



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 12.06.1972 (P. 155974)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1975

Kl. 12g,4/01

MKP B01j 9/20

CZYTELNICIA

Urzędu Patentowego
PRL Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Algie James Conner, Willas Leon Vermilion, Daniel Dudyh

Uprawniony z patentu: Universal Oil Products Company, Des Plaines, Illinois (Stany Zjednoczone Ameryki)

Urządzenie do regeneracji katalizatora

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do regeneracji katalizatora pokrytego koksem, w komorze którego następuje wtórne spalanie tlenku węgla w sposób bezpieczny i wydajny. Urządzenie zawiera, ustawione w szereg, pojemnik na zużyty katalizator, kanał przesyłowy i pojemnik na zregenerowany katalizator. Wtórne spalanie tlenku węgla w urządzeniu ma miejsce w pierwszym pojemniku, w kanale przesyłowym, lub w drugim pojemniku albo w innym dowolnym uszeregowaniu tych przestrzeni. Nowością wprowadzoną przez urządzenie zgodne z wynalazkiem, jest zdolność do realizacji, w bezpieczny i wydajny sposób, dopalania tlenku węgla na dwutlenek węgla w urządzeniu regeneracyjnym.

Wynalazek dotyczy urządzenia do regeneracji katalizatora a w szczególności urządzenia do katalitycznego krakingu w warstwie fluidalnej katalizatora zużytego z powodu osadzenia się na nim koksu.

Znane są urządzenia do regeneracji katalizatora i metody wykorzystujące takie urządzenia w szczególności w procesie katalitycznego krakingu w warstwie fluidalnej. Metody te w większości dotyczą sposobu zoptymalizowania procesu usuwania koksu odłożonego na katalizatorze przy pomocy kontrolowanego procesu przepuszczania tlenku w strefie regeneracyjnej, w celu zredukowania koksu na regenerowanym katalizatorze opuszczającym strefę regeneracyjną, przy jednoczesnych próbach

2

ograniczenia, jeżeli nie całkowitego wyeliminowania, wtórnego spalania to jest dopalania w strefie regeneracyjnej, przy czym dopalanie jest rozumiane jako proces przejścia tlenku węgla w dwutlenek węgla. Reakcja mająca miejsce przy spalaniu koksu na powierzchni zużytego katalizatora, powoduje powstanie dwutlenku węgla i tlenku węgla z węgla zawartego w koksie oraz wody z wodoru zawartego w koksie. Rygory temperatury, którym musi być poddana aparatura w większości strefy regeneracyjnej ograniczają zasadniczo przemianę wtórną tlenku węgla w dwutlenek węgla. Większość rafinerii wykorzystujących urządzenia regeneracyjne, takie jak generatory do katalitycznego krakingu w warstwie fluidalnej posiada jeden lub więcej kotłów ogrzewanych tlenkiem węgla, połączonych ze strumieniem gazu kanałowego, znajdujących się za strefą regeneracyjną a mających za zadanie wytworzenie pary przez ciepło uwalniane w procesie wtórnego spalania tlenku węgla jednocześnie redukując, jeżeli nie całkowicie eliminując, ilość tlenku węgla uchodzącego do atmosfery. W związku z coraz bardziej ostrą kontrolą zanieczyszczeń atmosferycznych pochodzących z rafinerii, oraz w związku z ciągłym optymalizowaniem procesów produkcyjnych wtórne spalanie w strefie regeneracyjnej jest obecnie uważane za pożądane. Proces dopalania, poza stworzeniem reakcji egzotermicznej, może w zasadniczym stopniu ograniczyć ilość tlenku węgla usuwanego do atmosfery.

Trudności na które napotyka się przy wprowadzeniu procesu dopalania polegają na tym, że większość metali stosowanych w obecnie istniejących urządzeniach regeneracyjnych, nie wytrzymuje temperatur ponad 704°C co w konsekwencji ogranicza przeprowadzenie dopalania w aparaturze tego typu.

Dodatkowym problemem do rozwiązania przy dopalaniu jest problem odzyskiwania ciepła z reakcji przejścia tlenku węgla w dwutlenek węgla w taki sposób, aby ciepło to mogło być wykorzystane. W celu odzyskania tego ciepła, proces dopalania musi mieć miejsce w obecności katalizatora tak aby katalizator mógł odzyskać ciepło reakcji utleniania tlenku węgla w procesie krakingu w warstwie fluidalnej, oraz musi nastąpić przeniesienie tego ciepła do strefy reakcji węglowodorowej w celu uzyskania wyższej termicznej wydajności procesu. Koniecznym jest również zapobieżenie powstawaniu w urządzeniu regeneracyjnym miejsc przegrzanych o bardzo wysokiej temperaturze, które mogą bowiem pojawiać się w przypadku przeprowadzenia procesu wtórnego spalania bez użycia katalizatora jako ośrodka przeniesienia ciepła.

Niniejszy wynalazek pozwala na przeprowadzenie procesu wtórnego spalania w sposób zapobiegający uszkodzeniom aparatury, ponadto pozwala na wysokie odzyski ciepła reakcji utleniania tlenku węgla za pośrednictwem zregenerowanego katalizatora i zasadniczo eliminuje potrzebę stosowania kotłów do otrzymania pary ogrzewanych tlenkiem węgla. Możliwość zwiększenia temperatury regenerowanego katalizatora pociąga za sobą możliwość znacznego podwyższenia temperatury reakcji co pozwala na krótsze czasy kontaktowania dla otrzymania pożądanej przemiany węglowodorowej, dając w wyniku zwiększoną wydajność szczególnie w przypadku gdy pożądanymi produktami są benzyna i składniki lekkie, ponadto pozwala na zmniejszenie ilości powstającego koksu z powodu zmniejszonej szybkości obiegu katalizatora a to dzięki zwiększonej temperaturze katalizatora.

Znane rozwiązania dotyczące zagadnień ujętych wynalazkiem podane są w literaturze patentowej szczególnie Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej i dotyczą warunków procesu oraz schematów przepływu stosowanych w znanych urządzeniach regeneracyjnych katalitycznego krakingu w warstwie fluidalnej i są również stosowalne do każdego rodzaju strefy regeneracyjnej, w której znajduje się zużyty katalizator pokryty koksem.

Znane jest także rozwiązanie urządzenia do regeneracji, w którym strumień tlenu przepływającego przez generator jest kontrolowany poprzez różnicę pomiędzy temperaturą gęstego złoża a temperaturą warstwy rozcieńczonej w strefie regeneracyjnej. W szczególności, szybkość przechodzenia gazu regeneracyjnego przez strefę regeneracyjną jest kontrolowana w taki sposób aby znacznie, jeżeli nie całkowicie, wyeliminować dopalanie, jednocześnie utrzymując stosunkowo gęste złożo w strefie regeneracyjnej.

Inne znane rozwiązanie dotyczy techniki regeneracji przeciwprądowej i przedstawia urządzenie do realizacji tego sposobu. W tym urządzeniu regeneracyjnym zachodzi regeneracja dwustopniowa, w której częściowo zregenerowany katalizator styka się ze świeżym gazem regeneracyjnym a następnie jest przenoszony do strefy końcowej regeneracji. Częściowo zużyty gaz regeneracyjny styka się następnie z częściowo zregenerowanym katalizatorem zawierającym więcej koksu niż całkowicie zregenerowany katalizator. Dwustopniowa technika regeneracyjna pozwala na usunięcie większej ilości koksu z zużytego katalizatora jak ilość koksu, która byłaby usuwana w każdym z etapów procesu. Przez zastosowanie techniki etapowej redukcji zawartości koksu na zużytym katalizatorze, cząsteczki katalizatora nie dochodzą do tych temperatur, które normalnie byłyby osiągnięte jeżeli koks byłby usuwany w procesie jednostopniowym.

Znane jest jeszcze inne rozwiązanie dotyczące dwustopniowego procesu regeneracji, w którym koks usuwany jest z katalizatora etapami, co zapobiega zbyt wysokim temperaturom katalizatora, temperaturom które powstawałyby, gdyby koks usuwany był z katalizatora w procesie jednostopniowym, przy czym w górnej części strefy regeneracyjnej zajmowanej przez warstwę rozcieńczoną ma miejsce kontrolowany proces dopalania. Okazuje się jednak, że strefa warstwy rozcieńczonej jest bardzo wrażliwa na zniszczenie, w przypadku niekontrolowanego procesu dopalania, gdy zachodzi niedostateczne odprowadzanie ciepła powstałego w procesie dopalania w warstwie rozcieńczonej. W konsekwencji, ciepło jest odprowadzone do gazu kanałowego lub do samej aparatury powodując w wielu przypadkach jej uszkodzenia.

Znane publikacje nie wspominają jednak, że pewna część katalizatora przechodząca do urządzenia w górnej części stref regeneracyjnych może odzyskiwać ciepło i przenosić go spowrotem do gęstego złoża, jednakże taka minimalna ilość katalizatora znajdującego się zwykle w warstwie rozcieńczonej stanowi dający się pominąć czynnik odprowadzający ciepło z procesu dopalania tlenku węgla.

Urządzenie, będące przedmiotem wynalazku, pozwala na przeprowadzenie kontrolowanego procesu dopalania w obecności znacznej ilości katalizatora. Urządzenie posiada strefę, w której proces dopalania ma miejsce w obecności dużych ilości katalizatora.

Wynalazek może być krótko określony jako urządzenie do regeneracji katalizatora obejmujące pojemnik na zużyty katalizator, pojemnik na zregenerowany katalizator, łączący pojemniki kanał przesyłowy katalizatora posiadający wlot i wylot, wloty katalizatora i świeżego gazu regeneracyjnego prowadzące do pojemnika na zużyty katalizator oraz wyloty katalizatora i zużytego gazu regeneracyjnego prowadzące do pojemnika na zregenerowany katalizator, przewód wlotowy na gaz do spalania połączony z kanałem przesyłowym.

Urządzenie do regeneracji katalizatorów, według wynalazku, w którym realizowane jest utlenianie koksu odłożonego na zużytym katalizatorze zawie-

ra: pojemnik na zużyty katalizator, pojemnik na zregenerowany katalizator, kanał przesyłowy katalizatora posiadający wlot i wylot, przy czym wlot jest połączony z pojemnikiem na zregenerowany katalizator, a wzdłuż kanału przesyłowego następuje przemieszczenie się katalizatora i gazu regenerującego z pojemnika na zużyty katalizator do pojemnika na zregenerowany katalizator. Ponadto w urządzeniu wyróżnić należy wlot katalizatora i wlot świeżego gazu regeneracyjnego połączone z pojemnikiem na zużyty katalizator, które pozwalają na wprowadzenie użytego katalizatora i świeżego gazu regeneracyjnego do tego pojemnika. Wylot katalizatora i wylot zużytego gazu są połączone z pojemnikiem na zregenerowany katalizator, pozwalając na wypłynięcie z pojemnika zregenerowanego katalizatora i zużytego gazu regeneracyjnego. Przewód wlotowy gazu palnego połączony jest z kanałem przesyłowym, katalizatora do wnętrza którego wprowadza się gaz przeznaczony do spalania.

Urządzenie, zgodne z wynalazkiem zawiera pojemnik na zregenerowany katalizator i pojemnik na zużyty katalizator, połączone za pośrednictwem kanału przesyłowego katalizatora, zawierającego strefę spalania. W pojemniku na zużyty katalizator następuje wstępne utlenianie koksu osadzonego na zużytym katalizatorze wprowadzonym do pojemnika na zużyty katalizator. W procesie utleniania powstaje pewna ilość tlenu węgla. Produkty spalania koksu wraz ze świeżym gazem regeneracyjnym i porwanymi cząsteczkami katalizatora przechodzą następnie z pojemnika na zużyty katalizator do strefy spalania znajdującej się w kanale przesyłowym, gdzie ma miejsce albo utlenianie tlenu węgla lub dopalanie w obecności cząsteczek porwanego katalizatora, albo do strefy spalania zostaje wprowadzony palny gaz w celu podniesienia temperatury katalizatora w procesie utlenienia palnego gazu. Gorący katalizator wraz z prawie całkowicie zużytym gazem regeneracyjnym opuszczają kanał przesyłowy i przechodzą do pojemnika na zregenerowany katalizator, gdzie są separowane to jest rozdzielone, a następnie usuwane z komory w postaci strumienia zregenerowanego katalizatora i strumienia zużytego gazu regeneracyjnego.

Pojemnik na zużyty katalizator tworzy komorę, do której wprowadzany jest katalizator zawierający koks, wymagający regeneracji. Zużyty katalizator wprowadzany do pojemnika na zużyty katalizator zawiera zwykle od kilku dziesiątych do kilku procent wagowo koksu. Korzystne jest gdy zużyty katalizator zawiera od około 0,5 do 3 procent wagowo koksu. W procesie krakingu katalitycznego w warstwie fluidalnej, zużyty katalizator usunięty z reaktora zawiera zwykle 0,5 do około 1,5 procent wagowo koksu.

Zregenerowany katalizator usunięty z pojemnika na zregenerowany katalizator powinien zawierać mniejszą ilość koksu niż zużyty katalizator znajdujący się w pojemniku na zużyty katalizator. Zwykle, zregenerowany katalizator zawiera mniej niż około 0,4% wagowo koksu, a w procesie katalitycznego krakingu w warstwie fluidalnej zawiera mniej niż około 0,3%, czasami mniej niż 0,1% wagowo. Zasadniczą różnicę pomiędzy zre-

generowanym katalizatorem i zużytym katalizatorem stanowi to, że zregenerowany katalizator zawiera niższą przeciętną ilość koksu niż zużyty katalizator. W niektórych przypadkach, w których urządzenie, zgodnie z wynalazkiem jest wykorzystane zarówno do spalania tlenu węgla jak i do regulacji zawartości koksu w katalizatorze, zawartość koksu na zregenerowanym katalizatorze opuszczającym komorę na zregenerowany katalizator wynosi 0,5% wagowo, a czasem dochodzi jednak nawet do 1%.

Górna część pojemnika na zużyty katalizator stanowi część wierzchołkową, która jest połączona z otworem wlotowym kanału przesyłowego. Część dolna pojemnika jest obszarem, do którego wprowadzany jest świeży gaz regeneracyjny.

Termin gaz regeneracyjny oznacza, ogólnie strumień gazu wyselekcjonowanego z powietrza, kanałowy gaz z regeneratora, lub gaz, który ma wejść, lub już wszedł w kontakt z katalizatorem w objętości komory pojemnika na zużyty katalizator, objętości kanału przesyłowego lub komory pojemnika na zregenerowany katalizator. Przez termin świeży gaz regeneracyjny rozumie się gazy zawierające tlen, takie jak powietrze, lub gazy wzbogacone w tlen, wprowadzane do pojemnika na zużyty katalizator w celu zrealizowania reakcji utleniania koksu odłożonego na zużytym katalizatorze. Przez częściowo zużyty gaz regeneracyjny rozumie się gaz, który wszedł w kontakt z gęstym złożem katalizatora, znajdującym się w pojemniku na zużyty katalizator i który zawiera zredukowaną ilość aktywnego wolnego tlenu. Zwykle, częściowo zużyty gaz regeneracyjny zawiera wodę, pewną ilość tlenu, tlenek węgla i dwutlenek węgla. Zużyty gaz regeneracyjny jest gazem regeneracyjnym, zawierającym małą ilość tlenu węgla, pozbawionym tlenu lub zawierającym niewielki nadmiar od około kilku dziesiątych do 10 procent molowych wolnego tlenu. Zwykle strumień zużytego gazu regeneracyjnego jest strumieniem gazu usuniętego z pojemnika na zregenerowany katalizator i zgodnie z wynalazkiem, jest wydajnym gazem kanałowym zawierającym tlenek węgla.

Gaz przeznaczony do spalania jest gazem zawierającym tlen, takim jak powietrze lub jest gazem palnym zawierającym materiał palny taki jak węgiel lub lekkie węglowodory. Zwykle gaz do palenia wprowadzany jest przez przewód wlotowy na gaz palny, połączony z kanałem przesyłowym, gdzie następuje reakcja spalania gazu. Pod terminem spalania rozumie się takie procesy, w których tlenek węgla znajdujący się w kanale przesyłowym styka się z tlenem przepływającym przez przewód na gaz palny, powodując dalsze utlenienie tlenu węgla przy jednoczesnym wydzielaniu się ciepła, zwiększającego temperaturę cząsteczek katalizatora znajdującego się w gazie regeneracyjnym w kanale przesyłowym. W przypadku gdy gaz do spalania stanowią takie palne materiały jak węgiel, metan lub etan i podobne, reakcja spalania mająca miejsce w kanale przesyłowym jest reakcją spalania tego właśnie gazu. W szczególności, w przypadkach w których gaz wpływa do kanału przesyłowego, reakcja spalania mająca miejsce w kanale przesyłowym służy do zwiększania tempera-

tury cząsteczek katalizatora w kanale przesyłowym a niekoniecznie do utleniania znajdującego się tam tlenku węgla.

Zwykle, kiedy gaz palny zostaje spalony w kanale przesyłowym jako rezultat wprowadzenia takiego gazu do spalania jest wodór, metan, octan i podobne, prawie cały tlenek węgla utworzony w procesie utleniania koksu, znajdującego się w pojemniku na zużyty katalizator, zostaje utleniony do dwutlenku węgla, w procesie wtórnego spalania w objętości gęstego złoża znajdującego się w pojemniku na zużyty katalizator.

W przypadku gdy tlenek węgla jest utleniony w kanale przesyłowym, katalizatora mogą zaistnieć okoliczności, przy których będzie miało miejsce częściowe utlenienie tlenku węgla i zajdzie potrzeba wprowadzenia do gęstego złoża znajdującego się w pojemniku na zregenerowany katalizator gazu do spalania, zawierającego dodatkową ilość tlenku. W takim przypadku, proces dopalania może zachodzić w dwóch lub więcej miejscach w urządzeniu, a mianowicie, w gęstym złożu w pojemniku na zużyty katalizator, w kanale przesyłowym lub dopalanie zachodzi w katalizatorze znajdującym się w pojemniku na zregenerowany katalizator. W urządzeniu zgodnym z wynalazkiem proces dopalania ma miejsce w kanale przesyłowym lub w pojemniku na zregenerowany katalizator, chociaż proces dopalania może przebiegać w obu pojemnikach i w kanale przesyłowym. Pożądanym jest jednak aby dopalanie miało miejsce jedynie w kanale przesyłowym.

Względne wymiary dwóch pojemników i kanału przesyłowego są bardzo ważne w aspekcie utrzymania gęstych złóż katalizatora w pojemnikach oraz strumienia zawieszonych cząsteczek katalizatora w gazie regeneracyjnym w kanale przesyłowym katalizatora. Dla utrzymania gęstego złoża katalizatora w pojemnikach, koniecznym jest aby powierzchnie przekrojów poprzecznych komór pojemników zapewniały taką prędkość przepływu gazu do góry wzdłuż ścian komór, aby złożo katalizatora przebywało tam wystarczająco długi okres czasu, konieczny do wypalania koksu z powierzchni cząsteczek katalizatora. Kanał przesyłowy katalizatora jest zwykle ustawiony w pionie a powierzchnia jego przekroju poprzecznego jest mniejsza niż powierzchnia przekroju poprzecznego komory na zużyty katalizator, co zapewnia wystarczająco dużą prędkość gazu płynącego poprzez kanał przesyłowy konieczną do porywania cząsteczek katalizatora przez gaz i unoszenie ich poprzez kanał przesyłowy do komory na zregenerowany katalizator. Powierzchnia przekroju poprzecznego kanału przesyłowego katalizatora powinna zapewniać, dla zwykłego procesu regeneracyjnego osiągnięcie prędkości przepływu gazu powyżej 3,66 m/s. Wprowadzenie dodatkowej ilości gazu palnego do obszaru strefy spalania może spowodować wzrost prędkości gazu przepływającego wzdłuż ścian w kanale przesyłowym. Długość kanału przesyłowego jest istotna. Kanał powinien być wystarczająco długi aby mógł zająć w nim proces spalania tlenku węgla lub gazu palnego zapewniając jednocześnie odpowiednio długi czas przebywania w nim gazów i katalizatora dla uzys-

kania odpowiedniej wymiany ciepła między gazem a cząsteczkami katalizatora, podwyższającej ich temperaturę.

Konstrukcja pojemnika na zregenerowany katalizator zapewnia istnienie komory o odpowiednim obszarze zapobiegającym niepożądanemu porywaniu cząsteczek katalizatora w górnej części pojemnika. Oczywiście, ze względów ekonomicznych pojemnik na zregenerowany katalizator nie może być za duży, gdyż prędkość gazu będzie wtedy bardzo mała. Pożądanym jest aby powierzchnia przekroju poprzecznego dolnej części pojemnika na zregenerowany katalizator była względnie mała tak aby katalizator gromadził się w tym obszarze w kierunku pionowym a czas katalizowania w tym obszarze był minimalny, ponieważ katalizator ma tam najwyższą temperaturę z całego układu. Korzystnie pojemnik na zregenerowany katalizator posiada w swojej dolnej części mniejszą powierzchnię przekroju poprzecznego w porównaniu z powierzchnią przekroju poprzecznego w pobliżu części górnych. W przypadku gdy pojemnik na zregenerowany katalizator jest tak skonstruowany, że kanał przesyłowy katalizatora przenika poprzeczne komory to pożądana redukcja zostaje osiągnięta w powierzchni przekroju poprzecznego dolnej części pojemnika. Górna część pojemnika, do której nie dochodzi kanał przesyłowy, posiada dużą powierzchnię przekroju poprzecznego, co redukuje szybkość przepływu gazu w tym obszarze i zapobiega porywaniu cząsteczek katalizatora w górnej części pojemnika.

Pojemnik na zregenerowany katalizator może również zawierać komorę przemywania połączoną z wylotem kanału przesyłowego bezpośrednio lub poprzez inną komorę. Zwykle w przypadku zastosowania zewnętrznej strefy przemywania, jest to oddzielne naczynie połączone z pojemnikiem, jednocześnie połączone z wylotem kanału przesyłowego. W tym przypadku, pojemnik na zregenerowany katalizator obejmuje strefę przemywania i inne naczynie łączące strefę przemywania z wylotem kanału przesyłowego.

Zgodnie z wynalazkiem, zużyty katalizator wprowadzony do pojemnika na zużyty katalizator i świeży gaz regeneracyjny kontaktują się w czasie od 5 do 200 sekund. Kanał przesyłowy katalizatora połączony z pojemnikiem na zużyty katalizator powinien być wystarczająco długi i powinien posiadać wystarczającą powierzchnię przekroju poprzecznego, aby zachodziło porywanie cząsteczek katalizatora przez gazy przepływające przez kanał, oraz aby w okresie w którym w kanale przebiega proces dopalania trwający od 2 do 20 sekund, w którym to czasie następuje zetknięcie katalizatora i utlenianego tlenku węgla, katalizator mógł pobrać maksymalną ilość ciepła uwolnionego podczas reakcji utleniania tlenku węgla na dwutlenek węgla.

Pojemnik na zregenerowany katalizator jest tak zaprojektowany, aby zużyty gaz regeneracyjny mógł przebywać w jego komorze w okresie od kilku sekund do około 200 sekund lub nawet dłużej. W szczególności, dolna część pojemnika na zregenerowany katalizator posiada wystarczającą powierzchnię przekroju poprzecznego dla zapewnie-

nia właściwego czasu kontaktu, pomiędzy katalizatorem i gazem do spalania, gdy wymagany jest proces dopalania w objętości gęstego złoża znajdującego się w dolnej części pojemnika, to jest w granicy od 2—50 sekund. W większości przypadków, czas katalizowania w objętości drugiego gęstego złoża jest utrzymywany jako konieczny minimalny, dla zapobieżenia skrócenia czasu kontaktowania przy wysokich temperaturach.

Urządzenie zawierające pojemnik na zużyty katalizator, kanał przesyłowy katalizatora, komorę na zregenerowany katalizator, jest tak zaprojektowane, że zasadniczo pojemnik na zużyty katalizator znajduje się w dolnej części urządzenia podczas gdy pojemnik na zregenerowany katalizator jest zlokalizowany zazwyczaj w najwyższej części urządzenia. Kanał przesyłowy katalizatora jest, ustawiony w pozycji pionowej, łącząc górny i dolny pojemnik. W najczęściej stosowanym rozwiązaniu, pojemnik na zużyty katalizator ma kształt cylindra posiadającego w górnej części otwór wylotowy, przez który mieszanina gazu i katalizatora zostaje wprowadzona do ustawionego pionowo wydłużonego kanału, mającego połączenie z pojemnikiem na zregenerowany katalizator. Pojemnik na zregenerowany katalizator ma, w większości przypadków, kształt cylindryczny. Korzystnym kształtem jest kształt grzyba, którego trzon stanowi pionowy kanał przesyłowy, umożliwiający osiągnięcie mniejszej powierzchni przekroju poprzecznego w dolnej części pojemnika. W szerokiej górnej części pojemnika znajduje się otwór wylotowy pionowego kanału przesyłowego. Górna część komory pojemnika posiada dużą objętość co zapobiega nadmiernemu napełnieniu tej części komory na zregenerowany katalizator przez cząsteczki katalizatora, pozwala to na efektywne działanie cyklonu separującego, znajdującego się w górnej części pojemnika i oddzielającego cząsteczki katalizatora od zużytego gazu regeneracyjnego.

Materiały konstrukcyjne stosowane w urządzeniu, są materiałami wystarczająco odpornymi na warunki wysokiej ścieralności występujące przy transportowaniu i regeneracji katalizatorów w warstwie fluidalnej i materiałami odpornymi na wysokie temperatury występujące w procesie dopalania. Metale stosowane w urządzeniu mogą być pokryte wykładzinami. Cała aparatura lub jej część może być pokryta wykładzinami ceramicznymi, wraz z zastosowaniem stopów, o takiej strukturze, aby pojemnik na zużyty katalizator mógł wytrzymać ciągłą temperaturę 760°C, a przez stosunkowo krótki okres czasu temperatury rzędu 815°C względnie 870°C. Pionowy kanał przesyłowy katalizatora musi wytrzymać temperatury rzędu 760°C a w przypadkach, w których, w kanale przesyłowym znajdują się niewielkie ilości katalizatora, kanał ten powinien wytrzymać temperatury rzędu 850°C—870°C. Pojemnik na zregenerowany katalizator powinien wytrzymać stałe temperatury gazów rzędu 760°C, a niekiedy powinien być odporny, przez stosunkowo długi okres czasu, na temperatury powyżej 760°C, często w zakresie 760°C—880°C lub wyżej.

Urządzenie musi wytrzymywać ciśnienie do około 53,5 at lub wyżej. Korzystnym jest gdy aparatura

wytrzymuje ciśnienie w granicach 107 at. Większość urządzeń regeneracyjnych wykorzystujących technikę bez procesu dopalania, wytrzymuje ciśnienie od około 10,7 do 42,8 at, co jest zakresem ciśnień najbardziej pożądanym przy procesach przeprowadzanych w urządzeniu, zgodnym z wyznalezkiem.

Urządzenia wlotowe katalizatora i świeżego gazu regeneracyjnego połączone z pojemnikiem na zużyty katalizator są zwykle przewodami przeprowadzającymi świeży gaz regeneracyjny i zużyty katalizator ze strefy reakcyjnej do tego pojemnika, przewody te zwykle są zakończone urządzeniami rozpraszającymi zamontowanymi na ich otworach wylotowych co pozwala na równomierne rozprzowanie zużytego katalizatora lub świeżego gazu regeneracyjnego w objętości gęstego złoża. Zapewnia to prowadzenie wydajnego procesu spalania koksu na katalizatorze, oraz jeżeli jest to pożądaną, pełne lub częściowe dopalanie w objętości gęstego złoża. Wlot świeżego gazu regeneracyjnego przechodzi przez siatkę znajdującą się w dolnej części pojemnika, co zapewnia dobre rozprzowanie świeżego gazu regeneracyjnego w objętości gęstego złoża. Urządzenia wylotowe katalizatora i zużytego gazu regeneracyjnego, które są połączone z pojemnikiem zregenerowanego gazu, mają za zadanie usunąć zużyty gaz regeneracyjny lub gaz kanałowy z jego komory wraz ze zregenerowanym katalizatorem. Urządzenie wylotowe zregenerowanego katalizatora, połączone z tym pojemnikiem posiada połączone z nim lub połączone z pojemnikiem wlotowe urządzenie przemylające, służące do przemylania składników tlenowych zaabsorbowanych w katalizatorze lub w pośrednich pustych przestrzeniach pomiędzy cząsteczkami katalizatora zanim substancje te zostaną usunięte przez wylot zregenerowanego katalizatora i wprowadzone do strefy reakcji. Ten sposób wykorzystania urządzenia zapobiega przejściu tlenu do strefy reakcyjnej, gdzie ewentualnie utlenienie reagentów mogłoby zagrozić obsługującemu personelowi, jeżeli reakcja utleniania węglowodorów miałaby przebieg niekontrolowany. Przemylanie jest również stosowane do ograniczenia ilości produktów spalania przechodzących do reaktora. Produkty te nie są bowiem skondensowane w głównej kolumnie w jej części górnej i dlatego operacja przepompowania ich przez obszar skoncentrowanego gazu wymagałaby dodatkowych środków.

Urządzenie wylotowe zregenerowanego katalizatora zawiera zawór, na przykład zawór odchylny, który kontroluje szybkość przepływu katalizatora w celu wprowadzenia odpowiednich ilości świeżego katalizatora do strefy reakcyjnej. Zwykle, przewód wylotowy na zregenerowany katalizator znajduje się blisko dolnej części pojemnika na zregenerowany katalizator oraz poniżej powierzchni granicznej pomiędzy gęstym złożem katalizatora i jego warstwą rozcieńczoną, co pozwala na uformowanie się złoża katalizatora na takiej wysokości w stosunku do otworu wylotowego zregenerowanego katalizatora, że uniezależnia się tym samym od spadku ciśnienia w przewodzie wylotowym i zaworze odchylnym.

W urządzeniu mogą być wykorzystane jedno lub więcej urządzeń separujących katalizator od gazu regeneracyjnego. W najbardziej korzystnym rozwiązaniu, urządzenie separujące jest przyłączone do otworu wylotowego kanału przesyłowego katalizatora. Katalizator, który został oddzielony od gazu regeneracyjnego jest wprowadzony przez wylot urządzenia separującego do objętości gęstego złoża znajdującego się w pojemniku na zregenerowany katalizator, co dotyczy również gazu regeneracyjnego prawie całkowicie pozbawionego katalizatora. Urządzenie separujące katalizator od gazu regeneracyjnego może być również połączone z urządzeniem wylotowym zużytego gazu regeneracyjnego, znajdującym się w pojemniku na zregenerowany katalizator. Urządzeniem separującym jest zwykle cyklon separujący, którego konstrukcja jest znana. W urządzeniu, zgodnie z wynalazkiem, mogą być zastosowane jeden lub większa ilość cyklonów, równolegle lub w szeregu umiejscowione na otworze wylotowym kanału przesyłowego lub na urządzeniu wylotowym zużytego gazu regeneracyjnego.

W częściej stosowanych konstrukcjach, wykorzystuje się trzy cyklony separujące, w którym cyklony połączone są z otworami wylotowymi kanału przesyłowego i wylotem zużytego gazu regeneracyjnego.

W jednym z rozwiązań konstrukcyjnych, pojemnik na zużyty katalizator o cylindrycznym kształcie, o średnicy około 3,66 m i wysokości około 6,10 m połączony jest z ustawionym pionowo kanałem przesyłowym katalizatora o długości około 15,24 m i średnicy 1,83 m. W górnej części kanału przesyłowego, którego ściany przylegają do górnych zewnętrznych ścian pojemnika na zużyty katalizator, znajduje się wylot prowadzący do komory pojemnika na zregenerowany katalizator znajdującego się nad kanałem. Pojemnik na zregenerowany katalizator ma około 18,28 m długości, przy wewnętrznej średnicy w swej dolnej części, około 3,66 m. Jest on przeznaczony do pomieszczenia w swojej komorze o kształcie pierścienia gęstego złoża, pomiędzy wewnętrznymi ściankami dolnej części pojemnika na zregenerowany katalizator i zewnętrznymi ściankami pionowego kanału przesyłowego, przechodzącego przez pojemnik na zregenerowany katalizator. Około 6,10 m powyżej najniższej części pojemnika na zregenerowany katalizator, średnica komory zwiększa się aż do około 5,48—6,10 m. Urządzenie, zgodne z wynalazkiem, jest w stanie zregenerować około 816 t/h zużytego katalizatora przy przepływie wystarczającej ilości gazu regeneracyjnego, zabezpieczając zagęszczenie złoża w pojemniku na zużyty katalizator w granicy około 160 kg/m³, zagęszczenie w objętości pionowego kanału przesyłowego katalizatora w granicy około 32 kg/m³, zagęszczenie gęstego złoża znajdującego się w dolnej części komory pojemnika na zregenerowany katalizator w granicy 320—480 kg/m³.

Przy zastosowaniu urządzenia według wynalazku, możliwym jest zasadnicze zredukowanie ilości katalizatora znajdującego się w urządzeniu regeneracyjnym i jednocześnie częściowe, jeśli nie całkowite, wyeliminowanie przedostawania się tlenu węgla do atmosfery. Dalszymi zaletami urządzenia

są, między innymi, wyższa temperatura regeneracji katalizatora wprowadzanego do strefy reakcyjnej oraz zredukowany czas działania katalizatora, będącego w trakcie regeneracji w procesie dopalania, co przedłuża czas zużycia katalizatora dzięki ograniczeniu uszkodzeń termicznych mogących wyniknąć z nadmiernego przetrzymywania katalizatora w wysokich temperaturach.

Jedną z bardzo istotnych zalet urządzenia jest to, że podczas procesu dopalania mającego miejsce w kanale przesyłowym katalizatora, zagęszczenie katalizatora w kanale przesyłowym jest o wiele większe niż zagęszczenie katalizatorów w zwykłe stosowanych regeneratorach w obszarach położonych w górnej ich części w pobliżu cyklonów gazów kanałowych. Przykładowo, zagęszczenie katalizatora w kanale przesyłowym może wahać się od około 24 kg/m³ aż do 128 kg/m³ w zależności od szybkości przepływu gazu regeneracyjnego, wymiarów kanału przesyłowego i gęstości katalizatora. W normalnych warunkach procesu regeneracyjnego w znanym urządzeniu przy założeniu 99%-owej wydajności, normalna maksymalna gęstość gazów w pobliżu cyklonów wynosi około 14,4 kg/m³. Gęstość ta jest o wiele mniejsza niż gęstość uzyskiwana w urządzeniu, zgodnym z wynalazkiem, w objętości kanału przesyłowego i nie jest w stanie zapewnić tak dobrego odprowadzenia ciepła powstałego w pobliżu cyklonów, jakie ma miejsce w warunkach procesu dopalania w kanale przesyłowym urządzenia zgodnego z wynalazkiem. Bardziej szczegółowo, zagęszczenie katalizatora w kanale przesyłowym w obszarze wtórnego spalania jest od 2 do 10 razy większa niż zagęszczenie katalizatora w znanym urządzeniu w strefie regeneracyjnej w pobliżu cyklonów.

Wyższe zagęszczenie katalizatora w kanale przesyłowym powoduje w praktyce wyeliminowanie problemów związanych z powstawaniem wysokich gradientów temperatury na skutek uwalniania się ciepła w reakcji spalania.

Zwykle w znanych urządzeniach pożądanym było aby proces dopalania miał miejsce w procesie regeneracyjnym, pożądana reakcja wtórnego spalania przebiegała w górnej części, w rozcieńczonej warstwie regeneratora, w obszarze w którym zagęszczenie katalizatora jest niewielkie co powodowało wystąpienie lokalnych gorących miejsc, co było powodowane małym zagęszczeniem katalizatora w porównaniu z gęstością katalizatora w kanale przesyłowym urządzenia zgodnego z wynalazkiem, w którym następuje odbieranie ciepła powstałego w procesie utleniania tlenu węgla. Jest to jedną z głównych zalet wynalazku.

Przedmiotem wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia zasadnicze rozwiązania urządzenia, fig. 2 inne rozwiązanie urządzenia, fig. 3 jeszcze inne szczególne rozwiązanie urządzenia.

W zasadniczym rozwiązaniu urządzenia przedstawionym na fig. 1 w jego dolnej części znajduje się pojemnik 1, w którym mieści się zużyty katalizator. Kanał 2, połączony z pojemnikiem zawierającym zużyty katalizator, posiada otwory wylotowe 12 prowadzące do pojemnika 3 na zregenerowany katalizator. Do pojemnika 1 na zużyty katalizator

przewodzą przewód wlotowy 5 do wprowadzenia zużytego katalizatora oraz przewód 4, którym wprowadza się świeży gaz regeneracyjny. Przewód 5 do wprowadzania zużytego katalizatora przechodzi przez ścianki pojemnika 1 i w jego wnętrzu posiada przedłużenie 26 pozwalające na lepsze rozprowadzenie zużytego katalizatora wprowadzonego do pojemnika 1, w którym ponadto znajduje się siatka 17 powodująca, że świeży gaz regeneracyjny wprowadzany poprzez przewód 4 jest skutecznie rozprowadzany w złożu 8 katalizatora znajdującego się w pojemniku 1. Zwykle siatka jest płytą metalową z małymi podłużnymi szczelinami lub otworami lub uformowana jest z rurek, co pozwala na bardzo dobre rozprowadzenie płynu w złożu cząsteczek w fazie fluidalnej. Pojemnik 1 na zużyty katalizator w górnej części posiada wylot 18, przez który przechodzi gaz regeneracyjny i strumień katalizatora w fazie fluidalnej to jest katalizator porwany przez gaz regeneracyjny, opuszczający pojemnik 1 w kierunku kanału przesyłowego 2.

Kanał przesyłowy katalizatora 2 ustawiony jest pionowo i w swej dolnej części jest otwarty a blisko części wierzchołkowej posiada wyloty 12, co pozwala katalizatorowi i gazowi regeneracyjnemu, przemieszczającym się w objętości 19 kanału 2, opuścić kanał i wpłynąć do pojemnika 3 na zregenerowany katalizator. Wlot 18 kanału przesyłowego jest jednocześnie wylotem pojemnika na zużyty katalizator.

W objętości 19 kanału 2 znajduje się przewód wlotowy 13 gazu palnego wprowadzanego w celu spalania go z gazem regeneracyjnym przepływającym przez kanał w kontakcie z katalizatorem przemieszczającym się również w kanale 2. W celu lepszego rozprowadzenia gazu palnego, w przekroju poprzecznym kanału przesyłowego 2 wykorzystuje się końcówkę rozprowadzającą 14.

W górnej części kanału przesyłowego 2 znajduje się pokrywa 20 odcinająca wierzchołek kanału 2 w celu zapobieżenia wypłynięcia z kanału w kierunku pionowym gazu regeneracyjnego, zawierającego katalizator. Korzystne jest aby gaz regeneracyjny wzbogacony katalizatorem był wyprowadzany przez otwory wylotowe 12 i 12' kanału przesyłowego w kierunku poziomym lub do dołu a to dla uniknięcia nadmiernego porywania katalizatora przez gazy i tworzeniu się w objętości komory pojemnika 3 na zregenerowany katalizator fazy rozcieńczonej.

W pojemniku 3 na zregenerowany katalizator mieści się objętość 28 fazy rozcieńczonej i objętość 9 gęstego złoża. Pojemnik 3 na zregenerowany katalizator w swojej najwyższej części, jest zakończony kopułą 24, a jego pojemność jest utworzona przez ścianki boczne 29, ściankę dolną 30, ściankę pionową 31, ściankę skośną 32, oraz przez powierzchnię zewnętrzną kanału przesyłowego 2. Pojemnik 3 na zregenerowany katalizator posiada przewód wylotowy 6 katalizatora i wylot 7 zużytego gazu regeneracyjnego. Przewód wylotowy 6 katalizatora jest połączony z pojemnikiem 3 na zregenerowany katalizator, przechodzi przez jedną z jej ścianek bocznych i w pojemniku rozpoczyna się częścią rurową 25 w celu uzyskania lepszego wyprowadzenia materiału usuwanego z pojemni-

ka 3. Na przewodzie wylotowym 6 znajduje się zawór 27 do regulacji szybkości usuwania katalizatora z pojemnika na zregenerowany katalizator. Zawór 27 jest zwykle zaworem odchylnym i jego działanie jest kontrolowane przez temperaturę reakcji, lub różnice ciśnienia utrzymywanego w strefie reakcji.

Przewód wylotowy 7 zużytego gazu regeneracyjnego jest połączony z urządzeniem separującym 22, którym zwykle jest cyklon separujący. Urządzenie separujące 22 posiada wlot 21 przyjmujący zużyty gaz regeneracyjny i katalizator znajdujący się w objętości fazy rozcieńczonej 28 w pojemniku 3 na zregenerowany katalizator. Zużyty gaz regeneracyjny i porwany w strumieniu gazu katalizator, są odseperowane od siebie, poczem zużyty gaz regeneracyjny opuszcza pojemnik 3 i urządzenie separujące 22 poprzez wylot 7 zużytego gazu regeneracyjnego. Katalizator oddzielony od zużytego gazu regeneracyjnego opada przewodem spustowym 23 i ostatecznie osiąga gęste złożo 9 w pojemniku 3 na zregenerowany katalizator.

W pojemniku 3 na zregenerowany katalizator znajdują się przewody wlotowe 15 i 15' zaopatrzone w końcówki rozprowadzające 16 i 16' osadzone w ich częściach wylotowych. Przewody wlotowe 15 i 15' dostarczają gaz zawierający tlen w celu pobudzenia procesu wtórnego spalania w objętości gęstego złoża 9 w pojemniku 3, lub mogą doprowadzać strumień pary lub innego gazu, który może być użyty do oczyszczania katalizatora w gęstym złożu 9 ze związków zawierających tlen przed usunięciem go poprzez przewód wylotowy 6 zregenerowanego katalizatora. Przewody wlotowe 15 i 15' alternatywnie mogą być zastosowane do doprowadzenia do objętości gęstego złoża strumienia gazu zawierającego tlen albo do doprowadzenia gazu przemylającego do objętości gęstego złoża. W takich przypadkach jeden z przewodów wlotowych 15 lub 15' jest umieszczony wyżej w stosunku do drugiego, przy czym wyżej położony przewód służy do wprowadzenia gazu zawierającego tlen do objętości gęstego złoża, podczas gdy przez niższy przewód do objętości gęstego złoża wprowadzany jest gaz przemylający.

W urządzeniu mieszczą się dwa gęste złoża. Gęste złożo 8 tworzy zużyty katalizator mający względnie wysoką zawartość koksu wprowadzany jest do dolnej komory 1 przez przewód 5, przy czym złożo 8 sięga dokładnie na wysokość, gdzie gaz regeneracyjny ma szybkość transportową, poziom ten będzie się znajdował w strefie przejściowej między gęstym złożem 8 i lejem 2, blisko ścianki 32. Korzystnym jest gdy gęste złożo 8 w komorze 1 na zużyty katalizator znajduje się poniżej otworu wylotowego 18. Gęste złożo 8 znajdujące się w objętości pojemnika 1 zapewnia dostatecznie długi czas zetknięcia się zużytego katalizatora ze świeżym gazem regeneracyjnym wprowadzanym przez przewód 4 do objętości gęstego złoża 8. Wskazane jest, aby kanał przesyłowy 2, jak pokazano na fig. 1 posiadał znacząco mniejszą powierzchnię przekroju poprzecznego niż pojemnik 1, co powoduje, że gaz regeneracyjny opuszczając pojemnik 1 poprzez otwór wylotowy 18 znacznie zwiększa swoją prędkość aż do prędkości powodu-

jącej porywanie cząsteczek katalizatora z gęstego złoża, do objętości 19 znajdującej się w kanale przesyłowym 2. Objętość 19 zawiera warstwę rozcieńczoną gazu regeneracyjnego wzbogaconego katalizatorem. W objętości spalania znajdującej się w części objętości 19 w kanale 2 powstaje proces dodatkowego spalania. Gaz zawierający tlen wpływa przez przewód wlotowy 13 oraz przez końcówkę rozprowadzającą 14 powodując utlenienie znajdującego się w kanale przesyłowym 2 tlenku węgla do dwutlenku węgla. Ciepło wyzwolone z tej reakcji jest przekazane do katalizatora przemieszczającego się w objętości kanału przesyłowego. W rozwiązaniu alternatywnym palny gaz taki jak metan, wodór, etan może być wprowadzony przez przewód wlotowy 13 do kanału 2, dostarczając dodatkowej ilości ciepła powodującego wzrost temperatury cząsteczek katalizatora, przepływających wzdłuż kanału przesyłowego 2.

Drugim gęstym złożem w urządzeniu jest gęste złoże 9, znajdujące się w pojemniku 3 na zregenerowany katalizator. Drugie gęste złoże musi mieć wystarczającą wysokość dla wprowadzenia do przewodu 6 zregenerowanego katalizatora niezależnie od spadku ciśnienia w przewodzie 6 lub w urządzeniach znajdujących się poniżej przewodu 6, oraz dla zapewnienia wystarczającej ilości zregenerowanego katalizatora, tak aby mógł mieć miejsce proces przemiany materiałów zawierających tlen z cząsteczek katalizatora i/lub z pośrednich pustych przestrzeni pomiędzy cząsteczkami katalizatora, jeżeli pożądanym byłoby zapobiegać przeniesieniu do strefy reakcyjnej zbyt dużej ilości materiałów zawierających tlen. Jak pokazano na fig. 1 wysokość gęstego złoża 9 może się zmieniać, lecz wysokość ta powinna być poniżej otworów wylotowych 12 i 12' kanału przesyłowego 2, tak aby nie zachodził powrót materiału złoża gęstego 9 do kanału przesyłowego 2. W urządzeniu pokazanym na fig. 1 zachodzi wymiana ciepła wzdłuż kanału przesyłowego 2 pomiędzy gęstym złożem 9, będącym w styku z zewnętrzną powierzchnią kanału w pobliżu końcówki rozprowadzającej 14.

Na fig. 2 pokazane jest inne rozwiązanie urządzenia zgodnego z wynalazkiem. Urządzenie ma zasadniczo tę samą konstrukcję co urządzenie przedstawione na fig. 1, z tą różnicą, że urządzenie separujące gaz regeneracyjny i katalizator 70 i 70' są podłączone do otworów wylotowych 52 i 52' kanału przesyłowego katalizatora 42. Urządzenia separujące 70 i 70' są wykorzystane do realizacji separacji gazu regeneracyjnego i katalizatora opuszczających kanał 42 w taki sposób, że materiał znajdujący się w objętości 71 warstwy rozcieńczonej staje się zużytym gazem regeneracyjnym z małą zawartością katalizatora. Przez dodanie urządzeń separujących katalizator i gaz regeneracyjny 70 i 70' udoskonalone jest działanie urządzenia w przypadku gdy wymagana jest jego bardzo duża przepustowość. Katalizator i gaz regeneracyjny są wprowadzane przez wloty 52 i 52' do urządzeń separujących 70 i 70', skąd gaz regeneracyjny, zasadniczo wolny od katalizatora, wypływa przez wloty 68 i 68', podczas gdy katalizator opada przez przewody spustowe 69 i 69' i ostatecznie osiąga gęste złoże 49. Przewody spustowe mogą

posiadać zakończenia poniżej powierzchni granicznej, rozgraniczającej fazę warstwą rozcieńczoną 71 i gęste złoże 49.

Części urządzenia przedstawionego na fig. 2 podobne do części urządzenia z fig. 1 pracują w ten sam opisany sposób. Pojemnik 41 na zużyty katalizator posiada przewód wlotowy 45 zużytego katalizatora, zakończony przedłużeniem 66, wprowadzającym zużyty katalizator do pojemnika 41. Świeży gaz regeneracyjny przepływa poprzez przewód wlotowy 44, a następnie przez siatkę 57 znajdującą się w pojemniku 41. Pojemnik 41 posiada otwór wylotowy 58 znajdujący się w najwyższej jego części i zawiera gęste złoże 48, którego powierzchnia 50 znajduje się poniżej otworu wylotowego 58.

Kanał przesyłowy katalizatora 42, ustawiony pionowo, posiada otwór wlotowy 58, będący jednocześnie otworem wylotowym pojemnika 4 i otwory wylotowe 52 i 52' będące jednocześnie otworami wlotowymi separatorów 70 i 70'. W objętości kanału przesyłowego 42 znajduje się objętość 59, która jest strefą spalania i może być określona jako strefa znajdująca się pomiędzy górną i dolną częścią kanału 42. Przewód wlotowy 53 gazu palnego, połączony jest z kanałem przesyłowym 42 i może być zakończony końcówką rozprowadzającą 54. Strefa spalania może być ponadto zdefiniowana jako objętość w obszarze kanału przesyłowego 42, w której gaz palny i gaz regeneracyjny reagują ze sobą i jest zlokalizowana pomiędzy wlotem 58 kanału 42 i jego wylotem. Pokrywa 60 znajdująca się na wierzchołku kanału 42 ustala taką objętość w obszarze ponad otworami wylotowymi 52 i 52', że w tej objętości uformowanej przez pokrywę 60 powstaje poduszka katalityczna, zapobiegająca niepożądanym perturbacjom przy wierzchołku kanału.

Pojemnik 43 na zregenerowany katalizator zawiera warstwę rozcieńczoną 71 i gęste złoże 49 oddzielone od siebie powierzchnią graniczną 51, znajdującą się zwykle w niższej części pojemnika 43. Przewód wylotowy zużytego gazu regeneracyjnego jest połączony z pojemnikiem 43, podobnie jak przewód wylotowy 46 zregenerowanego katalizatora, ewentualnie wyposażony w końcówkę rozprowadzającą 65. Przewód 46 może być wyposażony w zawór 67 wykorzystany do regulacji szybkości usuwania zregenerowanego katalizatora z urządzenia. Przewody wlotowe 55 i 55' wraz z ich końcówkami rozprowadzającymi 56 i 56' są użyte do wprowadzania gazu zawierającego tlen do objętości zajmowanej przez gęste złoże w celu spowodowania dodatkowego procesu dopalania w objętości gęstego złoża lub mogą być użyte jako przewody wlotowe dla gazu przemylającego, którym może być obojętny węglowódór wprowadzany do złoża 49 w celu usunięcia składników zawierających tlen ze złoża katalizatora lub pośrednich pustych przestrzeni pomiędzy cząsteczkami katalizatora. Może być użyta większa ilość par przewodów wlotowych 55 i 55', do wprowadzenia do górnej części gęstego złoża 49 gazu zawierającego tlen, celem wywołania dodatkowego procesu dopalania lub wprowadzenia gazu wypływającego do dolnej

części złoża 49, w celu wypłukania materiału zawierającego tlen z masy katalizatora.

Urządzenie separujące 62 pozwala na oddzielenie zużytego gazu regeneracyjnego od cząsteczek katalizatora, których mieszanina jest wprowadzana do urządzenia separującego 62 poprzez otwór wlotowy 61. Oddzielony katalizator opada przez przewód spustowy 63 i ostatecznie osiąga gęste złożo 49. Zużyty gaz regeneracyjny ulatuje z pojemnika 43 poprzez kanał 47. Jak pokazano na fig. 2, komora pojemnika 43 jest zdeterminowana przez powierzchnię wierzchołkową 64, ściany boczne 80, ścianę 81, ścianę boczną 72, wewnętrzną powierzchnię dolną 73 i zewnętrzną powierzchnię kanału przesyłowego 42.

Fig. 3 przedstawia jeszcze inne rozwiązanie urządzenia, a w szczególności modyfikację regeneratorów, w których zwykle stosowana komora regeneracyjna pojemnika 106 jest zmodyfikowana przez dodanie ścianek 119, 118, 117, pokrywy 133, poziomego kanału 113, i otworu wylotowego 109.

Ścianki, kanały i pokrywy tworzą komorę pojemnika 106 regeneratora, wydzielając komorę na zużyty katalizator, kanał przesyłowy i komorę na zregenerowany katalizator. Przedstawiona na fig. 3 komora znajdująca się poniżej segmentu 110, na którą składa się objętość zajęta przez gęste złożo 104 i objętość warstwy rozcieńczonej 134, jest objętością komory pojemnika na zużyty katalizator. Kanał przesyłowy jest określony przez przestrzeń 101 znajdującą się ponad punktem 110 oraz przestrzeń 135 w poziomym kanale 113. Pozostałe objętości 102 i 103 definiują komorę pojemnika na zregenerowany katalizator.

Komora pojemnika na zużyty katalizator jest całkowicie odseparowana od komory pojemnika na zregenerowany katalizator, mając jedyne połączenie poprzez kanał przesyłowy 101.

Pojemnik na zużyty katalizator posiada przewód wlotowy 104 zużytego katalizatora wraz z końcówką rozprowadzającą 115, wprowadzoną do objętości komory. Poprzez przewód wlotowy 105 wprowadza się świeży gaz regeneracyjny przechodzący następnie przez siatkę 116, mającą za zadanie lepszą dystrybucję gazu w objętości gęstego złoża 104. Mieszanina gazu regeneracyjnego i zawartego w nim katalizatora opuszcza pojemnik na zużyty katalizator poprzez otwór wylotowy 110 przemieszcza się do przestrzeni 101 i 135 kanału przesyłowego. Mieszanina gazu i katalizatora opuszcza następnie przestrzeń 101 i 135 kanału przesyłowego poprzez otwór wylotowy 109.

W przestrzeniach 101 i 135 kanału przesyłowego mieści się strefa spalania przylegająca do przewodu wlotowego 111 gazu palnego, przewód ten posiada końcówkę rozprowadzającą 112. Gaz palny wprowadzany jest przez przewód wlotowy 111 powodując utlenienie tlenku węgla w przestrzeniach 101 i 135 kanału przesyłowego. Po procesach spalania lub dopalania, albo obu, mających miejsce w przestrzeniach 101 i 135, mieszanina katalizatora i gazu regeneracyjnego opuszcza kanał przesyłowy poprzez otwór wylotowy 109, wchodząc do komory 102 i 103 pojemnika na zregenerowany katalizator. Jak pokazano na rysunku, otwór wylotowy 109 jest skierowany ku dołowi, tak aby katalizator

i gaz regeneracyjny były kierowane w dół, co pozwala na ograniczenie ilości cząsteczek katalizatora zawartych w komorze 102 w warstwie rozcieńczonego zregenerowanego katalizatora. Urządzenie separujące 122 pozwala na oddzielenie cząsteczek katalizatora zawartych w komorze 102 warstwy rozcieńczonej od zużytego gazu regeneracyjnego. Mieszanina katalizatora wraz z zużyтым gazem regeneracyjnym przepływa przez otwór wlotowy 121 do urządzenia separującego 122, po czym zużyty gaz regeneracyjny uchodzi z aparatury przez przewód 120, a zregenerowany katalizator przemieszcza się wzdłuż przewodu spustowego 123 i ostatecznie osiąga objętość gęste złożo 103 w komorze 102. Z pojemnika na zregenerowany katalizator wyprowadzony jest kanał wylotowy 130 zregenerowanego katalizatora, z końcówką rozprowadzającą 132 i zaworem kontrolnym 131 regulującym szybkość usuwania zregenerowanego katalizatora z urządzenia. W komorze gęstego złoża pojemnika na zregenerowany katalizator są umieszczone przewody wlotowe 126 i 128. Zwykle, przez przewód wlotowy 126 jest doprowadzany do komory 103 gęstego złoża, gaz zawierający tlen poprzez końcówkę rozprowadzającą 127 w celu spowodowania dodatkowego dopalenia tlenku węgla w gęstym złożu. Przez przewód wlotowy 128 wprowadzony jest strumień przemysławania zawierający parę lub obojętny gaz albo lekki węglowodór co pozwala na usunięcie składników zawierających tlen z pustych pośrednich przestrzeni między cząsteczkami katalizatora lub z nich samych, zanim katalizator zostanie usunięty z urządzenia poprzez kanał wylotowy 130. Istnieje również możliwość wprowadzenia gazu wypłukującego bezpośrednio do kanału wylotowego 130.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do regeneracji katalizatora poprzez utlenianie koksu odłożonego na katalizatorze, w którym pierwotny strumień powietrza wprowadza się w celu co najmniej częściowego spalania koksu odłożonego na katalizatorze oraz powstałego tlenku węgla, a które zawiera pojemnik na zużyty katalizator, pojemnik na zregenerowany katalizator, usytuowany między tymi pojemnikami kanał przesyłowy katalizatora, przy czym urządzenie wlotowe kanału przesyłowego katalizatora jest połączone z pojemnikiem na zużyty katalizator a urządzenie wylotowe kanału przesyłowego katalizatora jest połączone z pojemnikiem na zregenerowany katalizator, umożliwiając przepływ katalizatora i gazu regeneracyjnego z pojemnika na zużyty katalizator do pojemnika na zregenerowany katalizator, a ponadto zawiera urządzenie wlotowe zużytego katalizatora i urządzenie wlotowe świeżego gazu połączone z pojemnikiem na zużyty katalizator, umożliwiające wprowadzenie zużytego katalizatora i świeżego gazu regeneracyjnego do pojemnika na zużyty katalizator, urządzenie wylotowe z przewodu umożliwiającego przepływ zregenerowanego katalizatora i zużytego gazu regeneracyjnego do pojemnika na zregenerowany katalizator, oraz urządzenie wylotowe zużytego gazu regeneracyjnego z pojemnika na zregenerowany

katalizator, **znamiennie tym**, że przewód wtórnego strumienia gazu przeznaczony do dopalania tlenku węgla zawartego w zużytym gazie regeneracyjnym jest połączony z kanałem przesyłowym katalizatora w pobliżu urządzenia wlotowego do kanału przesyłowego katalizatora.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że z częścią dolną pojemnika na zużyty katalizator jest połączone urządzenie wlotowe świeżego gazu regeneracyjnego, a w górnej części pojemnika na zużyty katalizator jest umieszczone urządzenie wylotowe katalizatora zawieszonego w gazie regeneracyjnym.

3. Urządzenie według zastrz. 1 lub 2, **znamiennie tym**, że urządzenie wylotowe kanału przesyłowego katalizatora ma połączone z nim urządzenie separujące do oddzielania katalizatora od gazu regeneracyjnego przepływającego przez kanał przesyłowy katalizatora.

4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wylot kanału przesyłowego katalizatora jest połączony z wlotem urządzenia separującego, a wylot urządzenia separującego jest połączony z pojemnikiem na zregenerowany katalizator.

5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że kanał przesyłowy w pobliżu swego wlotowego końca jest połączony z urządzeniem wlotowym gazu do spalania w celu utworzenia strefy spalania wewnątrz kanału przesyłowego i podniesienia w niej temperatury katalizatora.

6. Urządzenie do regeneracji katalizatora poprzez utlenianie koksu odłożonego na katalizatorze za pomocą świeżego gazu regeneracyjnego, zawierające pojemnik na zużyty katalizator, z którego z dolną częścią jest połączone urządzenie wlotowe świeżego powietrza, w celu umożliwienia przepływu świeżego gazu regeneracyjnego do pojemnika, urządzenie wlotowe zużytego katalizatora do wpro-

wadzenia zużytego katalizatora do pojemnika i utworzenia gęstego złoża zużytego katalizatora w dolnej części pojemnika zaopatrzonego w przewód do wyprowadzenia gazu regeneracyjnego, a w górnej części pojemnika na zużyty katalizator urządzenie wlotowe katalizatora i gazu zawierającego porwane cząsteczki katalizatora oraz tlenku węgla, kanał przesyłowy, usytuowany pionowo, jest zaopatrzony w swej górnej części w urządzenie wlotowe połączone z pojemnikiem na zużyty katalizator oraz urządzenie wylotowe do katalizatora i gazu umożliwiające przepływ gazu regeneracyjnego unoszącego katalizator z pojemnika na zużyty katalizator poprzez kanał przesyłowy, urządzenie separujące oddzielające katalizator od gazu regeneracyjnego zaopatrzone w urządzenie wlotowe i urządzenie wylotowe, przy czym urządzenie wlotowe urządzenia separującego jest połączone z górnym urządzeniem wylotowym z kanału przesyłowego, a urządzenie wylotowe z urządzenia separującego znajduje się w pojemniku na zregenerowany katalizator powyżej złoża katalizatora w celu utrzymania gęstego złoża wewnątrz pojemnika na zregenerowany katalizator, urządzenie wylotowe zregenerowanego katalizatora połączone z pojemnikiem na zregenerowany katalizator umożliwiające wypływ zregenerowanego katalizatora wolnego od zużytego gazu regeneracyjnego z pojemnika na zregenerowany katalizator oraz urządzenie wylotowe zużytego gazu regeneracyjnego połączone z pojemnikiem na zregenerowany katalizator umożliwiające wypływ zużytego gazu regeneracyjnego wolnego od zregenerowanego katalizatora z pojemnika na zregenerowany katalizator, **znamiennie tym**, że w kanale przesyłowym katalizatora między górnym urządzeniem wylotowym zużytych gazów zawierających zawieszony w nich zregenerowany katalizator a dolnym urządzeniem wlotowym do kanału przesyłowego znajduje się strefa spalania, przy czym urządzenie wlotowe gazów do spalania jest połączone z dolną częścią przewodu przesyłowego.

