



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 10.11.73 (P. 166453)

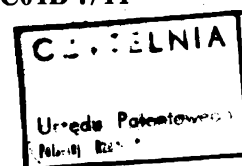
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 02.06.75

Opis patentowy opublikowano: 15.10.1977

MKP
C04b 7/44

Int. Cl.²
C04B 7/44



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Ishikawajima-Harima Jukogyo Kabushiki Kaisha,
Tokio (Japonia)

Układ zawieszinowego podgrzewania surowców sypkich

1

Przedmiotem wynalazku jest układ zawieszinowego podgrzewania surowców sypkich, zawierający kilka układów podgrzewania.

Proces wypalania (lub spiekania) surowców sypkich, przykładowo takich jak surowce stosowane do wyrobu klinkieru cementowego, można podzielić na kilka stref, w kolejności przepływu surowców, a mianowicie na strefy: podgrzewania, dekarbonizacji węglanów zawartych w surowcach (prażenia) i chłodzenia. Wskutek dużego zużycia ciepła na reakcję endotermiczną w strefie prażenia, różnica temperatury między gazem i surowcami staje się najmniejszą, przy wlocie surowców do strefy prażenia. Dla polepszenia wymiany ciepła przy wlocie surowców do strefy prażenia zaproponowano sposób wypalania zawieszinowego (określany dalej jako „sposób SP”), w którym z jednej strony pieca do wypalania przewidziano układ podgrzewania zawieszinowego (określany dalej jako „układ SP”). W układzie tym ciepło jest przenoszane w zawieszinie, jaką tworzą surowce w ośrodku gazowym i w ten sposób następuje podgrzewanie i częściowe wypalanie surowców za pomocą gazu odlotowego z powyższego pieca.

Sposób podgrzewania zawieszinowego SP odznacza się zaletą, polegającą na zwiększeniu ogólnej sprawności cieplnej procesu wypalania oraz na tym, że piec do wypalania, przykładowo piec obrotowy, może mieć mniejsze wymiary. Niemniej jednak, gdy temperatura gazu odlotowego z pieca przekracza 1200°C, jak to ma miejsce w praktyce, substancje lotne takie jak alkalia, chlor i siarka, wprowadzane do układu razem z surowcami i/lub z paliwem, będą zagęszczać się i gromadzić na ścianie lub na surowcach, w części

2

układu SP o większej temperaturze, tworząc grube powłoki lub utrudniając tworzenie złoża fluidalnego surowców w gazie, zakłócając w ten sposób bieg procesu. W wyniku takich ograniczeń, odniesionych do temperatury gazu odlotowego z pieca do wypalania, w powyższym układzie realizuje się tylko podgrzewanie i wypalanie około 50% surowców i pozostałą część do wyprażenia należy poddać prażeniu w piecu do wypalania. Dlatego też trzeba budować piec do wypalania o dwukrotnie większej pojemności, w porównaniu do pieca, który służyłby do wypalania (lub spiekania) surowców i fakt ten jest przeszkodą przy budowie dużych jednostek produkcyjnych.

Dla uniknięcia niedogodności wyżej opisanego układu znany jest sposób podgrzewania, zwany w dalszym ciągu „sposobem SCP”, zrealizowany przez umieszczenie dodatkowego palnika (lub palników) w najniższym położonym stopniu wymiany ciepła (to znaczy w stopniu wymiany ciepła najbliższym do pieca do wypalania). Za pomocą tego układu, zwanego dalej „układem SCP” surowce tworzące złożo fluidalne w gazie, ulegają prawie całkowitemu wypaleniu, równocześnie przy użyciu gazu odlotowego z pieca do wypalania jak również za pomocą spalin, wytworzonych przez spalanie paliwa gorącym powietrzem do spalania, doprowadzonym z chłodnicy, po zastosowaniu tego powietrza do chłodzenia wypalonego produktu (lub klinkieru).

Poważna zaleta sposobu SCP polegająca na możliwości zmniejszenia o połowę objętości pieca, w porównaniu do objętości wymaganej w konwencjonalnym sposobie SP, wynika z tego, że do pieca do wypalania są doprowadzane

surowce prawie całkowicie wyprażone tak, że ulegają już tylko częściowemu wypalaniu (lub spiekaniu).

Niemniej jednak w układzie SCP, im w większym stopniu przebiega reakcja wypalania surowców, tym w gazie zwiększa się ciśnienie cząstkowe tlenków węgla i wskutek tego tym bardziej ulega zwolnieniu szybkość reakcji wypalania. W wyniku tego, surowce o temperaturze niższej od 900°C nie mogą natychmiastowo ulec wypalaniu w stopniu całkowitym. Ponadto, w układzie SCP, paliwo jest spalane przy pomocy mieszaniny powietrza i gazu odlotowego z pieca do wypalania i wskutek tego, w atmosferze o niższym ciśnieniu cząstkowym tlenu niż w powietrzu tak, że było trudno osiągnąć całkowite spalanie dopóki nie powiększyło się znacznie współczynnika nadmiaru powietrza, w porównaniu do współczynnika nadmiaru powietrza w palniku w piecu do wypalania.

Jak z powyższego wynika, przy wlocie surowców do strefy wypalania, temperatura gazu w tym układzie staje się wyższa o 50–100°C i w tym miejscu również zwiększa się objętość gazu, w porównaniu do konwencjonalnego układu SP. Zaleta małych strat ciepłych wskutek małych wymiarów pieca do wypalania jest zniweczona pogorszeniem sprawności cieplnej podgrzewania, w wyniku czego należy w tym układzie znacznie zwiększyć ogólną sprawność cieplną wypalania.

Podobnie jak przy palniku w piecu do wypalania, powietrze do spalania dla dodatkowego palnika stanowi zazwyczaj gorące powietrze, nagrzewane drogą wymiany ciepła między wypalonym produktem (lub klinkierem) w chłodnicy, nie ograniczając się tylko do tego przykładu.

Przy stosowaniu powietrza do spalania z chłodnicy, opór ciągu w kanale powietrznym, ciągnącym się z chłodnicy do najniższego stopnia układu podgrzewania, jest zazwyczaj większy niż opór ciągu w piecu do wypalania tak, że dla właściwego doprowadzania powietrza do spalania do układu podgrzewania, konieczne jest umieszczenie zaworu dławiącego, w kanale gazu odlotowego, łączącym piec do wypalania z najniższym stopniem wymiany ciepła. Niemniej jednak, zawór dławiący będzie podlegać wyżej opisanemu gromadzeniu się na nim skondensowanych substancji lotnych, których gruba powłoka zakłóca prawidłowe działanie i uniemożliwia regulację natężenia przepływu gazu odlotowego z pieca i powietrza do spalania. Ponadto, stosowanie zaworu dławiącego jest związane z bezużyteczną stratą mocy.

Celem wynalazku jest opracowanie układu zawieszinowego podgrzewania surowców sypkich, który wyeliminowałby wady i niedogodności wyżej wymienionych, znanych układów i umożliwiłby dokładniejsze wypalanie surowców, przed ich dojściem do pieca oraz odznaczałby się większą sprawnością cieplną przy mniejszej objętości pieca i pozwoliłby na łatwą regulację przepływu gazu i współczynnika nadmiaru powietrza.

Cel wynalazku osiągnięto przez to, że układ zawieszinowego podgrzewania surowców sypkich składa się z układu podgrzewania gazem odlotowym, gdzie wymiana ciepła między surowcami i gazem odlotowym z pieca jest prowadzona w kilku stopniach, oraz z układu podgrzewania spalinami, usytuowanego równolegle do układu podgrzewania gazem odlotowym, przy czym wymiana ciepła między surowcami i spalinami, wytwarzanymi w ostatnim dla surowców stopniu wymiany ciepła, jest prowadzona w kilku stopniach.

Korzystnie według wynalazku, układ jest usytuowany tak, że każdy ze strumieni surowców, przepływających

w kierunku do dołu przez poszczególne układy wymiany ciepła, przechodzi w końcu szeregowo przez ostatni dla surowców stopień wymiany ciepła poszczególnych układów.

W układzie podgrzewania spalinami, w najniższym stopniu wymiany ciepła, znajduje się dodatkowy palnik dla spalania paliwa i wytwarzania, w ten sposób spalin. Powietrze do spalania stanowi zasadniczo powietrze nagrzewane wskutek wymiany ciepła w chłodnicy, z wypalonym produktem (lub klinkierem,) lecz nie ogranicza się tylko do tego rodzaju nagrzewania powietrza. W tym układzie wyłącznie powietrze do spalania jest doprowadzane do najniższego stopnia wymiany ciepła tak, że można prowadzić spalanie przy możliwie najmniejszym współczynniku nadmiaru powietrza, przykładowo około 10 % i w wyniku tego można zmniejszyć objętość gazu opuszczającego strefę wyprażania. Ponadto dzięki temu, że wyprażanie odbywa się w atmosferze o niskim ciśnieniu cząstkowym tlenków węgla, możliwe jest zatem zwiększenie szybkości reakcji wyprażania i ułatwienie osiągnięcia pełnego wyprażania w stosunkowo niskiej temperaturze surowców, w zakresie 800 – 850°C. Wskutek tego, temperaturę gazu przy wlocie surowców do strefy wyprażania obniża się o 50 – 100°C, w porównaniu do powyżej podanego, konwencjonalnego układu SCP.

Jak z powyższego wynika, temperatura gazu odlotowego przy ujęciu z końcowego, to znaczy najwyższego stopnia wymiany ciepła będzie niższa niż w jakimkolwiek z konwencjonalnych układów podgrzewania zawieszinowego. Ponadto, w porównaniu do konwencjonalnego układu SCP, gdzie stosuje się zarówno powietrze do spalania z chłodnicy, jak i gaz odlotowy z pieca do wypalania, w mniejszym zakresie dla tego układu podgrzewania, można dokonać udogodnień w najniższych stopniach wymiany ciepła, w których jest zainstalowany dodatkowy palnik. Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że można również do najniższego stopnia wymiany ciepła, doprowadzić spaliny wytwarzane za pomocą spalania paliwa w innych urządzeniach.

Natomiast, w układzie podgrzewania gazem odlotowym, stosującym wyłącznie gaz odlotowy z pieca do wypalania, ilość surowców do wypalania odpowiada ilości tego gazu odlotowego tak, że uzyskuje się taki sam wynik jak w konwencjonalnym układzie SP, mianowicie surowce ulegają wypalaniu w 50 % w tym układzie, przed ich załadowaniem do pieca do wypalania. Zazwyczaj w piecu spala się około 40 % ogólnej ilości paliwa i w tym wypadku odpowiadająca ilość surowca wyniesie 30 – 35 %, wykorzystująca ciepło wyczuwalne z tego gazu odlotowego, wskutek dużo mniejszego wypalenia jako pozostaje do przeprowadzenia w piecu, w porównaniu konwencjonalnego układu SP z układem rozważanym. Dlatego też, po przejściu surowców przez ten układ ulegają one zmieszaniu z surowcami, które zostały właściwie wyprażone w układzie podgrzewania spalinami, przy czym stopień dekarbonizacji węglanów w całej ilości surowców przewyższy 80 %, stanowi to w przybliżeniu tyle samo, ile osiąga się obecnie w konwencjonalnym układzie SCP.

Ponadto, gdy układ podgrzewania jest usytuowany tak, że surowce, w każdym poszczególnym układzie, to znaczy w układzie podgrzewania spalinami i układzie podgrzewania gazem odlotowym, przechodzą szeregowo przez ostatni stopień każdego z układów, surowce ulegają bardziej dokładnemu wyprażeniu, przed ich dostarczeniem do pieca do wypalania. Zatem dodatkowo można zmniejszyć obję-

tość tego pieca i całkowita sprawność cieplna układu, według wynalazku, będzie bardzo duża, w porównaniu do któregośkolwiek z konwencjonalnych układów.

Ponadto, w układzie podgrzewania według wynalazku, wloty surowców do każdego z układów są umieszczone oddzielnie i w razie potrzeby można regulować równowagę cieplną i/lub zrównoważenie ciśnienia w obu układach, za pomocą dawkowania surowców, w ilościach odpowiadających przepływowi gazu w poszczególnych układach.

Dodatkowo, dzięki układowi podgrzewania według wynalazku, można również regulować ustawienie współczynnika nadmiaru powietrza do spalania, dla palnika w piecu do wypalania i dla dodatkowego palnika w ostatnim stopniu wymiany ciepła, w zależności od ilości paliwa, spalane w poszczególnych palnikach. W tym celu, dwa układy podgrzewania, w których stopnie wymiany ciepła są usytuowane równolegle, są zasilane gazem odlotowym lub spalini, za pomocą dwóch niezależnych dmuchaw wyciągowych. Dlatego też nie wynika potrzeba stosowania dławienia dla kompensacji niższych oporów ciągu pieca do wypalania, niż opory ciągu kanału powietrznego, przez który gorące powietrze do spalania jest doprowadzane z chłodnicy do stopnia wymiany ciepła, zaopatrzonego w palnik dodatkowy. Dzięki temu można zaoszczędzić stratę ciśnienia gazu odlotowego z pieca, wynikającą z użycia zaworu dławiącego.

Szczególną zaletą niniejszego wynalazku jest możliwość wykorzystania zwiększonej pojemności istniejących pieców do wypalania, połączonych z konwencjonalnymi układami SP, za pomocą zastosowania oddzielnego układu podgrzewania, zaopatrzonego w dodatkowy palnik umieszczonego w najniższym stopniu wymiany ciepła.

Według wynalazku, ilość stopni wymiany ciepła nie jest niczym ograniczona, chociaż najbardziej ekonomiczną z punktu widzenia sprawności cieplnej i spadku ciśnienia jest ilość czterech stopni wymiany ciepła. Ponadto, odnośnie samego układu podgrzewania, w razie potrzeby można stosować kilka takich układów.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony na podstawie rysunku, na którym wzór 1 przedstawia schemat technologiczny konwencjonalnego układu zawieszinowego podgrzewania czterostopniowego – SP; wzór 2 – schemat technologiczny znanego układu SCP, w którym stopień wymiany ciepła, najbliższy do pieca do wypalania, zawiera piec prażalniczy, składający się z cyklonu zaopatrzonego w dodatkowy palnik (piec prażalniczy będzie się nazywać dalej „piecem prażalniczym cyklonowym”), przy czym w piecu tym spalanie dostarczanego paliwa i wyprażanie surowców spływających z górnego stopnia, realizuje się za pomocą obiegu kołowego, który tworzy mieszanina gorącego powietrza do spalania, doprowadzanego z chłodnicy i użytego do chłodzenia wypalonego produktu (lub klinkieru), oraz z gazu odlotowego z pieca do wypalania, wzór 3 – schemat technologiczny znanego układu SCP, w którym stopień wymiany ciepła najbliższy do pieca do wypalania, zawiera odmienny rodzaj pieca do wyprażania niż pokazany na wzorze 2 (piec tego rodzaju będzie dalej nazywany „piecem prażalniczym ze strumieniem powietrznym”), przy czym ten piec prażalniczy ze strumieniem powietrznym stanowi urządzenie zaopatrzone w dodatkowy palnik, w którym zarówno dokonuje się spalanie paliwa jak i wypalanie surowców, realizowane za pomocą przepływu turbulentnego, utworzonego mieszaniną gorącego powietrza do spalania i gazu odlotowego z pieca do wypalania, wzór 4 i 5 – schematy technologiczne podwójnych układów pod-

grzewania według wynalazku, przy czym wzór 4 przedstawia schemat technologiczny jednego z takich układów, w którym jest stosowany piec prażalniczy cyklonowy, jako stopień wymiany ciepła najbliższy do pieca do wypalania w układzie podgrzewania spalinami, natomiast wzór 5 przedstawia schemat technologiczny innego, tego rodzaju układu, w którym stosuje się piec prażalniczy z strumieniem powietrza, jako stopień wymiany ciepła najbliższy do pieca do wypalania, w układzie podgrzewania spalinami. Wzór 6 – 9 – schematy technologiczne przykładów wykonania układu według wynalazku, odmienne od układu pokazanego na wzorze 4 i 5, w których odbywa się szeregowy przepływ surowców, w stopniu wymiany ciepła, najbliższym do pieca do wypalania. Tak więc każdy z wzorów 6 i 7 przedstawia podwójny układ podgrzewania, to znaczy wzór 6 przedstawia układ, w którym jest użyty cyklonowy piec prażalniczy, jako stopień wymiany ciepła najbliższy do pieca do wypalania w układzie podgrzewania spalinami, a wzór 7 przedstawia układ, w którym stosuje się piec prażalniczy ze strumieniem powietrznym, jako stopień wymiany ciepła najbliższy do pieca do wypalania, w układzie podgrzewania spalinami, natomiast wzór 8 i 9 przedstawiają schematy technologiczne przykładów, częściowo połączonych podwójnych układów podgrzewania.

Na powyższych rysunkach, każdy stopień wymiany ciepła składa się z połączenia kanału i cyklonu, kanału i pieca prażalniczego lub kanału, cyklonu i pieca prażalniczego. Liczba stopni wynosi cztery i poszczególne stopnie będą nazywane jako czwarty, trzeci, drugi i pierwszy stopień, w kolejności coraz bliższego umieszczenia względem pieca do wypalania. Dla wygody, stopień wymiany ciepła, składający się z cyklonu i kanału, będzie określany liczbą dodawaną do cyklonu.

Na wzorze 1, przedstawiającym konwencjonalny układ podgrzewania SP w złożu fluidalnym, gaz odlotowy wytwarzany wskutek spalania paliwa za pomocą palnika 8 (lub palników), umieszczonego w piecu do wypalania 1. Powietrze do spalania (powietrze wtórne) jest doprowadzane z chłodnicy 7, po zastosowaniu go do schłodzenia produktu wypalonego (lub klinkieru). Gaz odlotowy przepływa z pieca do wypalania 1, potem przez 4-ty stopień wymiany ciepła 2, trzeci stopień wymiany ciepła 3, drugi stopień wymiany ciepła 4 i kolejno przez pierwszy stopień wymiany ciepła 5, następnie za pomocą dmuchawy wyciągowej 6 gaz odlotowy jest odprowadzany poza układ. Natomiast surowce sypkie są wprowadzane w miejscu A, usytuowanym w przewodzie pierwszego stopnia wymiany ciepła 5. Potem surowce sypkie płyną w kierunku do dołu przez pierwszy stopień wymiany ciepła 5, potem kolejno przez drugi stopień wymiany ciepła 4, trzeci stopień wymiany ciepła 3 i czwarty stopień wymiany ciepła 2. W czasie przepływu przez te stopnie wymiany ciepła surowce ulegają podgrzaniu i częściowemu wypaleniu, wskutek wymiany ciepła w tych stopniach z gazem odlotowym. Następnie surowce dostają się do pieca do wypalania 1 i ulegają w nim wypaleniu do klinkieru i potem są schładzane w chłodnicy 7.

Na wzorze 2 przedstawiono taki sam układ podgrzewania jak pokazany na wzorze 1, różniący się jedynie tym, że w cyklonowym piecu prażalniczym w czwartym stopniu wymiany ciepła 2 użyto dodatkowy palnik 8'. W układzie tym, gaz odlotowy z pieca do spalania 1 jak i powietrze do spalania z chłodnicy 7 są wprowadzane do czwartego stopnia wymiany ciepła 2, potem już spaliny i surowce przebywają drogę opisaną w odniesieniu do wzoru 1.

Na wzorze 3 przedstawiono układ podgrzewania konwencjonalnego, w którym piec prażalniczy ze strumieniem powietrza 9 jest zaopatrzony w dodatkowy palnik 8', przy czym w czwartym stopniu wymiany ciepła 2 zastosowano cyklon. W tym układzie podgrzewania, zarówno gaz odlotowy z pieca do spalania 1 jak i gorące powietrze do spalania, są wprowadzane do pieca prażalniczego 9, a następnie przechodzą przez cyklon, natomiast surowce są przenoszone przez piec prażalniczy razem z gazem i są kierowane do cyklonu, w którym następuje oddzielenie surowców od czynnika gazowego, potem surowce są przesyłane do pieca do spalania 1.

Na wzorze 4 przedstawiono układ według wynalazku, w którym użyto cyklonowy piec prażalniczy jako czwarty stopień wymiany ciepła, w układzie podgrzewania spalinami. W układzie podgrzewania odpowiadającym układowi konwencjonalnemu SP z wzoru 1, to znaczy takiemu układowi podgrzewania gazem odlotowym, w którym wymiana ciepła następuje wyłącznie z gazem odlotowym z pieca do spalania, surowce są wprowadzane w miejscu A, usytuowanym w przewodzie pierwszego stopnia wymiany ciepła 5 i przepływają w kierunku do dołu przez pierwszy stopień wymiany ciepła 5 i kolejno przez drugi stopień 4, trzeci stopień 3 i potem przez czwarty stopień 2, a następnie surowce dostają się do pieca do spalania 1. Natomiast gaz odlotowy z pieca do spalania płynie w kierunku do góry przez czwarty stopień wymiany ciepła 2, potem kolejno przez trzeci stopień 3, drugi stopień 4 i pierwszy stopień 5, przy czym następuje wymiana ciepła z surowcami, które zostają podgrzane i ulegają wypaleniu w 50 %. Wreszcie gaz odlotowy jest odprowadzany za pomocą dmuchawy wyciągowej 6. W innym układzie podgrzewania, według wynalazku, to znaczy w układzie podgrzewania spalinami, w którym użyto w czwartym stopniu wymiany ciepła 2' cyklonowy piec prażalniczy z dodatkowym palnikiem 8' i spalanie dostarczanego paliwa odbywa się za pomocą gorącego powietrza do spalania pochodzącego z chłodnicy 7, surowce są dostarczane w miejscu A', usytuowanym w dowolnej części przewodu pierwszego stopnia wymiany ciepła 5'. Surowce następnie przepływają w kierunku do dołu przez pierwszy stopień wymiany ciepła 5, a potem kolejno przez drugi stopień 4', trzeci stopień 3' do czwartego stopnia wymiany ciepła 2'. Po całkowitym wypaleniu w czwartym stopniu wymiany ciepła 2' za pomocą dodatkowego palnika 8', surowce dostają się do pieca do spalania 1. W tym wypadku, powietrze do spalania z chłodnicy 7 jest użytkowane przy spalaniu za pomocą tego dodatkowego palnika 8', umieszczonego w czwartym stopniu wymiany ciepła 2'. Wytworzone spaliny, po wykorzystaniu do wypalenia surowców dostarczonych z trzeciego stopnia wymiany ciepła 3', są przesyłane w kierunku do góry przez trzeci stopień wymiany ciepła 3', a potem kolejno przez drugi stopień 4' i pierwszy stopień 5', przy czym przez cały czas następuje wymiana ciepła z surowcami. Wreszcie spaliny te są usuwane za pomocą dmuchawy wyciągowej 6'. Surowce pochodzące z powyżej opisanych dwóch układów, ulegają połączeniu w części wlotowej pieca do spalania 1, gdzie są już wypalone w stopniu przekraczającym 80 % i potem są wypalane (lub spiekane) w tym piecu 1, za pomocą spalania paliwa dostarczanego do palnika 8, przy użyciu gorącego powietrza, przesyłanego z chłodnicy 7. Wypalony produkt (lub klinkier) jest wyładowywany po schłodzeniu go w chłodnicy 7.

Na wzorze 5 przedstawiono inny układ według wynalazku, w którym stosuje się zarówno piec prażalniczy ze

strumieniem powietrznym 9 jak i cyklon, tworzące czwarty stopień wymiany ciepła. W tym przykładzie układ podgrzewania gazem odlotowym jest tego samego rodzaju i działa tak samo jak układ opisany w związku z wzorem 4. Natomiast układ podgrzewania spalinami, to jest układ zawierający piec prażalniczy 9, zaopatrzony w dodatkowy palnik 8' jest również tego samego rodzaju i działa tak samo jak odpowiadający mu układ z wzoru 4, z tą różnicą, że powietrze do spalania z chłodnicy 7 jest wprowadzane do pieca prażalniczego 9 do palnika 8', a wytworzone spaliny po użyciu ich do wypalania surowców dochodzących do trzeciego stopnia wymiany ciepła 3', przechodzą przez cyklon w czwartym stopniu wymiany ciepła 2', gdzie surowce zostają oddzielone i przesyłane do pieca 1, natomiast gaz oczyszczony jest przesyłany do góry do trzeciego stopnia wymiany ciepła 3'.

Na wzorze 6 przedstawiono inne wykonanie układu podgrzewania, według wynalazku. W układzie tym gaz odlotowy z pieca do spalania 1 płynie w kierunku do góry, przez układ podgrzewania gazem odlotowym składającym się z pierwszego stopnia wymiany ciepła 5, drugiego stopnia 4, trzeciego stopnia 3 i czwartego stopnia 2. Potem gaz odlotowy jest odprowadzany za pomocą dmuchawy wyciągowej 6. Równolegle do tego układu jest umieszczony czwarty stopień wymiany ciepła, zaopatrzony w cyklonowy piec prażalniczy, w którym paliwo ulega spalaniu za pośrednictwem dodatkowego palnika 8' i powietrza do spalania, doprowadzanego z chłodnicy 7, przy czym wymiana ciepła odbywa się w złożu fluidalnym surowców tworzących zawiesinę w spalinach. Ten czwarty stopień wymiany ciepła 2' jest połączony szeregowo z trzecim stopniem 3', drugim stopniem 4' i pierwszym stopniem 5'. Gazy spalinowe przepływają w kierunku do góry przez ten układ podgrzewania spalinami i są odprowadzane za pomocą dmuchawy wyciągowej 6'. Natomiast surowce w postaci sypkiej są niezależnie dostarczane do pierwszych stopni wymiany ciepła 5 i 5' odnośnych układów i przepływają kolejno przez drugie stopnie wymiany ciepła 4 i 4', trzecie stopnie 3 i 3'.

Oba strumienie surowców, z których każdy jest nagrzewany w odnośnych stopniach układu wymiany ciepła, usytuowanych równolegle do trzecich stopni wymiany ciepła, są wprowadzane do czwartego stopnia 2' układu podgrzewania spalinami, gdzie ulegają wypaleniu za pomocą dodatkowego palnika 8'. Przy prowadzeniu procesu tak, że na wylocie czwartego stopnia 2' utrzymuje się temperaturę 800 – 830°C, surowce ulegną wypaleniu w 70 – 75 %.

Ponadto, surowce wprowadzone do czwartego stopnia 2 układu podgrzewania gazem wylotowym zostaną całkowicie wypalone za pomocą gazu wylotowego z pieca 1, przy temperaturze 1100 – 1200°C i potem będą dostarczone do pieca 1. Ponieważ surowiec jest wypalany w czwartym stopniu 2 w atmosferze o małym ciśnieniu cząstkowym tlenków węgla, temperatura gazu przy wylocie z tego stopnia będzie wynosić około 850°C.

Z powyższego wynika, że temperatura gazu (800 – 850°C) przy wylotach z czwartych stopni 2 i 2', w których odbywa się wypalanie w układzie podgrzewania z wzoru 6, jest niższa niż w układzie podgrzewania z wzoru 2, tak więc całkowita sprawność cieplna układu wypalania uległa zwiększeniu.

We wzorze 7 przedstawiono jeszcze inne wykonanie wynalazku, w której użyto piec prażalniczy ze strumieniem powietrza 9 i cyklon, jako czwarty stopień wymiany ciepła

w układzie podgrzewania spalinami. W tym wykonaniu układ nagrzewania gazem odlotowym jest tego samego rodzaju oraz działa tak samo jak w układzie przedstawionym na wzorze 6. Natomiast w układzie podgrzewania spalinami przewidziano piec prażalniczy 9, zaopatrzony w dodatkowy palnik 8' i układ ten jest tego samego rodzaju i działa tak samo jak przedstawiony na wzorze 4, za wyjątkiem tego, że gorące powietrze do spalania z chłodnicy 7 jest wprowadzane do pieca prażalniczego 9 do spalania paliwa dostarczanego do palnika 8', a wytworzone spaliny po wypaleniu surowców, dopływających z trzecich stopni 3 i 3' są wprowadzane razem z surowcami do cyklonu, gdzie surowce są oddzielane i przesyłane do czwartego stopnia 2, natomiast oczyszczone spaliny są dostarczane do górnego stopnia 3'.

Na wzorach 7 i 8 przedstawiono dalsze wykonania układu podgrzewania według wynalazku. Układy te różnią się tym od układów z wzorów 6 i 7, że strumień gazu, opuszczający czwarty stopień 2, w układzie podgrzewania gazem wylotowym oraz strumień spalin, opuszczający czwarty stopień 2' układu podgrzewania spalinami, ulegają złączeniu w trzecim stopniu 3 i są dodatkowo doprowadzane do drugiego stopnia 4, a potem do pierwszego stopnia 5 i w końcu zostają usuwane za pomocą dmuchawy wyciągowej 6. Ponieważ, również i w tym układzie podgrzewania, wypalanie surowców kończy się całkowicie przez przepuszczenie ich przez czwarte stopnie 2 i 2' odnośnych układów, połączonych szeregowo, sprawność cieplna pozostanie bez zmian, jak w układach przedstawionych na wzorach 6 i 7. Niemniej jednak, droga przepływu gazu, w tych układach, prowadzi przez stopnie trzeci, drugi i pierwszy złączone w jeden pojedynczy układ tak, że będą one ekonomiczne, w zastosowaniu w układach wypalania o względnie małej wydajności, gdyż stanowią małą liczbę stopni wymiany ciepła i są uproszczone. Chociaż w tym wypadku, dobranie ilości spalin w palniku 8 pieca 1 i dodatkowym palniku 8', nie może być przeprowadzone tak łatwo jak w układach podgrzewania z wzorów 6 i 7.

W układach podgrzewania z wzorów 6 - 8, prawie te same wyniki uzyskuje się, przy przepływie surowców szeregowo z czwartego stopnia 2 w układzie podgrzewania gazem wylotowym, do czwartego stopnia 2' w układzie podgrzewania spalinami, a następnie wprowadzaniu surowców do pieca do spalania 1.

Ponadto, wymiana ciepła w stopniach wymiany ciepła między surowcami i gorącym gazem może być prowadzona w przeciwnym bądź w wspólnym kierunku. Dalej, jest zrozumiałe, że stopnie wymiany ciepła układów podgrzewania według niniejszego wynalazku, mogą być użyte nie tylko w układach podgrzewania z zastosowaniem cyklonów, jak to przedstawiono na wzorach 4 - 9, lecz również w układach podgrzewania, w których wymianę ciepła prowadzi się w postaci złoża fluidalnego surowców sypkich, w strumieniu wirowym. Poza tym, pomimo że w opisanych układach podawano dwa rodzaje pieca prażalniczego, to

znaczy cyklonowego i ze strumieniem powietrznym, rozumie się, że w niniejszym wynalazku nie jest krytyczna ani konstrukcja, ani rodzaj pieca prażalniczego i każdy rodzaj i konstrukcja są przydatne, o ile piec jest zdolny do wytwarzania spalin niezależnie od funkcji pieca prażalniczego.

Zgodnie z powyższymi wyjaśnieniami, układ podgrzewania według niniejszego wynalazku składa się zasadniczo z układu podgrzewania gazem wylotowym, w którym jako czynnik do podgrzewania surowców sypkich jest stosowany wyłącznie gorący gaz wylotowy z pieca prażalniczego, oraz z układu podgrzewania spalinami, usytuowanego równolegle do układu podgrzewania gazem wylotowym gdzie spaliny wytwarzane oddzielnie są użyte jako wyłączny nośnik ciepła, przy czym każdy ze strumieni surowca dopływa w dół przez odnośne układy wymiany ciepła lub w korzystnej odmianie, przepływają w końcu szeregowo przez stopień określonego układu wymiany ciepła, najbliższy do spalania, a potem dostają się do pieca. Według układu, będącego przedmiotem wynalazku, wypalanie surowców jest zasadniczo zakończzone i realizowane przy najniższej, możliwej temperaturze materiału poddawanego wypalaniu, tak więc jest możliwe zmniejszenie ogólnych gabarytów układu wypalania i zwiększenie całkowitej sprawności cieplnej.

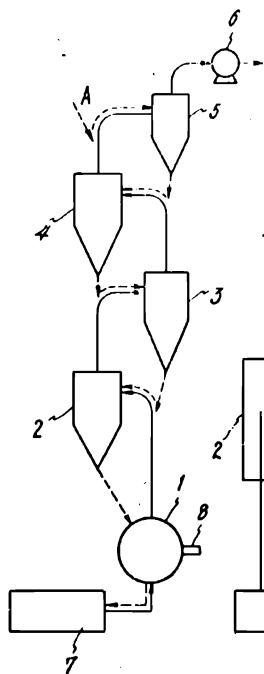
Ponadto, ilość paliwa zużytego w palniku 8 i w dodatkowym palniku 8' można regulować tak, aby optymalizować warunki wypalania i warunki spalania w obu tych palnikach (to znaczy współczynnik nadmiaru powietrza do spalania), przy czym tę regulację łatwo realizuje się za pomocą dmuchaw wyciągowych określonych układów wymiany ciepła. W ten sposób jest ułatwiona obsługa i można zmniejszyć zużycie mocy. Wszystkie te zalety oznaczają znaczną przewagę układu według wynalazku, nad układami konwencjonalnymi.

Zastrzeżenia patentowe

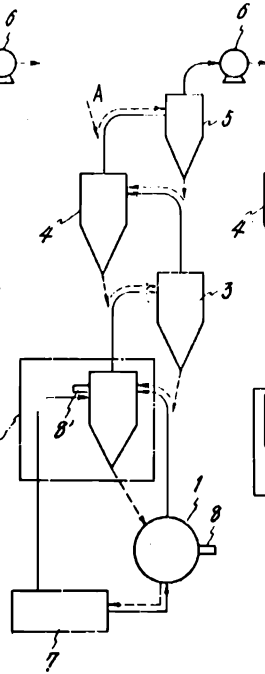
1. Układ zawieszinowego podgrzewania surowców sypkich, **znamienny tym**, że składa się z układu podgrzewania gazem odlotowym, gdzie wymiana ciepła między surowcami i gazem odlotowym z pieca (1) jest prowadzona w kilku stopniach (2, 3, 4, 5) oraz z układu podgrzewania spalinami, usytuowanego równolegle do układu podgrzewania gazem odlotowym, przy czym wymiana ciepła w układzie podgrzewania spalinami, między surowcami i spalinami, wytwarzanymi w ostatnim dla surowców stopniu wymiany ciepła (2') jest prowadzona w kilku stopniach (2', 3', 4', 5').

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układy podgrzewania gazem odlotowym i spalinami są tak usytuowane, że każdy ze strumieni surowców, przepływających w kierunku do dołu przez poszczególne układy wymiany ciepła (5, 4, 3, 5', 4', 3') przechodzi szeregowo przez ostatni dla surowców stopień wymiany ciepła (2, 2') poszczególnych układów.

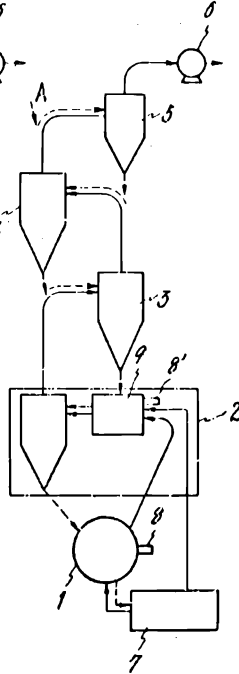
WZÓR. 1



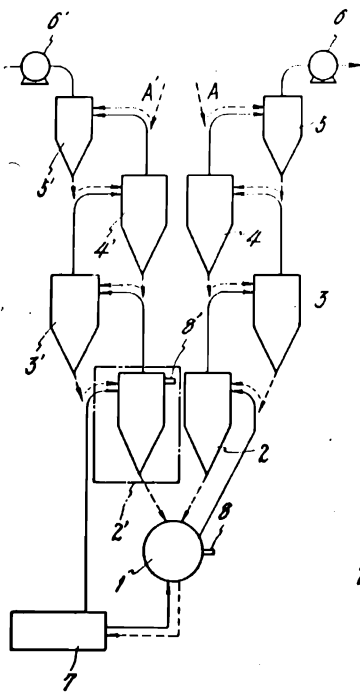
WZÓR. 2



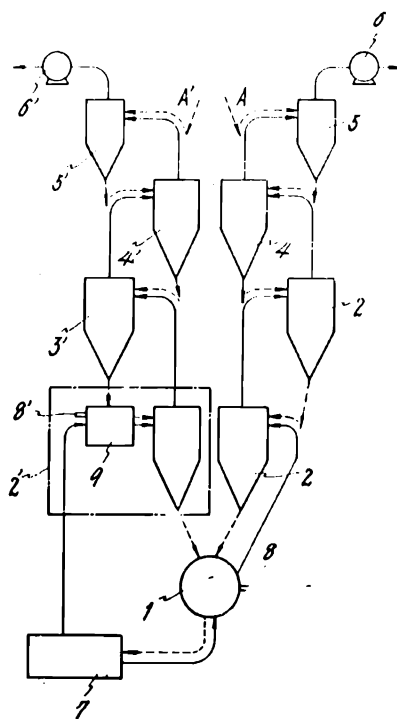
WZÓR. 3



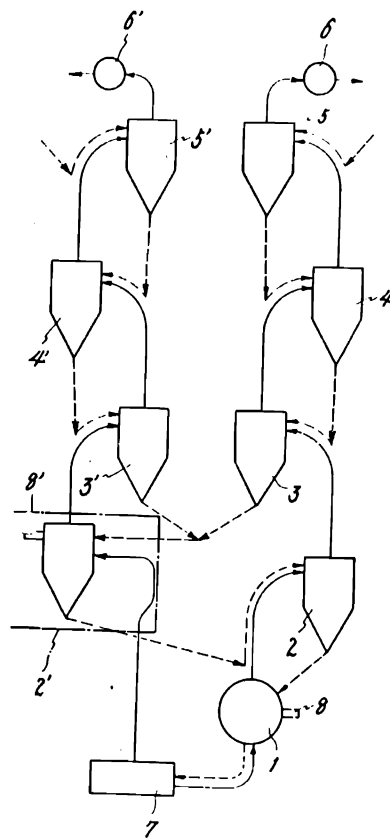
WZÓR. 4



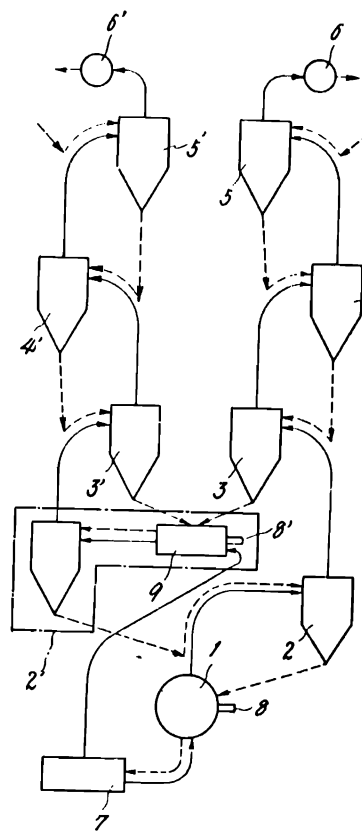
WZÓR. 5



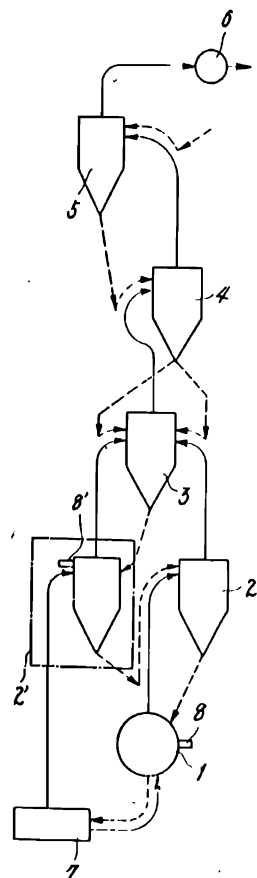
WZÓR. 6



WZÓR. 7



WZÓR. 8



WZÓR. 9

