



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 08.05.75 (P. 180257)

Pierwszeństwo: 10.05.74 Wielka Brytania

Zgłoszenie ogłoszono: 08.12.76

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1979



Int. Cl.² C04B 7/44
C04B 1/02
F27B 7/20

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: F.L. Smidth and Co. A/S, Kopenhaga (Dania)

Sposób prowadzenia co najmniej częściowego wypalania surowca zawierającego wapno oraz urządzenie do co najmniej częściowego wypalania surowca zawierającego wapno

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób prowadzenia co najmniej częściowego wypalania wstępnie ogrzanego sproszkowanego surowca zawierającego wapno, zwłaszcza mączki cementowej, przed poddaniem jej końcowej obróbce cieplnej w pochyłym piecu obrotowym, polegającej na ewentualnym ostatecznym wypaleniu i spiekaniu, po których zazwyczaj następuje chłodzenie poza piecem, np. za pomocą powietrza.

Przedmiotem wynalazku jest również urządzenie do co najmniej częściowego wypalania surowca zawierającego wapno.

Przez wypalanie należy rozumieć rozkład CaCO_3 na CaO i CO_2 . Jest to proces endotermiczny wymagający doprowadzenia znacznych ilości ciepła.

Przy produkcji klinkieru z surowej mączki cementowej przez poddanie jej kolejno wstępnemu ogrzaniu, wypalaniu i spiekaniu, od pewnego czasu istnieje stała tendencja do wstępnego ogrzewania surowca w oddzielnym wielostopniowym podgrzewaczu zawieszinowym, np. podgrzewaczu cyklonowym, wypalania co najmniej częściowo w kalcynatorze i spiekaniu w piecu obrotowym. Proces wypalania można zapoczątkować na niższych stopniach podgrzewacza i nie zakańczać aż materiał zostanie wprowadzony do pieca obrotowego do spiekania. Najniższy stopień podgrzewacza może spełniać rolę kalcynatora, w którym przebiega znaczna część procesu wypalania.

W instalacjach, w których znaczna część proce-

2

su wypalania materiału zachodzi poza piecem obrotowym, paliwo i powietrze do spalania, dla dostarczenia ciepła niezbędnego do wypalania surowca, można doprowadzać różnymi sposobami.

W polskim opisie patentowym nr 91293 opisano sposób i urządzenie do wypalania surowca zawierającego wapno, w którym miesza się poza piecem paliwo gazowe lub wydzielające palne gazy ze sproszkowanym, wstępnie ogrzanym surowcem i wypala się go poza piecem, po czym oddzielony od gazów, co najmniej częściowo wypalony surowiec wprowadza się do pochyłego pieca obrotowego do dalszej obróbki cieplnej.

W innym znanym rozwiązaniu rolę kalcynatora spełnia rura wznosna ostatniego stopnia podgrzewacza. Gorący, częściowo wypalony surowiec, przechodzący z ostatniego stopnia podgrzewacza do górnego wlotowego końca pochyłego pieca obrotowego miesza się ze stałym lub ciekłym paliwem, które po zetknięciu z gorącym surowcem wydziela palny gaz. Palny gaz wraz z gazem odlotowym z pieca przechodzi do kalcynatora, w którym wstępnie ogrzany surowiec z ostatniego stopnia podgrzewacza zawieszają się w mieszaninie gazowej. Do kalcynatora doprowadza się gaz zawierający tlen, dzięki czemu gaz zapala się, a wstępnie ogrzany surowiec ulega żądanemu wypaleniu. Gaz zawierający tlen można doprowadzić do kalcynatora poprzez piec z pominięciem pieca.

Jakkolwiek prościej jest doprowadzać gaz zawie-

rający tlen poprzez piec, to jednak w takim przypadku do dolnego końca pieca należy doprowadzić więcej gazu zawierającego tlen, niż jest to konieczne do utrzymania w piecu spalania zapewniającego właściwe nagrzanie materiału. Aby gazy piecowe mogły osiągnąć temperaturę reakcji niezbędną do obróbki cieplnej, należy spalić w piecu dodatkowe ilości paliwa dla podniesienia temperatury dodatkowej objętości gazu zawierającego tlen do temperatury reakcji. Z kolei reakcja w piecu nie wymaga więcej ciepła, a ciepło dostarcza się wyłącznie ze względu na obecność dodatkowej masy gazu zawierającego tlen. W konsekwencji gazy opuszczające górny koniec pieca posiadają nadmiernie wysoką temperaturę. Gazy o tak wysokiej temperaturze mogą uszkadzać takie części urządzenia, jak górny otwór pieca, przyległe uszczelnienie obrotowe oraz dolny koniec rury wznoszącej odprowadzającej gazy odlotowe z pieca i służącej jako kalcynator.

Wysoka temperatura gazów ma również inne, nie mniej szkodliwe działanie, jeżeli w surowcu cementowym, co często się zdarza, zawarta jest zbyt duża ilość związków zawierających alkalia, chlor i siarkę. Związki te, nazywane dalej alkaliami, w gazach odlotowych o wysokiej temperaturze znajdują się w stanie pary. Gdy gazy te stykają się z wyżej wspomnianymi częściami przylegającymi do górnego otworu pieca, zwłaszcza do dolnego końca rury wznoszącej, alkalia będące w stanie gazowym kondensują na tych częściach łącznie z zawartym w nich surowcem tworząc uciążliwe skorupy.

Wynalazek rozwiązuje ten problem. W odróżnieniu od znanych sposobów, w których gorące gazy odbiera się z pieca i poza piecem tworzy się zawieszoną ogrzanego wstępnie surowca w tych gazach, sposób według wynalazku pozwala na obniżenie temperatury gazów już na wylocie z pieca przez tworzenie zawiesziny surowca w górnej części pieca.

Według wynalazku sposób prowadzenia co najmniej częściowego wypalania wstępnie ogrzanego sproszkowanego surowca zawierającego wapno, przed przeprowadzeniem go przez pochyły piec obrotowy do końcowej obróbki surowca, w kierunku otworu wylotowego produktu, polega na tym, że wstępnie ogrzany surowiec zawieszony w górnej części pieca w gazie odlotowym z pieca obrotowego i co najmniej częściowo wypala ciepłem powstałym ze spalania paliwa dodawanego do górnego i/lub dolnego końca pieca w obecności powietrza lub innego gazu zawierającego tlen wprowadzanego przez dolny koniec pieca, co najmniej częściowo wypalony surowiec oddziela się następnie od gazów odlotowych z pieca i wprowadza do górnego końca pieca tak, że surowiec przechodzi przez piec nie będąc wynoszonym przez gazy odlotowe z pieca.

Tak więc gorące gazy odlotowe stykają się ze wstępnie ogrzanym surowcem już w górnym końcu pieca i zapoczątkowują przez to zużywające ciepło wypalania, na skutek czego temperatura gazów odlotowych dostatecznie obniża się, aby nie uszkodzić części konstrukcyjnych przyległych do

górnego otworu pieca i nie tworzyć na nich skorup. Na częściach tych kondensacja nie będzie zachodziła, ponieważ alkalia w stanie gazowym będą zestalały się w gazie w postaci bardzo drobnych cząstek, gdy tylko obniży się temperatura gazów, a nie na stosunkowo chłodnych omówionych powyżej częściach pieca.

Dodatkową korzyścią z prowadzenia wypalania materiału zawierającego wapno sposobem według wynalazku jest możliwość zwiększenia mocy wytwórczej pieca obrotowego o danej wielkości, lub znaczne zmniejszenie wymiarów pieca dla danego przerobu. Kontakt między ogrzanym wstępnie materiałem i gorącymi gazami przed opuszczeniem przez nie pieca powoduje natychmiastowy i znaczny spadek temperatury gorących gazów piecowych w ten sposób, że możliwa jest praca na całej długości pieca przy znacznie wyższej temperaturze niż to było możliwe dotychczas.

W praktycznej realizacji sposobu według wynalazku surowiec korzystnie ogrzewa się w wielostopniowym podgrzewaczu wstępnym, przy czym wstępnie podgrzany surowiec z przedostatniego stopnia podgrzewacza doprowadza się do zetknięcia z piecowymi gazami odlotowymi w górnym końcu pieca, a następnie oddziela od gazów w ostatnim stopniu podgrzewacza.

Wielostopniowy wstępny podgrzewacz zawieszony może być podgrzewaczem cyklonowym, tak że wypalanie przynajmniej częściowo zachodzi w kalcynatorze utworzonym przez rurę wznoszącą najniższego cyklonu tworzącego ostatni stopień podgrzewacza.

Całość ciepła potrzebnego do wypalania i wstępnego podgrzewania surowca może doprowadzić do materiału przez zetknięcie go z piecowymi odlotowymi ze spalania dostatecznej ilości paliwa w dolnym końcu pieca obrotowego, przy czym wypalanie przeprowadza się co najmniej częściowo, a podgrzewanie wstępne w całości poza piecem.

Do górnego końca pieca ewentualnie doprowadza się dodatkowe paliwo dla spalania go z gazem zawierającym tlen, doprowadzanym poprzez piec razem z piecowymi gazami odlotowymi. Rozwiązanie takie daje tę korzyść, że ciepło niezbędne do wypalania dostarczane jest przez spalanie dodatkowej ilości paliwa doprowadzonego do górnego końca pieca, zatem generowane jest w miejscu jego zużycia, tj. w tym miejscu, w którym cząstki surowca zawieszony są w gazie palnym. Proces wypalania przebiega zatem w przybliżeniu izotermicznie i w stosunkowo niskiej temperaturze.

Paliwo doprowadzone do górnego końca pieca można zmieszać ze wstępnie podgrzanym surowcem jeszcze przed zetknięciem materiału z piecowymi gazami odlotowymi w górnym końcu pieca. Takie wstępne zmieszanie nie ma jednak większego znaczenia. Jako paliwo można stosować gaz, ciało stałe, takie jak sproszkowany węgiel, lub materiał ciekły, taki jak olej, który zamienia się w gaz palny po dokładnym wymieszaniu z gorącym, wstępnie nagrzanym surowcem.

Wstępnie nagrzaną materiał można poddać fludyzacji bezpośrednio przed zetknięciem z piecowymi gazami odlotowymi. Tak więc materiał moż-

na doprowadzić np. przez V-kształtną rurę, do której dolnego odgałęzienia doprowadza się gaz. Gaz fluidyzujący może być powietrzem lub, przy doprowadzeniu dodatkowego paliwa, paliwem i/lub powietrzem. Jeżeli powietrze doprowadzane jest do dopływowego końca pieca fluidyzacyjnego to może być ono doprowadzane pod postacią odpadkowego powietrza chłodzącego z chłodnicy, w której chłodzony jest materiał opuszczający piec.

Ciepło niezbędne do wypalania i wstępnego ogrzania materiału w podgrzewaczu doprowadzane będzie zatem przez ewentualne spalanie dodatkowego paliwa, doprowadzanego do górnego końca pieca, razem z ciepłem doprowadzanym z piecowymi gazami odlotowymi z paliwa spalonego w dolnym końcu pieca po reakcji cieplnej. Całość ciepła do wstępnego nagrzania i wypalania surowca oraz do końcowego wypalania materiału w piecu będzie zatem doprowadzana przez spalanie dowolnego dodatkowego paliwa doprowadzonego do górnego końca pieca oraz przez spalanie paliwa w dolnym końcu pieca, przy czym ilości paliw są odpowiednio regulowane. Korzystnie jest, aby nie więcej niż 75% całkowitego zapotrzebowania na ciepło pochodziło ze spalania dodatkowego paliwa doprowadzonego do górnego końca pieca.

Wynalazek obejmuje również urządzenie do prowadzenia co najmniej częściowego wypalania wstępnie ogrzanego sproszkowanego surowca zawierającego wapno, obejmujące pochyły piec obrotowy, którego dolny koniec połączony jest z chłodnicą do chłodzenia produktu po obróbce cieplnej w piecu, a górny koniec połączony jest z podgrzewaczem do wstępnego ogrzewania surowca oraz z separatorem do oddzielania co najmniej części wypalonego surowca od gazów odlotowych doprowadzanych do podgrzewacza i które posiada elementy do wprowadzania surowca do górnego końca pieca w miejscu skąd zostaje on pobrany przez wsad pieca, przy czym urządzenie ma również elementy do wprowadzania surowca z podgrzewacza do górnego końca pieca w miejscu, gdzie wprowadzony surowiec zostaje porwany przez gazy odlotowe z pieca i wnoszony jest z pieca za pomocą tych gazów do podgrzewacza oraz do separatora.

W korzystnym wykonaniu wynalazku podgrzewacz i separator składają się z pewnej liczby cyklonów umieszczonych nad sobą i pod sobą, rura wznosząca między górnym końcem pieca a najniższym stopniem cyklonów stanowi kalcynator, najniższy cyklon stanowi separator zaś pozostałe cyklony stanowią podgrzewacz. Elementy do doprowadzania surowca z podgrzewacza do górnego końca pieca zainstalowane są w taki sposób, że gazy odlotowe z pieca porywają surowiec i unoszą go ze sobą w kierunku rury wznoszącej. Elementy do wprowadzania ogrzanego i co najmniej częściowo wypalonego surowca z separatora do górnego końca pieca zainstalowane są poniżej wyżej wymienionych elementów w stosunku do kierunku przepływu surowca w piecu, tak, że surowiec ten zabierany jest przez wsad pieca.

Urządzenie ewentualnie wyposażone jest w elementy do doprowadzania gazu fluidyzującego surowiec przed wprowadzeniem go w kontakt z ga-

zami odlotowymi z pieca oraz elementy do doprowadzania ewentualnie części zużywanego paliwa, do górnego końca pieca.

Można oczywiście zainstalować równolegle 2 lub 5 więcej podgrzewaczy wielostopniowych, przy czym materiał z przedostatnich i ostatnich stopni podgrzewaczy przemieszcza się oddzielnie do górnego końca pieca lub przed osiągnięciem pieca łączy się z odpowiednim materiałem z innych podgrzewaczy.

Przykłady urządzenia do realizacji sposobu według wynalazku zilustrowano schematycznie na załączonych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia instalację do wypalania cementu, fig. 2 — przekrój pionowy części zakreślonej kółkiem na rysunku fig. 1 w powiększonej skali, fig. 3 przedstawia widok z lewej strony części urządzenia przedstawionego na fig. 2, fig. 4 przedstawia przekrój części przedstawionej na fig. 2, lecz w innym rozwiązaniu.

Urządzenie przedstawione na fig. 1 składa się z nachylonego pieca obrotowego 1, z którego klinier poprzez stacjonarny kołpak 2 przechodzi do chłodnicy 3. Rura palnika 4 wsunięta jest w dolny koniec pieca.

Drugi koniec pieca połączony jest z wielostopniowym podgrzewaczem cyklonowym. Podgrzewacz posiada pierwszą rurę wznoszącą 5 połączoną z górnym końcem pieca 1 za pomocą kołpaka 5a i zwykle przewody wznoszące 6, 7 i 8 oraz wylot 9, z którego gaz odlotowy poprzez filtr pyłowy (nie pokazany) uchodzi do atmosfery.

Rury wznoszące tradycyjnie połączone są między sobą poprzez cyklony 10, 11, 12 i 13. Surowiec doprowadzony jest do podgrzewacza przez przewód 14 z regulacją za pomocą zaworu 15. Stały materiał oddzielony w cyklonach 13 i 12 tradycyjnie przechodzi do poprzedzających rur wznoszących przez wyloty 16 i 17. Jednakże wylot materiału z przedostatniego cyklonu 11 prowadzi do górnego końca pieca 1 przez przewód 18, kończący się w V-kształtnym, przeciwprądowym odgałęzieniu 19. Wylot z ostatniego cyklonu 10 prowadzi poprzez rurę 21 do górnego końca pieca 1, gdzie następuje wyładunek materiału ku dołowi w stosunku do wyładunku z rury 19.

Materiał doprowadzany do górnego końca pieca przez bocznicę 19 ulega fluidyzacji pod wpływem powietrza doprowadzonego przewodem 20, przy czym powietrze może być np. odlotowym powietrzem chłodzącym z chłodnicy 3. Do wprowadzenia materiału w stan fluidalny wystarcza stosunkowo nieznaczna ilość powietrza. Ilość ta nie jest jednak wystarczająca do spalania paliwa wprowadzanego do górnego końca pieca. Tlen niezbędny do tego celu zawarty jest w gazach piecowych.

Konstrukcja górnego otworu pieca pokazana jest bardziej szczegółowo na fig. 2, na której przedstawiono ewentualne dodawanie paliwa przez rurę 22 do sfluidyzowanego materiału w odgałęzieniu 19. Pokazano także, że kołpak 5a może mieć pochyły spód 23 oraz obrotowe zamknięcie między górnym końcem pieca i nieruchomą częścią instalacji.

Materiał wprowadzony z przewodu 19 do górnego otworu pieca porywany jest przez gazy piecowe

i przenoszony do rury wznosnej 5, tworzącej kalcyntor.

Na fig. 3 pokazano dwa przewody 18 i 18' prowadzące do odgałęzień 19 i 19', z dwóch oddzielnych, równoległych podgrzewaczy cyklonowych. Obydwa przewody 18 i 18' mogą oczywiście łączyć się w jedną rurę 18 przed osiągnięciem pieca, jak zaproponowano na przykładzie pojedynczej rury 21 na fig. 3, co należy rozumieć jako przedłużenie dwóch rur 21 i 21' z ostatniego cyklonu w dwóch równoległych podgrzewaczach cyklonowych.

Jeżeli przez rurę 22 na fig. 2 nie doprowadza się paliwa, to ciepło potrzebne do przeprowadzenia ostatecznej operacji cieplnej, tj. spiekania (co zawsze ma miejsce w piecu), wypalania i wstępnego podgrzania materiału, dostarcza się przez spalanie paliwa z rury palnikowej 4 w obecności powietrza w dolnym końcu pieca. W wyniku tego bardzo gorące gazy spalinowe będą przepływały przez piec i poza jego górny otwór. Gdyby nie przestrzegać dodawania wstępnie ogrzanego surowca przez rurę 19, tj. gdyby surowiec z przedostatniego podgrzewacza 11 był wprowadzany na szczyt rury wznosnej 5 w zwykły sposób, to gorące gazy uszkadzałyby część wlotową pieca 1, uszczelnienie 24 oraz dolną część rury wznosnej 5 (kołpak 5a) oraz prawdopodobnie spowodowałyby pokrycie tych części konstrukcyjnych warstwą osadu. Wynalazek zapobiega temu. W konstrukcjach pokazanych na fig. 1, 2 i 3 osiąga się to przez wdmuchiwanie wstępnie ogrzanego surowca do górnego końca pieca przez rurę 19. Gdy tylko cząstki surowca zetkną się z gorącymi gazami, zapoczątkowane zostaje ich wypalanie. Zanim gazy opuszczą otwór pieca wypalanie jest już znacznie zaawansowane. Wypalanie postępuje dalej podczas przechodzenia materiału zawieszzonego w gazie przez rurę wznosną 5 i może być jeszcze niezakończony przed przejściem materiału przez obwód 5, 10, 21 oraz 1.

Wypalanie jest procesem zużywającym ciepło. Jeszcze przed opuszczeniem otworu pieca gazy oddadzą znaczną część swojego ciepła na wypalanie, tzn., że ich temperatura znacznie się obniży i obniżanie to będzie zachodziło jeszcze podczas przechodzenia gazów przez rurę wznosną 5, pracującą do pewnego stopnia jako kalcyntor. Tak więc przez dodanie surowca w omawianym miejscu osiągnięto to, co zamierzano.

Jeżeli całą ilość paliwa, zwykle do 75% całkowitej ilości paliwa potrzebnego na przeprowadzenie trzech procesów, tj. wstępnego ogrzania, wypalania i spiekania, dodaje się przez przewód 19, to ilość paliwa, jaką należy wprowadzić i spalić przez palnik 4 w obecności powietrza w dolnym końcu, będzie odpowiednio mniejsza. Jednakże aby w gazach piecowych zapewnić ilość tlenu niezbędną do podtrzymania spalania dodawanego paliwa w górnym otworze pieca, należy wprowadzić nadmiar powietrza. Innymi słowy, gazy te zawierają tlen i im mniej paliwa wprowadza się do dolnego końca pieca, tym więcej tlenu będą zawierać gazy i tym niższa będzie temperatura tych gazów.

Jeżeli paliwo dodaje się w miejscu przyległym do górnego końca pieca, to będzie się ono paliło

przy zetknięciu z bardziej lub mniej gorącymi gazami piecowymi zawierającymi tlen, z tym jednak skutkiem, że temperatura gazów oraz nowopowstałego gazu spalinowego będzie wzrastać i wzrost temperatury będzie tym większy, im więcej paliwa doprowadzi się w miejscu przyległym do otworu pieca. Gdyby tego nie przestrzegać dla jednoczesnego dodania wstępnie ogrzanego materiału w miejscu przyległym do górnego otworu pieca, to gorące gazy wywierałyby szkodliwe, uprzednio wymienione skutki. Także i w tym przypadku, doprowadzony surowiec wykorzystuje ciepło zawarte w gazach do wypalania, przez co temperatura gazów zostaje w pożądanym sposób obniżona.

Rura 21, przez którą materiał całkowicie, lub prawie całkowicie wypalony przechodzi do pieca, otwiera się wewnątrz pieca w kierunku przepływu gazu, w stosunku do otworu rury 19, i blisko dolnej części pieca, to znaczy, że jest zanurzona lub prawie zanurzona we wsadzie pieca. Celem takiego usytuowania rury 21 jest zapobieżenie, aby wychodzący z niej materiał nie został zakleszczony przez gazy piecowe.

Fig. 4 przedstawia zmodyfikowane rozwiązanie konstrukcyjne górnej części pieca, według którego materiał z rury 18 wyladowywany jest od góry do górnego otworu pieca. Podobnie jak na fig. 2, na fig. 4 przedstawiono ewentualne dodawanie paliwa przez rurę 22. Dodawanie paliwa można jednak alternatywnie przeprowadzać od dołu, jak zaznaczono przerywaną strzałką 22'. Jeżeli stosuje się taki zmodyfikowany sposób, to surowa mączka i paliwo nie będą się wcześniej mieszać, tym nie mniej w wyniku końcowym uzyskuje się dokładnie takie samo wymieszanie dzięki temu, że paliwo wdmuchuje się w wiry utworzone przez zawieszoną surową mączkę w otworze pieca.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób prowadzenia co najmniej częściowego wypalania wstępnie ogrzanego sproszkowanego surowca zawierającego wapno, przed przeprowadzeniem go przez pochyły piec obrotowy do końcowej obróbki surowca, w kierunku otworu wylotowego produktu, **znamienny tym**, że wstępnie ogrzany surowiec zawieszony w górnej części pieca w gazie odlotowym z pieca obrotowego i co najmniej częściowo wypala ciepłem powstałym ze spalania paliwa dodawanego do górnego i/lub dolnego końca pieca w obecności powietrza lub innego gazu zawierającego tlen, wprowadzanego przez dolny koniec pieca, co najmniej częściowo wypalony surowiec oddziela się następnie od gazów odlotowych z pieca i wprowadza do górnego końca pieca w taki sposób, że surowiec przechodzi przez piec nie będąc wynoszonym przez gazy odlotowe z pieca.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że surowiec ogrzewa się wstępnie w wielostopniowym podgrzewaczu zawieszonym, ogrzany wstępnie surowiec z przedostatniego stopnia podgrzewacza wprowadza się w kontakt w górnym końcu pieca z gazami odlotowymi z pieca i następnie oddziela się od tych gazów w ostatnim stopniu podgrzewacza.

3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że paliwo dostarcza się do górnego końca pieca i miesza się je z ogrzany wstępnie surowcem przed wprowadzeniem go w kontakt z gazami odlotowymi z pieca.

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że stosuje się paliwo stałe, ciekłe lub gazowe, które zmieszane z ogrzany wstępnie surowcem wydzie-la palne gazy.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ogrzany wstępnie surowiec wprowadza się w stan fluidalny bezpośrednio przed wprowadzeniem go w kontakt z gazami odlotowymi z pieca.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że jako gaz fluidyzujący stosuje się powietrze lub mieszaninę powietrza i paliwa gazowego.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że całe ciepło potrzebne do ogrzewania wstępnego i do wypalania surowca oraz do końcowej obróbki surowca w piecu, dostarcza się przez spalanie paliwa doprowadzanego do dolnego końca pieca i ewentualnie do górnego końca pieca.

8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że nie więcej niż 75% całego zapotrzebowania na ciepło dostarcza się ze spalania dodatkowego paliwa doprowadzanego do górnego końca pieca.

9. Urządzenie do prowadzenia co najmniej częściowego wypalania wstępnie ogrzanego sproszkowanego surowca zawierającego wapno, obejmujące pochylony piec obrotowy, którego dolny koniec połączony jest z chłodnicą do chłodzenia produktu po obróbce cieplnej w piecu a górny koniec połączony jest z podgrzewaczem do wstępnego ogrzewania surowiec oraz z separatorem do oddzielania co najmniej części wypalonego surowca od gazów odlotowych doprowadzanych do podgrzewacza i które posiada elementy do wprowadzania surow-

ca do górnego końca pieca w miejscu skąd zostaje on pobrany przez wsad pieca, **znamienny tym**, że ma również elementy do wprowadzania surowca z podgrzewacza do górnego końca pieca w miejscu, gdzie wprowadzony surowiec zostaje porwany przez gazy odlotowe z pieca i wynoszony jest z pieca za pomocą tych gazów do podgrzewacza oraz do separatora.

10. Urządzenie według zastrz. 9, **znamiennie tym**, że podgrzewacz i separator składają się z pewnej liczby cyklonów zamontowanych nad i pod sobą, rura wznosna między górnym końcem pieca i najniższym stopniem cyklonów stanowi kalcynator, najniższy cyklon stanowi separator, zaś pozostałe cyklony stanowią podgrzewacz.

11. Urządzenie według zastrz. 9 albo 10, **znamiennie tym**, że ma elementy do wprowadzania z separatora do górnego końca pieca wstępnie ogrzanego i co najmniej częściowo wypalonego surowca zabieranego przez wsad pieca, zamontowane przed elementami do doprowadzania z podgrzewacza do górnego końca pieca surowca porywanego przez gazy odlotowe z pieca.

12. Urządzenie według zastrz. 9, **znamiennie tym**, że ma elementy do dostarczania gazu fluidyzującego do surowca bezpośrednio przed wprowadzaniem surowca w kontakt z gazami odlotowymi z pieca.

13. Urządzenie według zastrz. 9, **znamiennie tym**, ma elementy do wprowadzania paliwa do górnego końca pieca.

14. Urządzenie według zastrz. 13, **znamiennie tym**, że elementy do wprowadzania paliwa do górnego końca pieca ma usytuowane tak, że podają paliwo do surowca zanim surowiec wejdzie w kontakt z gazami odlotowymi z pieca.

