



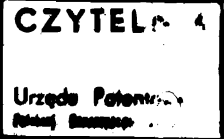
Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 04.09.80 (P. 226581)

Pierwszeństwo: 04.09.79 Stany Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 24.07.81

Opis patentowy opublikowano: 10.06.1985



Int. Cl.³ C21B 13/02

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: HYLSA, S.A., Monterrey (Meksyk)

Sposób wytwarzania żelaza gąbczastego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania żelaza gąbczastego na drodze redukcji gazowej rudy żelaznej w piecu szybowym z ruchomym złożem, a zwłaszcza sposób zastosowania gazu zawierającego węglowodory, szczególnie gazu koksowniczego, jako źródła czynnika redukującego w tego rodzaju procesie redukcji gazowej.

Znane sposoby redukcji gazowej, wykorzystujące piece szybowe z ruchomym złożem rudy żelaznej, są przedstawione w opisach patentowych Stanów Zjednoczonych nr 3 765 872, nr 3 770 421 i nr 3 816 102. W tego rodzaju sposobach redukcja rudy jest zwykle przeprowadzana za pomocą gazu redukcyjnego, składającego się w przeważającym stopniu z tlenku węgla i wodoru otrzymanego w dowolny odpowiedni sposób w drodze katalitycznej konwersji mieszaniny gazu ziemnego i pary wodnej.

W tego rodzaju sposobach wykorzystuje się zwykle piec szybowy, mający strefę redukcyjną w górnej części, a strefę chłodzenia w części dolnej. Przeznaczona do zredukowania ruda jest wprowadzana do szczytowej części pieca i opada poprzez piec w dół, najpierw przez strefę redukcyjną, w której kontaktuje się z ogrzanym gazem redukcyjnym, a następnie przez strefę chłodzącą, gdzie jest ochłodzona gazowym chłodziwem przed usunięciem jej ze spodu pieca.

Gaz wypływający ze strefy redukcyjnej jest schładzany dla usunięcia z niego wody i w wielu

2

przypadkach znaczna część ochłodzonego gazu po reakcyjnego jest ponownie ogrzewana i zawracana do strefy redukcyjnej. Podobnie, przynajmniej część gazu chłodzącego, odprowadzana ze strefy chłodzenia jest zwykle chłodzona i zawracana do strefy chłodzącej.

Dolna część pieca jest wyposażona w elementy do kontrolowania wyładowywania ochłodzonego żelaza gąbczastego z pieca, na przykład obrotowy zawór upustowy, zespół wibracyjny, przenośnik taśmowy lub tym podobne.

Obecnie stwierdzono, że jest korzystne stosowanie żelaza gąbczastego wyprodukowanego w takim piecu szybowym, jako części wsadu do wielkiego pieca. Stosując żelazo gąbczaste jako część wsadu wielkiego pieca można zwiększyć zdolność produkcyjną pieca i zmniejszyć zużycie koksu. Tym samym można uzyskać znaczne korzyści ekonomiczne.

Ponieważ w wielkich piecach stosuje się koks zarówno jako paliwo jak i jako czynnik redukujący i to w znacznych ilościach, zatem są one użytkowane zwykle w pobliżu zespołu baterii koksowniczych, które produkują zarówno koks jak i gaz koksowniczy, stanowiący produkt uboczny i zawierający składniki redukujące.

W przypadkach, gdy żelazo gąbczaste ma być użyte jako część wsadu wielkiego pieca, jest korzystne ekonomicznie łączenie urządzenia do wytwarzania żelaza gąbczastego z wielkim piecem i kok-

sownią, to znaczy umiejscowienie urządzenia do wytwarzania żelaza gąbczastego blisko wielkiego pieca. Tego rodzaju fizyczna bliskość urządzeń do wytwarzania żelaza gąbczastego i wielkich pieców daje liczne korzyści. Przykładowo, zmniejsza się ilość manipulacji otrzymanym żelazem gąbczastym oraz konieczność jego chłodzenia.

Następną potencjalną korzyścią tego rodzaju łącznej fabryki wytwórczej jest możliwość stosowania produktu ubocznego w postaci gazu koksowniczego jako źródła składników redukcyjnych, przeznaczonych do wytwarzania w urządzeniu do gazowej redukcji rudy. Występuje tu jednakże problem tego rodzaju, że surowy gaz koksowniczy stanowi niezbyt skuteczny czynnik redukujący rudę żelazną.

Jakkolwiek jest możliwe przetwarzanie gazu koksowniczego dla polepszenia jego własności redukcyjnych poprzez przykładowo proces konwersji katalitycznej, to jednak istniejące konwertyory katalityczne wymagają znacznych nakładów inwestycyjnych, co znacznie zwiększa koszt przetworzonego gazu. Gaz koksowniczy posiada ponadto stosunkowo dużą zawartość siarki, która ujemnie wpływa na katalizatory stosowane zwykle w znanych urządzeniach do konwersji katalitycznej. Tym samym, jeżeli gaz koksowniczy ma być konwertorowym w znanym typie konwertora katalitycznego, wówczas najpierw należy znacznie obniżyć zawartość siarki w gazie. Występuje zatem potrzeba opracowania ulepszonych sposobu powiększania własności redukcyjnych surowego gazu koksowniczego.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego sposobu konwersji gazu zawierającego znaczną część węglowodorów, na przykład gazu koksowniczego, dla powiększania jego własności redukcyjnych rudy żelaza. Celem wynalazku jest również opracowanie sposobu konwersji gazu zawierającego węglowodory, na przykład gazu koksowniczego lub podobnego, dla wytworzenia mieszaniny zawierającej znaczne ilości tlenu węgla i wodoru.

Celem wynalazku jest także opracowanie sposobu redukcjonowania rudy żelaznej, który ułatwia połączenie instalacji wytwarzającej żelazo gąbczaste z jednym lub więcej wielkich pieców oraz zespołu baterii koksowniczych dla uzyskania wzrostu zdolności produkcyjnej wielkich pieców i polepszenia ekonomiczności wykorzystania paliwa.

Celem wynalazku jest również wyeliminowanie potrzeby stosowania oddzielnego urządzenia do katalitycznej konwersji gazu dla polepszenia własności redukcyjnych gazu zawierającego węglowodory, zwłaszcza gazu koksowniczego.

Sposób wytwarzania żelaza gąbczastego w drodze redukcjonowania rozdrobionej rudy żelaznej w piecu szybowym z ruchomym złożem, mającym w górnej części strefę redukcyjną, w której powoduje się przepływ gorącego gazu redukcyjnego przez część tego złoża dla redukcji zawartej w nim rudy żelaza do postaci żelaza gąbczastego, i mającym w dolnej części strefę chłodzenia, przeznaczoną do studzenia żelaza gąbczastego, w którym gaz chłodzący zawierający węgiel doprowadza się do miejsca blisko jednego końca strefy chłodzenia, powodując przepływ tego gazu przez strefę chłodzenia

w kontakcie z zawartym w niej żelazem gąbczastym i nawęglaniem go, następnie odprowadza się ten gaz chłodzący w miejscu blisko drugiego końca tej strefy chłodzenia, po czym chłodzi się odprowadzony gaz, zwraca się ochłodzony gaz do strefy chłodzenia, tworząc zamknięty obieg gazu chłodzącego, według wynalazku charakteryzuje się tym, że doprowadza się do tego obiegu jako uzupełniacz gaz zawierający znaczną ilość gazowych węglowodorów, następnie doprowadza się do obiegu parę wodną, powodując reakcję pary wodnej i gazowego węglowodoru w obrębie strefy chłodzenia dla wytworzenia tlenku węgla i wodoru, oraz wykorzystuje się część gazu z tego obiegu dla zredukowania rudy żelaza w strefie produkcyjnej.

Jako gaz uzupełniający stosuje się gaz zawierający do około 30% objętościowo gazowych węglowodorów. Jako gazowy węglowódor korzystnie stosuje się metan.

Według korzystnego rozwiązania sposobu według wynalazku, z obiegu chłodzenia odprowadza się strumień gazu i poddaje się go ogrzaniu, a następnie tak ogrzany strumień gazu doprowadza się do strefy redukcyjnej dla redukcjonowania zawartej w niej rudy żelaznej.

Żelazo gąbczaste nawęglą się w dolnej części strefy chłodzenia, zaś reakcję doprowadzonej pary wodnej i gazowego węglowodoru dla utworzenia tlenku węgla i wodoru przeprowadza się w górnej części strefy chłodzenia.

Odprowadzaną część strumienia gazu usuwa się z obiegu za miejscem chłodzenia gazu obiegowego i przed miejscem doprowadzania do obiegu gazu uzupełniającego i pary wodnej.

Parę wodną doprowadza się do obiegu chłodzenia w miejscu usytuowanym za wylotem odwodnionego i chłodzonego gazu obiegowego i przed miejscem, w którym do obiegu jest doprowadzany gaz uzupełniający, względnie parę wodną doprowadza się do obiegu chłodzenia w miejscu usytuowanym za miejscem doprowadzania gazu uzupełniającego a przed miejscem chłodzenia gazu obiegowego, wypływającego ze strefy chłodzenia.

Parę wodną można doprowadzać bezpośrednio do strefy chłodzenia, blisko jej środka.

Strumień gazu odprowadzonego z obiegu chłodzenia może stanowić jedyne źródło gazu redukującego, doprowadzonego do strefy redukcyjnej reaktora.

Odprowadzany ze strefy redukcyjnej gaz prowadzi się przez chłodnicę gazu, pompę do powodowania krążenia gazu w obrębie obiegu gazu redukcyjnego oraz podgrzewacz do ponownego nagrzewania gazu obiegowego, po czym ponownie doprowadza się go do strefy redukcyjnej.

Odprowadzony z obiegu gazu redukcyjnego strumień gazu doprowadza się do obiegu gazu redukującego w miejscu usytuowanym pomiędzy pompą a podgrzewaczem, zaś zużyty gaz redukcyjny jest odprowadzany z obiegu gazu redukcyjnego w miejscu pomiędzy chłodnicą a pompą.

Jako gaz uzupełniający stosuje się gaz koksowniczy.

Stosunek molowy pary wodnej do gazowego węglowodoru jest od 1,0:1 do 1,5:1.

Przedmiot wynalazku zostanie uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia urządzenie do bezpośredniej redukcji gazem rud żelaza, przystosowane do prowadzenia zalecanego rozwiązania sposobu według wynalazku oraz jego modyfikacji.

Na rysunku przedstawiono redukcyjny piec szczytowy 10 z ruchomym złożem, mający w górnej części strefę redukcyjną 12, zaś strefa chłodzenia 14 jest podzielona na część górną 14a i część dolną 14b w dolnej części pieca. Przeznaczona do zredukowania ruda żelazna doprowadzana jest od szczytu pieca przez wlot 16 i spływa w dół poprzez strefę redukcyjną 12, w której ulega zredukowaniu za pomocą płynącego ku górze gorącego gazu, następnie do strefy chłodzenia 14 i poprzez nią odprowadzana jest na zewnątrz pieca poprzez spust 18. Redukcja rudy jest prowadzona za pomocą gazu redukującego, składającego się przeważnie z tlenku węgla i wodoru, ogrzanego w podgrzewaczu 20 od temperatury 750° do 1000°C, a następnie przepływającego przez przewód 22 do komory kieszeniowej 24, utworzonej przez wewnętrzną walcową przegrodę 26 i sąsiednią ścianę pieca. Z komory kieszeniowej 24 gaz redukujący przepływa wokół spodu przegrody 26, a następnie w górę przez warstwę rozdzieloną rudy żelaznej w strefie redukcyjnej 12, i u szczytu złoża rudy w strefie redukcji opuszcza reaktor przez przewód 28 i przepływa do chłodnicy 30, w której jest ochłodzony i odwodniony poprzez bezpośredni kontakt z wodą chłodzącą.

Ochłodzony i odwodniony gaz redukcyjny opuszcza chłodnicę 30 przez przewód 32 i jest następnie rozdzielany na część płynącą przez przewód 34 do odpowiedniego miejsca gromadzenia lub miejsca zastosowania, na przykład jako gaz opałowy.

Pozostała część gazu redukcyjnego, przepływająca przez przewód 32, przechodzi przez przewód 36 do pompy 38, za pomocą której jest pompowana przez przewód 40 z powrotem do podgrzewacza 20. Tym samym znaczna ilość gazu redukcyjnego przepływa w zamkniętym obwodzie, obejmującym strefę redukcyjną 12, przewód 28, chłodnicę 30, przewody 32, 36, pompę 38, przewód 40, podgrzewacz 20 i przewód 22. Jak pokazano na rysunku, przewód 34 jest wyposażony w regulator ciśnienia 42 dla utrzymywania pożądanego, podwyższonego ciśnienia wewnątrz pieca. Uzupełniający gaz redukcyjny jest dostarczany do okręgu gazu redukcyjnego z przewodu 44 w sposób opisany bardziej szczegółowo poniżej.

Strefa chłodzenia 14, podobnie do strefy redukcji 12, tworzy również część obiegu przepływu gazu. Gaz chłodzący wchodzi do spodu strefy chłodzenia przez przewód 46 i przepływa do kieszeniowej komory 48, ograniczonej ścianą pieca i wewnętrzną przegrodą 50 o kształcie stożka ściętego.

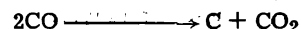
Z komory 48 gaz chłodzący przepływa wokół spodu przegrody 50, a następnie w górę przez części 14b i 14a strefy chłodzenia do komory kieszeniowej 52, ograniczonej ścianą pieca i przegrodą 54 o kształcie stożka ściętego. Z komory 52 gaz chłodzący przepływa przez przewód 56 do chłodnicy 58, w której jest ochłodzony oraz odwodniony, a

stąd przez przewód 60 do pompy obiegowej 62, za pomocą której jest pompowany przewodem 64 z powrotem do przewodu 46.

Według wynalazku, gaz chłodzący podawany przez przewód 46 na spód strefy chłodzącej jest również gazem redukcyjnym, który jest podobny do gazu wprowadzonego do strefy redukcji 12 z tym, że zawiera znaczne ilości tlenku węgla i wodoru.

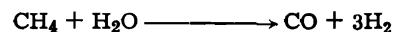
Obieg chłodzenia jest zasilany gazem uzupełniającym, dostarczany do niego z odpowiedniego źródła poprzez przewód 66 pod kontrolą regulatora przepływu 68. Uzupełniający gaz zawiera znaczną ilość gazowych węglowodorów i może stanowić przykładowo gaz zawierający do około 30% objętościowo metanu lub gaz koksowniczy, zawierający mniejszy stosunek metanu. W każdym przypadku gaz wchodzący do dołu strefy chłodzenia przez przewód 46 zawiera znaczną ilość węglowodorów.

Zimny gaz redukcyjny przepływający w górę przez strefę chłodzenia 14 spełnia przynajmniej trzy rozmaite funkcje. Dwie z tych funkcji są realizowane w strefach chłodzenia znanych pieców szczytowych z ruchomym złożem, a mianowicie chłodzenie zredukowanej rudy żelaznej oraz nawęglanie żelaza gąbczastego zgodnie z następującym równaniem:



W warunkach panujących w strefie chłodzenia, przeważająca ilość węgla wydzielonego w reakcji nawęglania reaguje z żelazem gąbczastym, tworząc węglík żelazowy, rozproszony w cząstkach żelaza gąbczastego opuszczającego reaktor przez spust 18. Wyładowane żelazo gąbczaste zawiera tylko stosunkowo małą ilość wolnego węgla.

Według obecnego procesu, strefa chłodzenia w ten sposób realizuje trzecią funkcję, że służy do konwersji gazu zawierającego węglowodory, płynącego w górę w tlenek węgla i wodór według następującego równania:



Dla przeprowadzenia tej reakcji doprowadza się do pieca wodę w postaci mgły wodnej, korzystnie pomiędzy górną częścią 14a a dolną częścią 14b strefy chłodzenia. Wyjaśniając bardziej szczegółowo, para wodna jest doprowadzana z odpowiedniego źródła przez przewód 70 zawierający regulator przepływu 72, a następnie przez przewód 74, zawierający zawór odcinający 76 do kieszeniowej komory 78, z której wypływa przez obwodowo usytuowany rząd otworów 80 do wnętrza strefy chłodzenia. Para wodna, zmieszana z płynącym do góry gazem zawierającym węglowodory, reaguje z nim według powyższego równania.

Reakcja pary wodnej i węglowodoru jest katalizowana za pomocą gorącego żelaza gąbczastego w części 14a strefy chłodzenia, zwiększając tym samym znacznie zawartość tlenku węgla i wodoru w obiegowym gazie chłodzącym. Pożądane jest zastosowanie stechiometrycznego nadmiaru pary wodnej dla przyhamowania niepożądanego osadzania się węgla.

Zwykle stosunek molowy pary wodnej do metanu lub innego węglowodoru może mieścić się w zakresie 1,0 : 1 do 1,5 : 1. Ponieważ reakcja kon-

wersji jest endotermiczna, zatem ciepło tej reakcji jest pobierane z gorącego żelaza gąbczastego, co wspomaga chłodzenie.

Jak pokazano na rysunku, para wodna dostarczana przez przewód 70 może również przepływać przez przewód 82 zawierający zawór odcinający 84 do zawróconego do obiegu gazu przepływającego przez przewód 46. Tym samym para wodna może być dostarczana albo do zawróconego do obiegu gazu przewodem 46, albo do punktu pomiędzy częściami 14a i 14b strefy chłodzenia, względnie w oba te miejsca.

Ponieważ gaz płynący w górę przez strefę chłodzenia jest bogaty w tlenek węgla i wodór, zatem jest on użyteczny jako gaz redukcyjny w strefie redukcyjnej.

Zgodnie z tym, część gazu zawróconego do obiegu, przepływającą przez obieg chłodzący, jest stamtąd odciągana przez przewód 86 zawierający regulator przepływu, skąd płynie przez przewód 44 jako gaz uzupełniający do obiegu gazu redukcyjnego.

Z powyższego opisu wynika, że wynalazek obejmuje sposób pozwalający na zrealizowanie kilku zamierzeń wynalazku przewidzianych na wstępie. Otrzymuje się zatem nowy i wyjątkowo skuteczny sposób konwersji gazu, stanowiącego lub zawierającego znaczną część składników węglowodorowych, na przykład gazu koksowniczego lub innego gazu, zawierającego do 30% objętościowo węglowodorów w celu zwiększenia jego własności redukcyjnych.

Ponadto, zwiększenie własności redukcyjnych gazu jest realizowane bez stosowania oddzielnego katalitycznego konwertora gazu, który jak wykazano powyżej wymaga znacznego nakładu kosztów. Tym samym uzyskuje się wyjątkowo wydajne urządzenie do redukcji rud żelaza.

Należy przyjąć, że powyższy opis służy jedynie do ilustracji i można wprowadzić liczne zmiany w budowie opisanego urządzenia i w jego warunkach pracy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania żelaza gąbczastego w drodze redukcowania rozdrobnionej rudy żelaznej w piecu sztywym z ruchomym złożem, mającym w górnej części strefę redukcyjną, w której powoduje się przepływ gorącego gazu redukcyjnego przez część tego złoża dla redukcji zawartej w nim rudy żelaza do postaci żelaza gąbczastego, i mającym w dolnej części strefę chłodzenia, przeznaczoną do studzenia żelaza gąbczastego, w którym gaz chłodzący zawierający węgiel doprowadza się do miejsca blisko jednego końca strefy chłodzenia, powodując przepływ tego gazu przez strefę chłodzenia w kontakcie z zawartym w niej żelazem gąbczastym i nawęglaniem go, następnie odprowadza się ten gaz chłodzący w miejscu blisko drugiego końca tej strefy chłodzenia, po czym chłodzi się odprowadzony gaz, zawraca się ochłodzony gaz do strefy chłodzenia, tworząc zamknięty obieg gazu chłodzącego, **znamienny tym**, że doprowadza się do tego obiegu jako gaz uzupełniający — gaz zawierający znaczną ilość gazowych węglowodorów, na-

stępnie doprowadza się do obiegu parę wodną, powodując reakcję pary wodnej i gazowego węglowodoru w obrębie strefy chłodzenia dla wytworzenia tlenku węgla i wodoru, oraz wykorzystuje się część gazu z tego obiegu dla zredukowania rudy żelaza w strefie produkcyjnej.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako gaz uzupełniający stosuje się gaz zawierający do około 30% objętościowo gazowych węglowodorów.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że jako gazowy węglowódor stosuje się metan.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że z obiegu chłodzenia odprowadza się strumień gazu i poddaje się go ogrzaniu, a następnie tak ogrzany strumień gazu doprowadza się do strefy redukcyjnej dla redukcowania zawartej w niej rudy żelaznej.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że żelazo gąbczaste nawęglą się w dolnej części strefy chłodzenia, zaś reakcję doprowadzonej pary wodnej i gazowego węglowodoru dla utworzenia tlenku węgla i wodoru przeprowadza się w górnej części strefy chłodzenia.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że odprowadzaną część strumienia gazu usuwa się z obiegu za miejscem chłodzenia gazu obiegowego i przed miejscem doprowadzania do obiegu gazu uzupełniającego i pary wodnej.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że parę wodną doprowadza się do obiegu chłodzenia w miejscu usytuowanym za wylotem odwodnione- go i chłodzonego gazu obiegowego i przed miejscem, w którym do obiegu jest doprowadzany gaz uzupełniający.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że parę wodną doprowadza się do obiegu chłodzenia w miejscu usytuowanym za miejscem doprowadzania gazu uzupełniającego i przed miejscem chłodzenia gazu obiegowego, wypływającego ze strefy chłodzenia.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że parę wodną doprowadza się bezpośrednio do strefy chłodzenia.

10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że parę wodną doprowadza się do strefy chłodzenia blisko jej środka.

11. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że strumień gazu odprowadzonego z obiegu chłodzenia stanowi jedyne źródło gazu redukującego, doprowadzonego do strefy redukcyjnej reaktora.

12. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że odprowadzany ze strefy redukcyjnej gaz prowadzi się przez chłodnicę gazu, pompę do powodowania krążenia gazu w obrębie obiegu gazu redukcyjnego oraz podgrzewacz do ponownego nagrzewania gazu obiegowego, po czym ponownie doprowadza się go do strefy redukcyjnej.

13. Sposób według zastrz. 12, **znamienny tym**, że odprowadzony z obiegu gazu redukcyjnego strumień gazu doprowadza się do obiegu gazu redukującego w miejscu usytuowanym pomiędzy pompą a podgrzewaczem, zaś zużyty gaz redukcyjny jest odprowadzany z obiegu gazu redukcyjnego w miejscu pomiędzy chłodnicą a pompą.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako gaz uzupełniający stosuje się gaz koksowniczy.

15. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek molowy pary wodnej do gazowego węgłowodoru jest od 1,0:1 do 1,5:1.

