

LSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57637

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 40 a, 19/08

Zgłoszono: 08.IX.1964 (P 105 678)

Pierwszeństwo: 30.IX.1963 Wielka
Brytania

MKP C 22 b

19/08

Opublikowano: 30.VII.1969

UKD 669.531.4

Twórca wynalazku: John Lumsden

Właściciel patentu: Metallurgical Processes Limited, Nassau, Wyspy Bahama, Imperial Smelting Corporation (N.S.C.) Limited, Londyn (Wielka Brytania), Metallurgical Development Company, Nassau (Wyspy Bahama)

Sposób eksploatacji pieców szybowych do wytapiania cynku

1

Wynalazek dotyczy sposobu eksploatacji pieców szybowych do wytapiania cynku. Celem wynalazku jest zwiększenie wydajności takich pieców szybowych oraz zmniejszenie stosunku zużycia koksu do ilości wytopionego cynku w porównaniu do dotychczasowych pieców, do których wdmuchuje się podgrzane powietrze atmosferyczne.

W znanych piecach szybowych do wytwarzania cynku, wsad składa się z tlenkowego materiału cynkonośnego i koksu. Koks jest zwykle podgrzany do temperatury 700—900°C. Część cynkonośną wsadu niekiedy również podgrzewa się, a niekiedy wprowadza ją zimną bez podgrzewania lub podgrzaną do niższej temperatury. Niekiedy wsad cynkonośny zawiera materiały zawierające ołów. Do wsadu wprowadza się wapno, a czasami inne materiały tworzące żużel w celu zapewnienia, że roztopiony żużel o małej zawartości cynku, pobrany z dna pieca, ma odpowiedni skład chemiczny. Jeżeli wsad zawiera ołów w znacznej ilości, to odprowadza się go również ze spodu pieca. Cynk znajdujący się we wsadzie odtlenia się i ulatnia jako pary cynku i kieruje do skraplacza, w którym chłodzi się ją udarowo za pomocą roztopionego ołowiu. Powietrze zwykle podgrzane do temperatury 500—700°C, wprowadza się przez dysze powietrzne, rozmieszczone w pobliżu dna pieca.

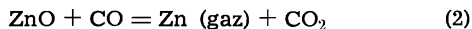
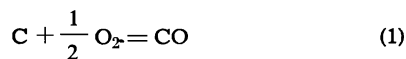
W piecu szybowym do wytwarzania cynku, wydobywające się gazy zawierają jako główne skład-

2

niki pary cynku, azot, tlenek węgla i dwutlenek węgla, przy czym dwutlenek węgla i pary cynku występują w pewnym stężeniu objętościowym. Szczególnie, gdy część cynkonośną wsadu wprowadza się bez uprzedniego podgrzania, okazuje się konieczne podwyższenie temperatury gazu przez wprowadzenie trochę powietrza ponad wsad pieca dla spalania trochę tlenku węgla w gazie. Dzięki temu zwiększa się jeszcze bardziej stężenie dwutlenku węgla.

W piecu szybowym do wytwarzania cynku, odtlenianie tlenku cynku przeprowadza się zatem w warunkach słabszego odtleniania niż w retorcie, co jest wytłumaczeniem dla faktu, że żelazo obecne we wsadzie pieca przepustowego do wytwarzania cynku, jest odprowadzane w postaci utlenionej w żużlu, podczas gdy przy wytapianiu cynku w retorcie wytwarza się gaz składający się głównie z mniej więcej równych objętości tlenku węgla i par cynku, a praktycznie biorąc, całe obecne żelazo jest odtlenione do stanu metalicznego.

Chociaż reakcje przebiegające w różnych strefach pieca szybowego do wytwarzania cynku muszą być bardzo złożone, to równe w przybliżeniu stężenia objętościowe par cynku i wytworzonego dwutlenku węgla wskazują na to, że głównie zachodzą reakcje spalania węgla na tlenek węgla w pobliżu załadunkowego otworu pieca (równanie 1), po których następuje odtlenienie tlenku cynku przez tlenek węgla wyżej w piecu (równanie 2)



Dwie inne reakcje mogą również zajść w pewnym stopniu. Najpierw na dole pieca, pewna ilość węgla może się spalić na dwutlenek węgla



Następnie, wyżej w piecu, nieco dwutlenku węgla, utworzonego podczas reakcji (2) może wejść w reakcję z węglem dla regenerowania tlenu węgla



Reakcja podana w równaniu (2), wytwarzająca cynk, pochłania dużą ilość ciepła, która wraz ze znaczną ilością ciepła gazów, musi być dostarczona przez reakcję spalania węgla. Reakcja (3) wytwarza znacznie więcej ciepła niż reakcja (1). A zatem z punktu widzenia bilansu cieplnego, aby móc zwiększyć oszczędność na paliwie, to znaczy zmniejszyć stosunek potrzebnego węgla do wytworzonego cynku, pożądane jest, aby stosunek CO_2/CO był możliwie największy.

Reakcja (2) jest odwracalna. Jej stałą równowagi chemicznej K można wyrazić wzorem

$$K = (\% Zn) \times \frac{(\% CO_2)}{(\% CO)} \quad (5)$$

Równanie (5) oznacza, że K równa się ilości objętościowej cynku pomnożonemu przez stosunek objętościowy CO_2 do CO w gazie. W temperaturze $1000^\circ C$, na przykład $K = 3$, jeżeli gaz zawiera 6% Zn , a stosunek CO_2/CO równa się 0,5 lub, gdy gaz zawiera 10% Zn , a stosunek CO_2/CO wynosi 0,3. W temperaturze $1050^\circ C$, $K = 6$, jeżeli gaz zawiera 12% Zn , a stosunek CO_2/CO równa się 0,5 lub, jeżeli gaz zawiera 20% Zn , a stosunek CO_2/CO wynosi 0,3.

W celu wytwarzania gazu o dowolnie danym składzie chemicznym przez odtlenianie tlenu cynku według reakcji (2), konieczne jest, aby temperatura była co najmniej równa temperaturze potrzebnej do utrzymywania równowagi cieplnej mieszaniny gazowej, zwanej w dalszym ciągu temperaturą równowagi. Przy danym stosunku CO_2/CO w gazie, im większe jest stężenie cynku, tym wyższa jest temperatura równowagi.

W piecu przepustowym do wytwarzania cynku, dotychczas prowadzonym przy stosowaniu powietrza o składzie atmosferycznym jako podmuchu, rozcieńczający azot umożliwia odtlenienie cynku przy jednoczesnym tworzeniu gazu, w którym stosunek CO_2/CO wynosi 0,3 lub więcej, a przy tym temperatura wytworzona w pobliżu górnej części pieca nie przekracza wiele ponad $1000^\circ C$.

O ile stosunek CO_2/CO można by utrzymać stałym, to stosując powietrze wzbogacone w tlen, można by dostarczyć więcej ciepła dla odtlenienia cynku na jednostkę zużytego węgla, ponieważ mniej azotu trzeba ogrzewać w piecu.

Jednakże przy powietrzu wzbogaconym w tlen, przy stałym stosunku CO_2/CO i stałym stosunku Zn/C , stężenie cynku w gazie wzrasta; jeżeli stosunek Zn/C wzrasta, to stężenie cynku w gazie wzrasta jeszcze więcej. Przy wdmuchiowaniu zatem powietrza wzbogaconego w tlen, wartość stałej K (równanie 5) wzrasta i wskutek tego wzrasta temperatura, którą należy osiągnąć w pobliżu górnej części pieca.

Poza innymi trudnościami, spowodowanymi zbyt wysoką temperaturą w pobliżu górnej części pieca, zwiększenie temperatury powoduje zwiększenie znacznie szybkości przebiegu reakcji zachodzącej między dwutlenkiem węgla i węglem (równanie 4). Jeżeli temperatura wzrasta zbyt wysoko, to reakcja ta, przebiegająca przy niższej temperaturze powoli, przebiega z taką szybkością, że znaczna część dwutlenku węgla, wytworzonego podczas odtleniania tlenu cynku (reakcja 2), odtlenia się do CO tak, że stosunek CO_2/CO zmniejsza się.

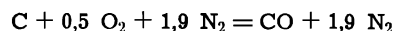
To zmniejszenie się stosunku CO_2/CO oznacza, że osiąga się mniej ciepła na jednostkę wagową węgla zużytego, co znowu oznaczałoby, że stosunek Zn/C we wsadzie musiałby być zmniejszony. Dalej zmniejszenie stosunku CO_2/CO mogłoby doprowadzić do odtleniania tlenu żelaza do żelaza metalu, wraz z wynikającymi z tego trudnościami eksploatacyjnymi.

Stwierdzono, że w pewnych granicach, wdmuchiwanie powietrza wzbogaconego w tlen daje znaczne zwiększenie wydajności cynku na jednostkę zużytego koksu, przy czym daje wciąż dobry odzysk cynku.

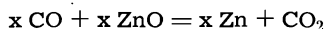
Wynalazek dotyczy sposobu eksploatacji pieca szybkiego do wytwarzania cynku, składającego się z następujących stopni: ładowanie koksu i spiekanych materiałów cynkonośnych; wprowadzanie ogrzanego powietrza do spodu pieca; utrzymywanie strefy równowagi chemicznej i cieplnej w piecu, w którym stosuje się powietrze wzbogacone w tlen, a ilość tlenu wzbogacającego reguluje się tak, aby ilość ta wystarczyła na podwyższenie temperatury równowagi do temperatury $1040 - 1060^\circ C$ w panujących warunkach.

Jakkolwiek reakcje przebiegające wewnątrz pieca przy wdmuchiowaniu powietrza atmosferycznego muszą być bardzo złożone to zasady, na których opiera się wynalazek można wytłumaczyć przez rozważanie tylko najważniejszych reakcji. Pierwszym wygodnym upraszczającym założeniem jest założenie, że węgiel w całości spala się na początku na tlenek węgla, zgodnie z reakcją (1) i że następnie trochę tego tlenu węgla zużywa się do odtleniania tlenu cynku, podczas reakcji (2). Oznacza to, że pomija się stosunkowo małe ilości dwutlenku węgla, wytworzonego w pobliżu dna pieca podczas reakcji (3) i odtlenionego wyżej w piecu podczas reakcji (4).

Jeżeli jedynymi przebiegającymi reakcjami są reakcje 1 i 2, a źródłem tlenu jest powietrze atmosferyczne, to zachodzące reakcje można wyrazić wzorem



a następnie wzorem



Końcowy gaz będzie zatem zawierał na gramocząsteczkę spalonego węgla

$(1 - x) \text{ CO}, x \text{ CO}_2, x \text{ Zn}, 1,9 \text{ N}_2$, razem $2,9 + x$

Jeżeli $x = 30$, to gaz zawiera 0,7 CO; 0,3 CO₂; 0,3 Zn; 1,9 Zn razem 3,2 lub 9,4% Zn; 9,4% CO₂; 21,9% CO; 59,3% N₂. Stała równowagi chemicznej K dla takiego gazu wynosi

$$K = 9,4 \times \frac{9,4}{21,9} = 4,0$$

Ponieważ reakcja (2) jest z natury rzeczy szybka przy dobrym kontakcie gazów ze wsadem, przeto w piecu znajduje się strefa, w której gaz i wsad mają zasadniczo tę samą temperaturę, przy czym gaz jest w równowadze z tlenkiem cynku we wsadzie. A zatem w przykładzie, gdy $x = 0,30$, temperatura ta wynosi 1020°C. Gdyby wsad podgrzano do 1020°C przed wprowadzeniem go do pieca, wówczas ta strefa chemicznej i cieplnej równowagi rozciągałaby się, aż do górnej części pieca.

Jeżeli wsad jest podgrzany do niższej temperatury, to strefa ta znajdowałaby się w niższej części pieca, ale również rozciągałaby się ku górnej części pieca i zbliżałaby się do niego na stosunkowo małą odległość. Bilans cieplny można rozpatrywać dla części pieca, znajdującej się poniżej strefy równowagi.

Źródłami ciepła są: znaczne ciepło wprowadzane we wdmuchiwanym powietrzu (ogrzanego na przykład do 700°C), ciepło wprowadzone wraz ze wsadem (przy 1020°C i ciepło wytworzone przez reakcję (1)). To ciepło wprowadzone służy do pokrycia: znacznego ciepła gazów (przy 1020°C), ciepła roztopionego żużla, ciepła potrzebnego do odtleniania cynku podczas reakcji (2) i strat cieplnych. Przy rozważaniu nad bilansem cieplnym wygodnie jest przyjąć temperaturę 1020°C za temperaturę odniesienia.

Przy tej temperaturze, wytworzone ciepło podczas reakcji (1) równa się 27,2 kcal na gramocząsteczkę spalonego węgla. W celu otrzymania ciepła rozporządzalnego przy temperaturze 1020°C należy odjąć ciepło potrzebne do podwyższenia początkowej temperatury podmuchu powietrza na przykład od 700°C do 1020°C.

0,5 O ₂ od 700 do 1020°C	1,3 kcal
1,9 N ₂ od 700 do 1020°C	4,8 kcal
	6,1 kcal

Ciepło rozporządzalne w temperaturze 1020°C wynosi $27,2 - 6,1 = 21,1$ kcal na gramocząsteczkę węgla.

Ciepło pochłonięte podczas reakcji (2) wynosi 44 kcal na gramocząsteczkę odtlenionego tlenku cynku.

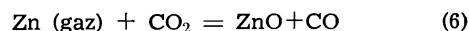
Wskazane jest uznać inne pozycje bilansu cieplnego jako proporcjonalne bądź do węgla, bądź do cynku we wsadzie. Straty cieplne wykazują tendencję do tego, aby być proporcjonalnymi do ilości zużytego węgla, a ilość wytworzonego żużla określona jest głównie przez ilość skały piennej wprowadzonej z tlenkiem cynku, a zatem jest proporcjonalna do cynku we wsadzie.

Jeżeli, na przykład straty cieplne wynoszą 4,6 kcal na gramocząsteczkę spalonego węgla, to całkowite ciepło rozporządzalne równa się $21,1 - 4,6 = 16,5$ kcal. Jeżeli ciepło potrzebne do roztopienia żużla wynosi 11 kcal na gramocząsteczkę odtlenionego tlenku cynku (to znaczy ilość wytworzonego żużla wynosi około 0,9 całego załadowanego cynku), to całkowite zapotrzebowanie na ciepło na gramocząsteczkę odtlenionego cynku wyniesie $44 + 11 = 55$ kcal.

Stąd obliczono, że na jedną gramocząsteczkę spalonego węgla, można odtlenić $16,5/55 = 0,30$ gramocząsteczki cynku. Przedstawi to stosunek odtlenionego cynku do zużytego węgla w ciągu całej pracy pieca, ale tylko wtedy, gdy ładowany wsad do pieca jest podgrzany do 1020°C.

Piece szybkie do wytapiania cynku można używać do wytapiania cynku z mieszanin materiałów zawierających cynk i ołów, przy czym ołów pobiera się ze spodu pieca. Jeżeli wsad zawiera dużą ilość ołowiu, to okazuje się konieczne ładować żużel nie podgrzany, chociaż koks można podgrzewać, aby zapobiec ułatwianiu się siarczka ołowiu. Jeżeli we wsadzie nie ma dużej ilości ołowiu, to cały wsad można podgrzać mocno, powiedzmy do 800°C.

Jeżeli koks podgrzewa się mocno, a żużel cynkonośny ładuje się bez podgrzewania lub tylko lekko podgrzany, to wsad ogrzewa się do temperatury 1020°C częściowo kosztem znacznego ciepła gazu i częściowo kosztem ciepła wytworzonego na powierzchni wsadu przez utlenienie pewnej ilości par cynku, zgodnie z odwróconym równaniem (1).



Obliczono, że przy typowym wsadzie, jeśli koks i żużel są podgrzane do temperatury 800°C, to 14% par cynku utlenia się w ten sposób, gdy koks podgrzewa się do temperatury 800°C, a żużel wprowadza się bez podgrzewania, to utlenia się 25% par cynku. Oznacza to, że jeżeli cały wsad podgrzewa się do temperatury 800°C, to 0,300 gramocząsteczki odtlenionego tlenku cynku na gramocząsteczkę węgla składałoby się z 0,258 gramocząsteczki załadowanego tlenku cynku i z 0,042 gramocząsteczki cynku ponownie utlenionego.

Na gramocząsteczkę węgla przypadłoby 0,258 gramocząsteczki cynku rzeczywiście opuszczającego piec, co przedstawiałoby 1,41 ton cynku na jedną tonę zużytego węgla; przy 5% cynku pozostawionego w żużlu, przedstawiałoby to 1,48 ton załadowanego cynku na jedną tonę węgla. Gdyby żużel ładowano bez podgrzewania, a koks ogrzany do temperatury 800°C na gramocząsteczkę załadowanego węgla, to 0,225 gramocząsteczki par cynku opuściłoby piec, co odpowiada 1,23 tony cynku na tonę

węgla; przy 5% cynku pozostałego w żużlu, odpowiada to 1,29 tony cynku załadowanego na tonę węgla.

Warunki eksploatacji pieca przy wdmuchiwanie powietrza wzbogaconego w tlen i przy użyciu materiałów wysokiej jakości. Za materiały wysokiej jakości uważa się materiały, które tworzą taki wsad, że ciężar zawartych w nim materiałów tworzących żużel (lub ciężar wytworzonego żużla) nie jest większy, niż 1,5 razy od ciężaru załadowanego cynku zawartego w utlenionym materiale cynkowośnym.

Ilość otrzymanego do dyspozycji ciepła z jednej gramocząsteczki spalonego węgla wzrasta, jeśli wraz z tlenem wprowadzono mniej azotu. Jeśli zatem stosunek utworzonego żużla do załadowanego cynku wynosi około 0,9, jak w przykładzie stosującym normalny podmuch powietrza i jeżeli podmuch ogrzany do temperatury 700°C zawiera 28,6% objętościowych tlenu, to obliczono, że 0,320 gramocząsteczki cynku znajduje się w temperaturze 1050°C na jedną gramocząsteczkę wytworzonego węgla, przy czym gaz tutaj ma następujący skład 12,5% Zn; 12,5% CO₂; 26,4% CO; 49,6% N₂. Wartość K dla tego gazu wynosi 6,0, odpowiadając temperaturze równowagi równej 1050°C.

Przy jeszcze większym wzbogaceniu powietrza w tlen nastąpiłby wzrost wartości K. Przekonano się, że zadawalając pracę pieca można uzyskać tylko wtedy, jeżeli wartość K nie przekracza wartości równej około 6,0; ta górna krytyczna granica wartości K zmienia się nieznacznie, zależnie od warunków, a na ogół znajduje się między 5,0 a 7,0, co odpowiada temperaturom równowagi wynoszącym w przybliżeniu 1040—1060°C.

W rozważanym zatem przykładzie, użyteczną granicę wzbogacania powietrza w tlen osiąga się wtedy, gdy wdmuchiwane powietrze zawiera około 28,6% tlenu. Granica ta zależy od warunków, w szczególności zależy ona bardzo od temperatury powietrza. Jeżeli zatem wdmuchiwane powietrze ogrzewa się tylko do temperatury 500°C, to ciepło potrzebne do ogrzania gazu do temperatury 1050°C jest takie, że stężenie tlenu w powietrzu można zwiększyć do 37%, a gaz otrzymany ma skład chemiczny.

13,9% Zn; 13,9% CO₂; 32,6% CO; 39,6% N₂

Reprezentuje to stosunek (gramocząsteczkowy) molowy Zn/C wynoszący 0,300 w porównaniu do 0,320, gdy powietrze zawierające 28,6% tlenu podgrzano do temperatury 700°C. Nawet przy znacznie wyższym wzbogaceniu w tlen, jeżeli wdmuchuje się powietrze w temperaturze 500°C zamiast w temperaturze 700°C, to oznacza to, że stosunek cynk/węgiel jest mniejszy o około 6%. Wskazane jest zatem, że względu na oszczędność zużycia paliwa, stosować silnie podgrzane powietrze wzbogacone w tlen, przy tym jako typową temperaturę podgrzania przyjmuje się temperaturę 700°C.

Istnieje wiele zmiennych w warunkach potrzebnych do pracy pieca szybowego do wytapiania cynku. Aby zilustrować zasady wynalazku, konieczne jest pewne wyidealizowanie tego zagadnienia.

Zmienną wartością, którą koniecznie trzeba wziąć pod uwagę, jest stosunek materiałów wytwarzających żużel do cynku we wsadzie. Obliczono, że ciepło potrzebne do ogrzania materiałów wytwarzanych żużel od temperatury 1050°C i do roztopienia ich w celu otrzymania ciekłego żużla wynosi 0,19 kcal na każdy gram żużla.

Inną zmianą już wspomnianą, jest to, że górna krytyczna wartość K może zawierać się między 5,0 i 7,0. Przyjmuje się, że temperatura powietrza wynosi 700°C. Obliczono, że do ogrzania powietrza do temperatury 700—1050°C potrzeba 2,9 kcal na gramocząsteczkę tlenu i 2,8 kcal na gramocząsteczkę azotu. Najpierw dokonano obliczeń przy założeniu, że wsad wprowadza się do pieca przy temperaturze 1050°C.

Teraz trzeba uwzględnić i żużel bogaty w cynk, w którym ciężar żużla jest tylko 0,5-krotnie większy niż ciężar ulatniającego się cynku. Na jedną gramocząsteczkę (65,4 g) zatem ulatniającego się cynku, ciężar żużla wypada 32,7 g, a liczba potrzebnych kalorii wynosi $0,19 \times 32,7 = 6,2$ kcal. Jeżeli przyjmujemy, że ilość ciepła pobrana przez reakcję (1) wynosi 44,0 kcal to zapotrzebowanie na ciepło na jedną gramocząsteczkę ulatniającego się cynku wyniesie $44,0 + 6,2 = 50,2$ kcal.

Jeżeli wartość K równa się 5,0, to bilans cieplny spełni się wtedy, gdy podmuch zawiera 22,1% objętościowych tlenu (3,52 O₂ na 1,00 N₂), a 0,323 gramocząsteczki cynku ulatnia się na jedną gramocząsteczkę zużytego węgla, przy czym gaz wytworzony składa się 10,5% Zn; 10,5% CO₂; 22,0% CO; 57% N₂.

$$K = \frac{10,5 \times 10,5}{22,0} = 5,0$$

Dla jednej gramocząsteczki węgla bilans cieplny jest następujący:

	kcal
ogrzewanie 0,50 gramocząsteczki O ₂	1,45
ogrzewanie 1,76 gramocząsteczki N ₂	4,93
strata cieplna	4,60
utlenianie cynku 0,323 × 50,2	16,21
Ogółem ciepło zużyte	27,19

Ciepło pochodzące ze spalania jednej gramocząsteczki węgla na tlenek węgla wynosi 27,2 kcal.

Gdy wartość K równa się 7,0, wtedy bilans cieplny jest spełniony, gdy podmuch zawiera 27,6% O₂ (stosunek N₂/O₂ równa się 2,62), a ulatnia się 0,348 gramocząsteczki cynku na gramocząsteczkę zużytego węgla, wtedy wytworzony gaz składa się z 13,1% Zn; 13,1% CO₂; 24,5% CO; 49,3% N₂.

Przy K = 6, użyteczna granica wzbogacenia w tlen obliczona przez interpolację, wynosi 24,8%.

A zatem dla wsadów wysokiej jakości, przeciętne użyteczne granice wzbogacenia w tlen przy stosunkach żużla do cynku załadowanego wynoszących 0,5—1,5, przy podgrzanym powietrzu do temperatury 700°C i przy K = 6, wynoszą w przybliżeniu od 24%—36%, a przy podgrzaniu podmuchu do 500°C wynosiłyby od 31%—44% w przybliżeniu.

Takie kalkulacje umożliwiają obliczenie żadanego stopnia wzbogacenia w tlen i obliczenie od-

powiedniego stosunku cynk — węgiel dla wsadów o różnych stosunkach cynku do żużla, przy czym kalkulacje te stosują się przy założeniu, że wsad podgrzano do temperatury 1050°C przed wprowadzeniem go do pieca. Przy obliczeniach dla rzeczywistych przypadków należy wziąć pod uwagę rzeczywistą temperaturę, do której podgrzano powietrze i pary cynku, które się ponownie utlenia w górnej części pieca, w której wsad ogrzewa się do temperatury 1050°C.

Przy stosowaniu materiałów wsadowych niskiej jakości im większy jest stosunek żużel/cynk, tym większa musi być zawartość tlenu we wdmuchiwanym powietrzu. Na przykład, jeżeli użyto jako cynkonośny materiał żużel z pieca szybowego do wytapiania ołowiu i jeżeli żużel ten zawiera około 17% cynku, to typowa odpowiednia zawartość tlenu powietrza winna wynosić 45% (stosunek N_2/O_2 równa się 1,18). Najwyższa zawartość tlenu we wdmuchiwanym powietrzu, która okazała się praktyczną dla materiałów takiej niskiej jakości, wynosi 50% (stosunek $N_2/O_2 = 1,00$).

Aby otrzymać dobre warunki robocze, należy stosunek węgiel/cynk odpowiednio dopasować. Zbyt wysoki stosunek węgiel/cynk może spowodować niemożność pracy pieca z powodu wytworzenia się żelaza metalicznego. Właściwy stosunek żelazo/cynk zależy od wielu czynników, między innymi od temperatury, do której podgrzano wsad i powietrze. Jest zawsze najkorzystniej stosować mocno podgrzane powietrze, a temperatura 700°C jest typową dla powietrza. Czy podgrzanie wsadu jest korzystne lub nie, zależy to od okoliczności.

Dla materiałów wsadowych zatem niskiej jakości, to znaczy mających stosunek żużla do cynku załadowanego większy niż 1,5, wdmuchiwane powietrze zawiera od 36—50% objętościowego tlenu.

Zużycie paliwa dla wszystkich typów wsadu można wyrazić jak następuje.

Jeżeli cały wsad jest mocno podgrzany, to ciężar załadowanego węgla musi się co najmniej równać sumie złożonej z ciężaru cynku załadowanego, pomnożonego przez 0,47 i z ciężaru wytworzonego żużla, pomnożonego przez 0,08, nie może być jednak większy niż suma złożona z ciężaru cynku załadowanego, pomnożonego przez 0,56 i ciężaru wytworzonego żużla, pomnożonego przez 0,09.

Jeżeli koks jest mocno podgrzany, a żużel jest załadowany bez podgrzania, to ciężar węgla załadowanego powinien co najmniej równać się sumie złożonej z ciężaru załadowanego cynku, pomnożonego przez 0,53 i z ciężaru wytworzonego żużla, pomnożonego przez 0,14, lecz nie powinien być większy niż suma złożona z ciężaru załadowanego cynku, pomnożonego przez 0,64 i z ciężaru wytworzonego żużla, pomnożonego przez 0,5.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób eksploatacji pieców szybowych do wytapiania cynku, obejmujący zabiegi ładowania do pieca koksu i spiekanych materiałów cynkonośnych, wdmuchiwanie podgrzanego powietrza w pobliżu dna pieca oraz wdmuchiwanie w piecu strefy równowagi chemicznej i cieplnej, **znamienny tym**, że wdmuchuje się do pieca powietrze wzbogacone w tlen o zawartości tlenu, wystarczającej do podniesienia temperatury równowagi do wartości 1040—1060°C w danych warunkach roboczych.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wdmuchuje się powietrze wzbogacone w tlen zawierające 24—50% tlenu objętościowo.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawartość we wsadzie materiałów tworzących żużel utrzymuje się w ilości równej od 0,5 do 1,5-krotnie wagowo ilości cynku, zawartego w załadowanych tlenkowych materiałach cynkonośnych, a zawartość tlenu we wdmuchiwanym powietrzu utrzymuje się w granicach 24 i 44% objętościowo.
4. Sposób według zastrz. 3 **znamienny tym**, że stosuje się powietrze podgrzane do temperatury około 700°C i o zawartości tlenu w granicach 24 i 36% objętościowo.
5. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że stosuje się powietrze podgrzane do temperatury około 500°C i zawierające 31—44% tlenu objętościowo.
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawartość we wsadzie materiałów tworzących żużel utrzymuje się w ilości większej, niż 1,5-krotnie wagowo ilości cynku zawartego w tlenkowych materiałach cynkonośnych oraz wdmuchuje się powietrze podgrzane do temperatury około 700°C i o zawartości tlenu 36—50% objętościowo.
7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się koks oraz spiekane materiały cynkonośne i ołowionośne silnie podgrzane i zawartość we wsadzie węgla w ilości co najmniej równej 0,47-krotnie wagowo ilości cynku we wsadzie i 0,08-krotnie wagowo ilości wytwarzanego żużla lecz w ilości nie większej niż 0,56-krotnie wagowo ilości cynku we wsadzie i 0,09-krotnie wagowo ilości tworzącego się żużla.
8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się koks silnie pogrzan, a spiekane materiały cynkonośne i ołowionośne stosuje się zimne, przy czym ilość węgla we wsadzie jest co najmniej równa 0,53-krotnie wagowo ilości cynku we wsadzie i 0,14-krotnie wagowo ilości tworzącego się żużla, lecz nie więcej niż 0,64-krotnie wagowo ilości cynku we wsadzie i 0,15-krotnie wagowo ilości tworzącego się żużla.