wielkościach. Sprasowane w brykiety żelazo stanowi wsad do pieców elektrycznych lub martenowskich do wytopu wysokogatunkowych stali szlachetnych.

Dla otrzymania sposobem według wynalazku produkcji żelaza wynoszącej 100 t Fe/24 godz. jest potrzebna bateria np. 40 retort o wydajności 25 t/24 godz. każda, 10 pras brykietujących oraz 2 piece elektryczne, względnie odpowiednio wydajne urządzenia do wzbogacenia elektromagnetycznego.

Dotychczas dla otrzymania tej samej ilości żelaza pracują równocześnie wielki piec o pojemności około 1000 m³, dwie baterie koksoownicze np. typu PWR-57 oraz taśma aglomeracyjna o powierzchni spiekania 75 m².

Zastosowanie sposobu i urządzenia według wynalazku znacznie zmniejsza koszty inwestycyjne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania żelaza metalicznego z rud, znamienne tym, że wsad składający się z miałkiej lub pyłowej rudy żelaza oraz miału lub pyłu węgla niekoksującego, w odpowiednio dobranym stosunku, jest redukowany w resorcie własnymi gazami redukcyjnymi, pochodzącymi z destylacji węgla w trakcie ogrzewania wsadu przez cały czas jego przesuwania przez retortę, przy czym gazy stykając się na swej drodze z węglem stale odnawiają swoją zdolność redukcyjną, zaś kierunek przepływu gazów jest zgodny z kierunkiem przesuwu wsadu.
2. Sposób według zastrz. 1, znamienne tym, że proces redukcji rudy we wsadzie jest prowadzony przy normalnym ciśnieniu.
3. Odmiana sposobu według zastrz. 2, znamienne tym, że proces redukcji rudy jest prowadzony przy podwyższonym ciśnieniu, uzyskanym przez zdławienie własnych ga-

zów redukcyjnych w ujściu dla gazów z retorty.

4. Sposób według zastrz. 1 i 2, zamienny tym, że uzyskany produkt jest bezpośrednio przetapiany na surówkę w znanym elektrycznym piecu stalowniczym.
5. Odmiana sposobu według zastrz. 4, znamienne tym, że uzyskany produkt jest chłodzony w atmosferze obojętnej, a następnie rozdrobiony i poddawany wzbogaceniu elektromagnetycznemu, zaś otrzymany pył żelazny jest prasowany, najlepiej w brykiety, które stanowią wsad do wytopu stali szlachetnych.
6. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1—5, znamienne tym, że składa się z retorty (1) wykonanej z materiału o dobrym przewodnictwie cieplnym, mającej odpowiednio dobrany i ukształtowany przekrój oraz długość, która na jednym swym końcu ma zamontowane załadownicze urządzenie (3) oraz urządzenie przepychowe (4) np. tłokowe, zaś na drugim końcu znajduje się ujście (5) dla gazów oraz zsyp (6); a całość jest otoczona z zewnątrz ogniotrwałą obudową (2) zabezpieczoną pancerzem.
7. Urządzenie według zastrz. 6, znamienne tym, że pomiędzy retortą (1) a obudową (2) są umieszczone kanały grzewcze (7), a obok urządzenia jest zainstalowany znany rekuperator (8) lub generator.
8. Urządzenie według zastrz. 6 i 7, znamienne tym, że retorta (1) jest wykonana ze zbieżnościami na całej długości lub na jej części.
9. Urządzenie według zastrz. 6—8, znamienne tym, że objętość użyteczna retorty (1) na 1 t/Fe metalicznego produkowanego w ciągu 24 godzin wynosi poniżej 0,1 m³.
10. Urządzenie według zastrz. 6—9, znamienne tym, że retorta (1) jest ogrzewana gazem doprowadzanym z zewnątrz do kanałów (7) oraz gazami odprowadzanymi z retorty (1) ujściem (5).
11. Urządzenie według zastrz. 6—10, znamienne tym, że wsad, najlepiej sprasowany, jest ładowany do retorty (1), a następnie przesuwany w sposób ciągły do zsypu (6), przy czym częstotliwość załadowywania przesuwu wsadu oraz jego nagrzewania jest skoregowana z długością retorty oraz szybkością przebiegu procesu redukcji rudy.

