



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 79 10 02 (P. 218689)

Pierwszeństwo: 78 10 04 Republika
Federalna Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 80 06 16

Opis patentowy opublikowano: 1986 05 05

Int. Cl.³ C21B 11/00

Twórcy wynalazku: Ralph Weber, Emil Elsner, Walter Maschlanka,
Bernt Rollinger, Gerhard Sanders

Uprawniony z patentu: Korf Engineering GmbH, Düsseldorf (Republika
Federalna Niemiec)

**Sposób i urządzenie do wytwarzania gazu redukującego i surówki
ciekłej lub wstępnego materiału stalowniczego**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do wytwarzania gazu redukującego i surówki ciekłej lub wstępnego materiału stalowniczego w piecu do wytapiania i zgazowywania, w którym z od góry doprowadzonych gorących cząstek gąbki żelaznej o temperaturze 500—950°C, ewentualnie z równoczesnym wprowadzaniem dodatków, wytapia się ciekłą surówkę lub wstępny materiał stalowniczy a z od góry doprowadzonego węgla i z powyżej kąpieli metalu i żużła wdmuchiwanego gazu zawierającego tlen wytwarza się gaz redukujący i ciepło niezbędne do wytapiania.

W przypadku procesów tego rodzaju istnieje problem uzyskania w piecu do wytapiania i zgazowywania wysokiej temperatury niezbędnej do przeprowadzenia gąbki żelaznej w stan roztopiony oraz ekonomicznego wytworzenia wysokowartościowego gazu redukującego. Według sposobu znanego z patentu szwajcarskiego nr CH-PS 379542 w tym celu w piecu do wytapiania spala się zawierające węgiel paliwo za pomocą zawierającego tlen gazu tak, że powstaje utleniająca atmosfera, zapewniająca uzyskanie niezbędnej w procesie wytapiania temperatury, to jest temperatury w zakresie 1595—1925°C. Gaz, opuszczający piec do wytapiania, zostaje w oddzielnej strefie reakcyjnej, w której nadmiar paliwa spala się w tlenie, poddany obróbce wzbogacającej. Do palników doprowadza się ziarnisty lub sproszkowany węgiel, a jako gaz bogaty w tlen

2

stosuje się przede wszystkim techniczny tlen gazowy.

Ponieważ w celu uzyskania wysokiej temperatury niezbędnej do roztopiania wytwarza się w piecu do wytapiania utleniającą atmosferę, toteż w celu zabezpieczenia kąpieli przed wtórnym utlenieniem i w celu zakończenia redukcji dodaje się węgiel do wprowadzanej gąbki żelaznej lub wprowadza się węgiel oddzielnie do pieca do wytapiania. Dodatkowy węgiel rozpuszcza się w ciekłym żużlu i w ciekłym metalu i pod działaniem temperatury panującej w piecu do wytapiania powoduje dalszą redukcję tlenku żelaza, chroniąc równocześnie metal przeprowadzany w stan ciekły przed wtórnym utlenieniem.

W tym znanym sposobie jest niedogodnością to, że do palników można doprowadzać tylko przygotowany ziarnisty lub sproszkowany węgiel, a to przygotowanie paliwa powoduje wysokie koszty. Dalsza niedogodność polega na tym, że wprowadzane do pieca do wytapiania cząstki gąbki żelaznej, nim dotrą do obszaru kąpieli, stykają się z utleniającą atmosferą, w której małe cząstki gąbki żelaznej ulegają całkowicie wtórnemu utlenieniu, toteż sposób ten jest przydatny tylko do przerobu gąbki żelaznej w kawałkach. Wadę sposobu stanowi także to, że niezbędna jest oddzielna strefa reakcyjna dla wzbogacania gazu redukującego.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego sposobu, który umożliwiłby stosowanie małowartościowego węgla z pominięciem uciążliwego przygotowywania go, i pozwoliłby na utrzymanie w wysokiej temperaturze w piecu do wytopienia atmosfery głównie o redukującym działaniu, aby obok większych mogły być stosowane również mniejsze cząstki gąbki żelaznej. W piecu do wytopienia należałoby nadto wytwarzać wysokowartościowy gaz redukujący, nie wymagający żadnego dodatkowego wzbogacania, oraz optymalnie wykorzystywać ciepło substancji regulujących.

Cel ten osiąga się za pomocą sposobu, polegającego według wynalazku na tym, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się w dolnej części pieca do wytopienia i zgazowywania i przez regulowanie doprowadzanych ilości gazu zawierającego tlen i doprowadzanych ilości węgla oraz ich wzajemnego stosunku ilościowego tworzy się fluidalne złożo węglowe o wysokości 1,5—3,5 m, w którym w dolnej części (strefa wysokotemperaturowa) przez doprowadzanie gazu zawierającego tlen utrzymuje się temperaturę 2000—2500°C, i w którym w kierunku do góry obniża się temperatura do 1000—1400°C, oraz że doprowadza się węgiel o zawartości co najmniej 70% cząstek o wielkości co najmniej 12 mm.

W sposobie według wynalazku korzystnie stosuje się fluidalne złożo węglowe, w którym w kierunku do góry temperatura obniża się od temperatury 2200—2400°C w strefie wysokotemperaturowej do temperatury 1100—1300°C. Również można korzystnie do fluidalnego złoża węglowego doprowadzać miał koksowy o wielkości cząstek co najwyżej 6 mm albo węgiel brunatny o wielkości cząstek co najwyżej 6 mm. Wysokość utworzonego fluidalnego złoża węglowego wynosi korzystnie 2—2,5 m.

Korzystnie w sposobie według wynalazku do strefy wysokotemperaturowej wdmuchuje się ogrzany, zwłaszcza do temperatury 200—800°C, gaz zawierający tlen, korzystnie tlen o temperaturze 450°C. Można gaz zawierający tlen wdmuchiwać z obrzeża lub ze środka fluidalnego złoża węglowego pod małym kątem nachylenia ku dołowi. Nadto gaz zawierający tlen można wdmuchiwać w kierunkach o różnym kącie nachylenia i/lub na różnych wysokościach, ukośnie ku dołowi, albo w kierunku, którego kąt nachylenia zmienia się podczas procesu, albo niewspółśrodkowo z osią środkową pieca.

W środkowej części wysokości fluidalnego złoża węglowego można w sposobie według wynalazku wdmuchiwać parę wodną i/lub węglowodory.

W sposobie według wynalazku można korzystnie regulować prędkość i ilość wdmuchiwanego gazu zawierającego tlen, oraz prędkość wznoszącego strumienia gazu we fluidalnym złożu węglowym na wartość mniejszą od 0,4 m/sekundę, w przeliczeniu na warunki normalne. Do fluidalnego złoża węglowego można dodatkowo doprowadzać drobnopięnistą rudę.

W celu przeprowadzenia sposobu według wynalazku korzystnie doprowadza się gorące cząstki gąbki żelaznej bezpośrednio z zespołu urządzeń redukcyjnych, w którym tlenkową rudę żelaza za

pomocą wytworzonego w piecu gazu redukującego redukuje się bezpośrednio do cząstek gąbki żelaznej. Nadto korzystnie doprowadza się gorące, zwłaszcza o temperaturze 500—850°C, cząstki gąbki żelaznej o zawartości co najmniej 80% ziarn o wielkości 3—30 mm.

Korzystnie postać wykonania sposobu według wynalazku polega na tym, że gorącą gąbkę żelazną, węgiel i gaz zawierający tlen doprowadza się nieprzerwanie, gąbkę żelazną o wielkości ziarn 0—25 mm doprowadza się równomiernie rozproszone na całą powierzchnię fluidalnego złoża węglowego, przy czym zawartość ziarn o wielkości powyżej 3 mm wynosi co najmniej 80%, zaś zawartość ziarn drobnych o wielkości poniżej 1 mm wynosi co najwyżej 10%, a nadto przez regulowanie doprowadzonych ilości gazu zawierającego tlen i doprowadzanych ilości węgla oraz ich wzajemnego stosunku ilościowego tworzy się fluidalne złożo węglowe, zapewniające doprowadzanym cząstkom gąbki żelaznej o wielkości ziarn 3—25 mm czas przebywania powyżej 0,7 sekundy.

Sposób według wynalazku opiera się na stwierdzeniu, że za pomocą gorącego, fluidalnego złoża węglowego o dostatecznej wysokości, w piecu do wytopienia można w strefie wysokotemperaturowej w dolnej części fluidalnego złoża węglowego, stykającej się bezpośrednio z warstwą stopionego żużla, nie tylko uzyskać temperaturę 2000—2500°C, tak że ulega tu bardzo szybkiemu przeprowadzeniu w stan roztopiony także gąbka żelazna w grubych kawałkach, lecz również można uzyskać to, że fluidalne złożo węglowe działa silnie hamująco na prędkość ruchu gąbki żelaznej w grubych kawałkach. Zapewnia to wystarczająco długi czas przebywania gąbki żelaznej w złożu fluidalnym, rzędu kilku sekund, umożliwiając takie ogrzanie jej o kilkaset °C na drodze wymiany ciepła z fluidalnym złożem węglowym, że silnie zahamowana i przechwycona przez warstwę żużla gąbka żelazna może tu być szybko przeprowadzona w stan roztopiony. Czas przebywania drobnopięnistej gąbki żelaznej we fluidalnym złożu węglowym jest tak długi, że już tu ulega ona przeprowadzeniu w stan roztopiony lub przynajmniej ogrzewa się w żądanej mierze. Szczególnie korzystne warunki zostają stworzone wówczas, gdy stosuje się gąbkę żelazną już wstępnie ogrzaną, np. do temperatury 750°C, jak to ma miejsce w przypadku gąbki żelaznej, doprowadzanej bezpośrednio z zespołu urządzeń redukujących.

Dla uzyskania bardzo wysokiej temperatury w strefie wysokotemperaturowej istotne okazało się wdmuchiwanie do niej wstępnie ogrzanego tlenu, np. tlenu wstępnie ogrzanego do temperatury 350—450°C. W ten strumień tlenu zostaje wciągnięta nadmiarowa ilość cząstek węgla z sąsiadującego obszaru fluidalnego złoża węglowego, dlatego też powstaje silnie promieniujący płomień, zapewniający dobre przenoszenie ciepła do przeprowadzanej w stan roztopiony gąbki żelaznej.

Równocześnie wskutek różnych reakcji endotermicznych temperatura fluidalnego złoża węglowego w kierunku od strefy wysokotemperaturowej do góry obniża się do wartości 1000—1400°C, przeto gaz

redukujący, odpływający z pieca do wytapiania, wykazuje w przybliżeniu tę temperaturę. Temperaturę i skład gazu redukującego można ponadto regulować przez wdmuchiwanie pary wodnej lub węglowodorów, do środkowej części wysokości fluidalnego złoża węglowego. Omówione warunki temperaturowe umożliwiają natychmiastowe koksowanie dodawanego węgla, przy czym większe kawałki węgla rozpadają się tak, że nawet w przypadku stosowania niesortowanego węgla o wielkości ziarn około 12 mm tworzy się złożo fluidalne, w którym wielkość ziarn koksu mieści się w zakresie 2—3 mm. Jeżeli dodaje się miał kokсовy lub węgiel brunatny, wówczas należy dobrać ziarno o takiej wielkości, aby otrzymać żądane fluidalne złożo węglowe.

Ta droga postępowania pozwala na całkowite skrakowanie ciężkich węglowodorów, a przy wystarczającej wysokości złoża fluidalnego, równej 1,5—2,5 m, zapewnia otrzymywanie gazu o składzie, w którym suma zawartości CO i H_2 jest większa niż 85%. Tym samym bez dodatkowego wzbogacania gazu otrzymuje się doskonały gaz redukujący, a przy tym można stosować tani węgiel z pominięciem uciążliwego i kosztownego przygotowania go. W celu chłodzenia fluidalnego złoża węglowego można również dodawać drobnosproszkowaną rudę, która uczestniczy we fluidyzacji, a we fluidalnym złożu węglowym redukuje się i ulega przeprowadzeniu w stan roztopiony. Jeżeli zastosuje się dodatek drobnosproszkowanych rud metali nieżelaznych, wówczas można otrzymać kapiące odpowiednie stopów.

Otrzymany wysokowartościowy gaz redukujący można stosować jako gaz redukujący w zespole urządzeń redukcyjnych, takich jak piec szybowy do redukcji bezpośredniej. Można go doprowadzać do zasilania wielkiego pieca, aby w procesie wielkopiecowym wysokowartościowy koks zastąpić gazem redukującym. Jeden kilogram koksu można zastąpić wykazującym temperaturę 1000°C gazem CO/ H_2 w ilości 3—4 m³, sprowadzonej do warunków normalnych. Na drodze tej można zastąpić gazem redukującym około 20% koksu. Gaz redukujący można oczywiście stosować także do innych celów.

Urządzenie do wytwarzania gazu redukującego i surówki ciekłej lub wstępnego materiału stalowniczego w reaktorze z wykładziną ognioodporną, z górnymi otworami do dodawania węgla i gąbki żelaznej oraz do odprowadzania wytworzonego gazu redukującego, nadto z dolnymi otworami do spustu żużla i do spustu surówki oraz z otworami powyżej tworzącej się w reaktorze górnej powierzchni żużla do wprowadzania gazu zawierającego tlen i ewentualnie do wprowadzania węglowodorów lub pary wodnej, charakteryzuje się tym, że średnica wewnętrzna górnej części reaktora jest zwiększona w porównaniu ze średnicą części położonej pod częścią górną, zaś nad tym reaktorem jest umieszczony piec szybowy do bezpośredniej redukcji tlenku żelaza, którego dolny otwór spustowy gąbki żelaznej jest połączony z górnym otworem wlotowym reaktora.

Przykład. Wynalazek objaśniają przykłady wykonania, przedstawione na załączonym rysunku,

na którym fig. 1 przedstawia reaktor, przeznaczony do przeprowadzania sposobu według wynalazku, a fig. 2 przedstawia na schemacie wykorzystanie tego reaktora w procesie wytwarzania surówki z rudy żelaza.

Reaktor 1, przedstawiony jako przykład wykonania na fig. 1 na rysunku, składa się z dolnej części 2, w której znajduje się surówka i żużel, środkowej części 3, przeznaczonej dla fluidalnego złoża węglowego i rozszerzonej górnej części 4, pełniącej rolę przestrzeni zmniejszającej prędkość gazu. Na podstawie prób praktycznych ustalono, że wysokość środkowej części 3 dla fluidalnego złoża węglowego powinna wynosić 2,5 m, a wysokość górnej części 4 powinna wynosić do 3 m. Średnica wewnętrzna środkowej i dolnej części wynosi około 3,2 m. Do spustu surówki i żużla są przeznaczone otwory 5 i 6, znajdujące się w obszarze dolnej części 2, zaś do wdmuchiwania gazu zawierającego tlen są przeznaczone rury lub dysze 7, z których uwidoczniono na rysunku tylko jedną, leżącą blisko powierzchni żużla, nadto do wdmuchiwania pary wodnej lub węglowodorów są przeznaczone rury lub dysze 8, usytuowane prawie w środku wysokości środkowej części 3. W przykładzie tym, u góry pieca do wytapiania i zgazowywania przewidziano otwór 9, przeznaczony do doprowadzania węgla oraz otwór 10, przeznaczony do zasilania gąbką żelazną oraz do odprowadzania gazu redukującego.

Dzięki omówionym niżej warunkom postępowania tworzy się w środkowej części 3 reaktora fluidalne złożo węglowe 11, ze strefą wysokotemperaturową 12, znajdującą się w dolnej części tego złoża, graniczącej z warstwą żużla 13. W strefie tej panuje temperatura 2000—2500°C. Temperatura fluidalnego złoża węglowego obniża się w kierunku do strefy wysokotemperaturowej do góry, osiągając wartość 1000—1400°C w górnej części złoża, z którą łączy się komora zmniejszająca prędkość gazu 14. Przez otwór 9 korzystnie doprowadza się nieprzerwanie węgiel, który poprzez omówioną komorę przedostaje się do fluidalnego złoża węglowego. Można stosować małowartościowy, tani węgiel, który nie nadaje się do innych procesów.

Zwykle można doprowadzać węgiel o uziarnieniu do 12 mm, gdyż większe jego kawałki pod działaniem wysokiej temperatury ulegają gwałtownemu odgazowaniu i rozpadają się. We fluidalnym złożu węglowym występują więc zasadniczo cząstki koksu o wielkości 2—3 mm. Ogrzewają się one do wyżej podanej temperatury, toteż wdmuchiwany dyszą 7, w miarę możliwości do temperatury 350—450°C wstępnie ogrzany tlen, styka się z występującymi w nadmiarze, gotowymi do spalania w reaktorze ogrzanyymi do wysokiej temperatury cząstkami koksu, dzięki czemu w strefie wysokotemperaturowej tworzy się silnie promieniujący płomień o omówionej temperaturze, ułatwiający przeprowadzanie gąbki żelaznej w stan roztopiony. W próbach praktycznych tlen doprowadzano z prędkością 20—40 m/sekundę. Prędkość we fluidalnym złożu węglowym wznoszącego gazu nośnego należało utrzymywać poniżej wartości 25 cm/sekundę, ze

względnie na konieczność ograniczenia do minimum ubytku węgla.

Prędkość opadania gąbki żelaznej, wprowadzanej otworem 10, ulega we fluidalnym złożu węglowym znacznemu zmniejszeniu, a gąbka żelazna do momentu wejścia w strefę wysokotemperaturową 12 ogrzewa się o kilkaset $^{\circ}\text{C}$. Prędkość ta zmniejsza się tak znacznie, że gąbka żelazna z reguły nie przebiega warstwy żużla, lecz pływa po jej powierzchni i będąc w strefie bardzo wysokiej temperatury na warstwie żużla w jej wnętrzu zostaje szybko przeprowadzona w stan stopiony.

Badania wykazały, że w przypadku fluidalnego złoża węglowego 11 o wysokości 2 m i komory 14 o wysokości 2 m oraz warstwy żużla o wysokości 0,3 m, w temperaturze około 2200°C w strefie wysokotemperaturowej 12 i w temperaturze 1200°C w górnej części fluidalnego złoża węglowego 11, to znaczy w średniej temperaturze fluidalnego złoża węglowego 1700°C , utworzonego z ziaren węgla o przeciętnej średnicy 3 mm, dla gąbki żelaznej o przeciętnej średnicy cząstek 10 mm, wykazującej w momencie dodawania temperaturę 750°C , istnieją warunki, w których jej cząstki praktycznie swobodnie spadają w komorze 14 w czasie krótszym od jednej sekundy, przy czym temperatura ich wzrasta wówczas tylko nieznacznie. Prędkość spadania ich wzrasta wówczas od 0 do 6 m/sekundę. Natomiast w gorącym fluidalnym złożu węglowym 11 prędkość opadania tych cząstek gąbki żelaznej maleje od około 6 m/sekundę do około 0,6 m/sekundę, a więc ich ruch ulega wyraźnemu zahamowaniu, dzięki czemu ich czas przebywania w złożu wzrasta do około 3 sek. W wyniku wymiany ciepła z fluidalnym złożem węglowym cząstki gąbki żelaznej ogrzewają się od temperatury 750°C do temperatury powyżej 1000°C . Ze zmniejszoną prędkością trafiają one na warstwę żużla o temperaturze około 1700°C i na powierzchni albo wewnątrz tej warstwy ulegają w ciągu bardzo krótkiego czasu przeprowadzenia w stan stopiony.

Dla skuteczności hamowania, a tym samym dla długości żądanego czasu przebywania we fluidalnym złożu węglowym miarodajne jest ciśnienie spiętrzenia fluidalnego złoża węglowego i wielkość siły wyporu. Ciśnienie spiętrzone oraz siła wyporu, a tym samym i czas przebywania zależą z kolei od ilości doprowadzanego gazu zawierającego tlen i od ilości doprowadzanego węgla, od wzajemnego stosunku tych ilości, jak również od wielkości cząstek koksu we fluidalnym złożu węglowym, które nie powinny być mniejsze od 1 mm. Na wielkość czasu przebywania mają wpływ ponadto wysokość fluidalnego złoża węglowego oraz wielkość cząstek gąbki żelaznej, która nie powinna przewyższać 30 mm.

Czas przebywania zależy również od prędkości spadania cząstek gąbki żelaznej w momencie wejścia ich we fluidalne złożo węglowe. Wymiana ciepła między cząstkami gąbki żelaznej a fluidalnym złożem węglowym, a tym samym ogrzewanie gąbki żelaznej w złożu zależy nie tylko od czasu przebywania, ale także od temperatury złoża fluidalnego i od wielkości cząstek gąbki żelaznej.

W przypadku cząstek większych od 3 mm na podwyższenie ich temperatury ma znaczny wpływ promieniowanie cieplne strefy wysokotemperaturowej. Drobnopiękiste cząstki gąbki żelaznej, np. o wielkości do 3 mm, uczestniczą w procesie fluidyzacji do momentu, gdy w niższych warstwach fluidalnego złoża węglowego ulegają już przeprowadzeniu w stan roztopiony i osadzają się w kąpieli. Dzięki temu w piecu do wytapiania i zgazowywania można przeprowadzać w stan roztopiony także drobnopiękistą gąbkę żelazną.

Gaz redukujący, wytworzony w reaktorze 1 składa się głównie z CO i H_2 , a opuszczając reaktor otworem 10 wykazuje temperaturę odpowiadającą w przybliżeniu temperaturze górnej części fluidalnego złoża węglowego, to znaczy w omawianym przykładzie odpowiadającą temperaturze około 1200°C . Zależnie od gatunku węgla lub rodzaju mieszaniny różnych węgla otrzymuje się u wylotu z reaktora gaz redukujący o żądanym składzie i temperaturze. Ze względu na po pierwsze duże znaczenie przebiegu reakcji Boudouard'a oraz po drugie z uwagi na ograniczenie wskutek temperatury mięknięcia popiołu z węglem należy dążyć do uzyskania w górnej części fluidalnego złoża węglowego temperatury około 1200°C . Przez wdmuchiwanie pary wodnej lub węglowodorów przez dysze 8 można skład gazu zmienić w kierunku większej zawartości H_2 , równocześnie obniżając temperaturę fluidalnego złoża węglowego.

Jak już wspomniano, dysza tlenowa 7 jest jedną z większej ilości dysz tlenowych zainstalowanych wzdłuż całego obwodu reaktora. Dysze te są skierowane ku dołowi ukośnie względem przeprowadzanej w stan roztopiony gąbki żelaznej. Korzystne może być rozwiązanie, polegające na umieszczeniu takich dysz w dwóch płaszczyznach o różnych kątach nachylenia. Ponieważ optymalne ustawienie dysz zmienia się w zależności od wysokości powierzchni warstwy żużla, toteż korzystną jest możliwość takiej zmiany kątów nachylenia dysz, aby w czasie trwania procesu stopienia można było zawsze nastawiać optymalny kąt ich nachylenia. Przez ciągłe odprowadzanie surowki żużla można jednak zapewnić utrzymanie powierzchni żużla zawsze na tej samej wysokości. Dalsza możliwość, zwłaszcza podczas rozruchu procesu, polega na wprowadzaniu warstwy koksu z grubszych kawałków, zatrzymującej opadające cząstki gąbki żelaznej, które następnie w strefie wysokotemperaturowej mogą zostać przeprowadzone w stan roztopiony. Dysze 7 nie muszą być skierowane ku środkowi fluidalnego złoża węglowego. Mogą one być umieszczone także niewspółśrodkowo. Dzięki temu, zależnie od rozmiarów reaktora można w środkowej części 3 osiągnąć barczając równomiernie zgazowywanie. Jeżeli średnica tej części jest bardzo duża, np. gdy przewyższa ona 4 m, wówczas może być korzystne zainstalowanie dysz w środku oprócz dysz bocznych.

Figura 2 przedstawia na schemacie zastosowanie omówionego reaktora w złożonej instalacji do wytwarzania ciekłej surowki z tlenkowych rud żelaza. Powyżej reaktora 1 zainstalowany jest piec szlutowy 15 do bezpośredniej redukcji. Gaz redukujący

jący z reaktora kieruje się do wymiennika ciepła 16, gdzie część swego ciepła jawnego oddaje wstępnie ogrzewającemu się tlenowi, przeznaczonemu dla reaktora, po czym z gazu redukującego w cyklonie 17 oddziela się porwane cząstki węgla, zaś ten oczyszczony gaz redukujący wprowadza się w punkcie zasilania 18 do pieca szybowego 15. Po zredukowaniu rudy żelaza w omówionym szybowym piecu redukcyjnym wprowadza się otrzymaną, gorącą gąbkę żelazną o temperaturze około 750°C do reaktora 1 i wytapia z niej surówkę w omówiony wyżej sposób.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania gazu redukującego i surówki ciekłej lub wstępnego materiału stalowniczego w piecu do wytapiania i zgazowywania, w którym z od góry doprowadzonych gorących cząstek gąbki żelaznej o temperaturze 500—950°C, ewentualnie z równoczesnym wprowadzaniem dodatków, wytapia się ciekłą surówkę lub wstępny materiał stalowniczy, a z od góry doprowadzonego węgla i z powyżej kąpieli metalu i żużła wdmuchiwanego gazu zawierającego tlen wytwarza się gaz redukujący i ciepło niezbędne do wytapiania, **znamienny tym**, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się w dolnej części pieca do wytapiania i zgazowywania, i przez regulowanie doprowadzanych ilości gazu zawierającego tlen i doprowadzanych ilości węgla oraz ich wzajemnego stosunku ilościowego tworzy się fluidalne złożo węglowe o wysokości 1,5—3,5 m, w którym w dolnej części (strefa wysokotemperaturowa) przez doprowadzenie gazu zawierającego tlen utrzymuje się temperaturę 2000—2500°C i w którym w kierunku do góry obniża się temperatura do 1000—1400°C, oraz że doprowadza się węgiel o zawartości co najmniej 70% cząstek o wielkości co najwyżej 12 mm.

2 Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korzystnie stosuje się fluidalne złożo węglowe, w którym w kierunku do góry temperatura obniża się od temperatury 2200—400°C w strefie wysokotemperaturowej do temperatury 1100—1300°C.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do fluidalnego złoża węglowego doprowadza się miał kokсовy o wielkości cząstek co najwyżej 6 mm.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do fluidalnego złoża węglowego doprowadza się węgiel brunatny o wielkości cząstek co najwyżej 6 mm.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korzystnie tworzy się fluidalne złożo węglowe o wysokości 2—2,5 m.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do strefy wysokotemperaturowej wdmuchuje się ogrzany gaz zawierający tlen.

7. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że do strefy wysokotemperaturowej wdmuchuje się ogrzany tlen o temperaturze co najwyżej 450°C.

8. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że do strefy wysokotemperaturowej wdmuchuje się gaz o temperaturze 200—800°C, zawierający tlen.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się z obrzeża flu-

idalnego złoża węglowego pod małym kątem nachylenia ku dołowi.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się ze środka fluidalnego złoża węglowego pod małym kątem nachylenia ku dołowi.

11. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się w kierunkach o różnym kącie nachylenia i/lub na różnych wysokościach, ukośnie ku dołowi.

12. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się w kierunku, którego kąt nachylenia zmienia się podczas procesu.

13. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że gaz zawierający tlen wdmuchuje się niewspółśrodkowo z osią pionową pieca.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w środkowej części wysokości fluidalnego złoża węglowego wdmuchuje się parę wodną i/lub węglowodory.

15. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przez regulowanie prędkości i ilości wdmuchiwanego gazu zawierającego tlen nastawia się prędkość wznoszącego strumienia gazu we fluidalnym złożu węglowym na wartość mniejszą od 0,4 m/sek, w przeliczeniu na warunki normalne.

16. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do fluidalnego złoża węglowego doprowadza się dodatkowo drobnoziarnistą rudę.

17. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że doprowadza się gorące cząstki gąbki żelaznej bezpośrednio z zespołu urządzeń redukcyjnych, w którym tlenkową rudę żelaza za pomocą wytworzonego w piecu gazu redukującego redukuje się bezpośrednio do cząstek gąbki żelaznej.

18. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że doprowadza się gorące cząstki gąbki żelaznej do zawartości co najmniej 80% ziarn o wielkości 3—30 mm.

19. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korzystnie gorącą gąbkę żelazną, węgiel i gaz zawierający tlen doprowadza się nieprzerwanie, gąbkę żelazną o wielkości ziarn 0—25 mm doprowadza się równomiernie rozproszoną na całą powierzchnię fluidalnego złoża węglowego, przy czym zawartość ziarn o wielkości powyżej 3 mm wynosi co najmniej 80%, zaś zawartość ziarn drobnych o wielkości poniżej 1 mm wynosi co najwyżej 10%, a nadto przez regulowanie doprowadzanych ilości gazu zawierającego tlen i doprowadzanych ilości węgla oraz ich wzajemnego stosunku ilościowego tworzy się fluidalne złożo węglowe, zapewniające doprowadzanym cząstkom gąbki żelaznej o wielkości ziarn 3—25 mm przebywania powyżej 0,7 sekundy.

20. Urządzenie do wytwarzania gazu redukującego i surówki ciekłej lub wstępnego materiału stalowniczego w reaktorze z wykładziną ognioodporną, z górnymi otworami do dodawania węgla i gąbki żelaznej oraz do odprowadzania wytworzonego gazu redukującego, nadto z dolnymi otworami do spustu żużla i do spustu surówki oraz z otworami powyżej tworzącej się w reaktorze górnej powierzchni żużla do wprowadzania gazu zawierającego

tlen i ewentualnie do wprowadzania węglowodorów lub pary wodnej, znamienne tym, że średnica wewnętrzna górnej części (4) reaktora jest zwiększona w porównaniu ze średnicą części (3) położonej pod częścią górną, zaś nad tym reaktorem (1) jest

umieszczony piec szybowy (15) do bezpośredniej redukcji tlenku żelaza, którego dolny otwór spustowy gąbki żelaznej jest połączony z górnym otworem wlotowym (10) reaktora.

