

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 143 752

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 85 05 06 /P. 253263/

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 86 12 30

Opis patentowy opublikowano: 89 07 31



Int. Cl.⁴ B01D 53/36

Twórcy wynalazku: Jerzy Wojciechowski, Jerzy Haber, Janusz Janas, Leszek Michalski, Zygmunt Wysocki, Józef Strzelski, Zygmunt Bojan, Piotr Słomak, Andrzej Tasior

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni, Kraków /Polska/

URZĄDZENIE DO KATALITYCZNEGO OCZYSZCZANIA PRZEMYSŁOWYCH GAZÓW ODLOTOWYCH

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do katalitycznego oczyszczania gazów, zwłaszcza przemysłowych gazów odlotowych- od zanieczyszczeń, głównie organicznych, jak np. ksylen, fenol, formalina, rozpuszczalniki organiczne, węglowodory, smółki itp. oraz od tlenku węgla, dwusiarczku węgla i siarkowodoru, na drodze katalitycznego dopalania zanieczyszczeń, przy zmiennych kierunkach przepływu gazu przez złożo katalizatora.

W znanej literaturze fachowej opublikowano szereg rozwiązań konstrukcyjnych reaktorów do katalitycznego oczyszczania gazów, zwłaszcza przemysłowych gazów odlotowych.

Obecne badania na świecie prowadzone są głównie pod kątem zmniejszenia energochłonności procesów katalitycznego dopalania i umożliwienia maksymalnego odzysku ciepła z gorących gazów odlotowych.

Na przykład znany z polskiego opisu patentowego nr 126 861 sposób katalitycznego oczyszczania gazów odlotowych polega na tym, że zanieczyszczone gazy przepuszcza się przez reaktor katalityczny, cyklicznie zmieniając kierunek przepływu gazu na odwrotny. Źródło ciepła potrzebne do zainicjowania temperatury reakcji umieszczone jest w środkowej części złoża katalizatora, a samo złożo umieszczone jest pomiędzy dwiema warstwami kumulującymi ciepło w okresach pomiędzy kolejnymi zmianami cykli przepływu strumienia gazu.

Takie rozwiązanie pozwoliło na znaczne oszczędności energii cieplnej w odniesieniu do wcześniejszych rozwiązań w tej dziedzinie techniki.

W opisie patentowym RFN nr 2 350 086 opublikowano urządzenie do katalitycznej obróbki gazów odlotowych z silników spalinowych. W rozwiązaniu tym, dla zmiany kierunku przepływu gazu przez złożo, wypełnienie i katalizator zastosowano system mechanicznego obrotu kosza katalitycznego wraz z wypełnieniem.

Katalizator umieszczony jest pomiędzy sektorem dopływu i sektorem odpływu odwrotnie skierowanego strumienia gazów, we wnętrzu obrotowego reaktora. Urządzenie pozwala na utrzymywanie stałej temperatury roboczej reaktora, po doprowadzeniu katalizatora do warunków reakcji. Straty ciepła w procesie wyrównuje się przez dopływ energii z zewnątrz, na przykład przez dodatek paliwa do gazów odlotowych, względnie przez zastosowanie źródła ciepła w postaci grzałki elektrycznej, doprowadzonej do gazów odlotowych.

Reaktory obrotowe nie znalazły większego zastosowania w praktyce, z uwagi na trudności techniczne występujące przy uszczelnianiu gorących elementów obrotowych. Reaktory obrotowe konstruowane są w postaci małych urządzeń do oczyszczania niewielkich ilości gazów z silników spalinyowych i nie można ich przystosować do warunków przemysłowych dla oczyszczania dużej ilości gazów odlotowych.

Urządzenie do katalitycznego oczyszczania gazów, zwłaszcza przemysłowych gazów odlotowych, znane z opisu patentowego FRL nr 129 862 posiada dużą sprawność energetyczną, to jest wymaga tylko niewielkich ilości energii cieplnej do zainicjowania procesu katalitycznego dopalania gazów i ewentualnego dogrzewania gazów, gdy stężenie zanieczyszczeń w gazach jest bardzo małe.

Urządzenie składa się z dwóch identycznych reaktorów, przez które oczyszczane gazy przepuszcza się na przemian w dwóch kierunkach. Reaktory połączone są od strony komór katalitycznych z kolektorem doprowadzającym gorące gazy, np. spaliny potrzebne do zainicjowania procesu katalitycznego i ewentualnego utrzymywania ustalonych w procesie warunków termicznych, zależnych od ilości zanieczyszczeń zawartych w gazach odlotowych.

Każdy z reaktorów posiada górną komorę katalityczną oraz dolną komorę rekuperacyjną. Od strony dolnej reaktory połączone są kolektorem doprowadzającym zanieczyszczony gaz, na przemian, raz do jednego potem do drugiego reaktora. Przepływ gazu zmieniany jest cyklicznie za pomocą zaworów o regulowanym czasie działania.

Komory katalityczne w obu reaktorach posiadają cylindryczną obudowę, w której znajduje się pierścieniowy kosz katalityczny, wykonany z wewnętrznego perforowanego cylindra, obejmującego komorę grzewczą. Złoże katalizatora umieszczone jest w pierścieniowym koszu, zamkniętym od dołu dennicą. Napełnianie komór katalitycznych odbywa się poprzez króćce umieszczone na pokrycie kosza katalitycznego, a wymiana katalizatora ma miejsce przez króćce znajdujące się na dennicy kosza katalitycznego.

Komory katalityczne stanowią górną część reaktorów i połączone są kołnierzami z komorami rekuperacyjnymi, tworząc zwartą jednostkę reaktora.

Komora rekuperacyjna zakończona jest stożkowo. Na końcu stożka wmontowane są perforowane przegrody, na których umieszczone są warstwy złoża ceramicznego lub metalicznego, spełniając rolę nośnika ciepła w procesie rekuperacji.

Powyższe urządzenie, pomimo dużej sprawności cieplnej, nie zawsze może być stosowane w starych, zatłoczonych zakładach przemysłowych nie posiadających miejsca na nowe instalacje.

Urządzenie do katalitycznego oczyszczania gazów odlotowych według wynalazku ma postać jednego urządzenia o cylindrycznej obudowie, spełniającego funkcję dwóch reaktorów. Wnętrze aparatu od dna podzielone jest symetrycznie, pionową przegrodą, na dwie komory reakcyjne połączone w górnej części reaktora wspólną przestrzenią gazową, w której umieszczone są grzałki elektryczne.

W każdym reaktorze znajduje się złoże katalizatora i złoże wypełnienia ceramicznego, spoczywające na perforowanych siatkach metalowych i oddzielone od komory gazowej również perforowanymi siatkami metalowymi.

Górna część cylindra zamknięta jest pokrywą w której wmontowane są grzałki elektryczne. W pokrywie znajduje się również króciec z zaworem do upustu gorących gazów wylotowych. W dolnej części reaktora na cylindrycznej obudowie znajdują się króćce doprowadzające do reaktora gazy tłoczone przez wentylator, oraz króćce wyprowadzające gazy po oczyszczeniu, poprzez układ zaworów sterujących kierunkiem przepływu strumienia i odwracających cyklicznie kierunek przepływu gazu przez komory reakcyjne.

Oczyszczone, gorące gazy poreakcyjne oddają znaczną część ciepła elementom złoża ceramicznego i w temperaturze obniżonej opuszczają reaktor. W następnym cyklu pracy, przy odwrotnym kierunku przepływu strumienia gazu, zregenerowane ciepło odbierane jest przez gazy doprowadzane do oczyszczania.

Proces przebiega częściowo lub całkowicie autotermicznie, a grzałki elektryczne służą do zainicjowania reakcji katalitycznej i ewentualnie uzupełniania ciepła potrzebnego do utrzymania temperatury w złożu katalizatora powyżej temperatury inicjowania reakcji dopalania gazów.

Automatyczna regulacja temperatury pozwala na utrzymanie stałej temperatury, optymalnej dla danego procesu; przy ewentualnym przegrzaniu, nadmiar gorących gazów w sposób sterowany upuszczany jest ze środowiska reakcji z górnej części reaktora. Układ zaworów sterujących kieruje wielkością przepływu strumienia w jednym lub drugim kierunku i odwraca w stałych, zaprogramowanych czasach, kierunek na odwrotny.

W zależności od stężenia zanieczyszczeń w gazach odlotowych ustala się parametry procesu katalitycznego, dobierając takie warunki, by gaz opuszczający reaktor był całkowicie uwolniony od zanieczyszczeń szkodliwych dla środowiska człowieka.

Przedmiot uwidoczniony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie urządzenie w przekroju podłużnym, a fig. 2 - przekrój poprzeczny przez reaktor w płaszczyźnie A-A. Urządzenie według wynalazku, stosowane do katalitycznego oczyszczania gazów odlotowych, zwłaszcza z procesów chemicznych, posiada kształt cylindra przedzielonego przegrodą na dwie komory, pełniące funkcje dwóch reaktorów. Wnętrze cylindra 1 podzielone jest pionową przegrodą 2 przymocowaną do dna reaktora 18 i sięgającą strefy ogrzewania reaktora. Przegroda 2 dzieli wnętrze reaktora na dwie jednakowe przestrzenie reakcyjne 3, 3', które w górnej części połączone są wspólną komorą grzewczą 4. Przegrody sitowe 5, 5' stanowią podporę złoża ceramicznego, a przegrody sitowe 6, 6' oddzielają złożo wypełnienia ceramicznego od złoża katalizatora.

Warstwa katalizatora oddzielona jest metalowymi, perforowanymi przegrodami 7, 7' od komory grzewczej 4. Górna część cylindra 1 zamknięta jest pokrywą 8, na której znajduje się króciec 10 do upustu gorących gazów, z zaworem 11. W dolnej części reaktora, na obudowie cylindrycznej 1, znajdują się króćce 12. 12' do doprowadzenia gazów odlotowych tłoczonych do reaktora wentylatorem 13, podczas cyklu reakcji, poprzez zawór 15 do przestrzeni 3, lub poprzez zawór 16 do przestrzeni 3'. Natomiast zawory 14 i 17 służą do odprowadzania oczyszczonych gazów z przestrzeni 3 oraz 3'. Układ zaworów 14, 15, 16 i 17 sterujący kierunkiem przepływu gazu na odwrotny działa automatycznie. Reaktor od dołu zamknięty jest dennicą 18.

Proces oczyszczania gazów przebiega następująco: Wentylator 13 tłoczy zanieczyszczone gazy przez otworzony zawór 15 i króciec 12 do urządzenia. Zawory 14 i 16 są wtedy zamknięte. Gazy przechodzą przez perforowaną przegrodę 5, złożo wypełnienia ceramicznego, perforowaną przegrodę 6, złożo katalizatora, perforowaną przegrodę 7 i przez komorę grzewczą 4 przepływają do drugiego członu reaktora, poprzez przegrodę perforowaną 7', złożo katalizatora, przegrodę perforowaną 6', wypełnienie ceramiczne, perforowaną przegrodę 5' i przez króciec 12' oraz zawór 17 wylatują do atmosfery. Po kilku minutach zawory 15 i 17 zamykają się, zaś zawory 14 i 16 otwierają co powoduje, że gazy podawane są przez urządzenie w odwrotnym kierunku - wchodząc do urządzenia króćcem 12 i uchodząc do atmosfery poprzez zawór 14.

Sprawność działania urządzenia według wynalazku przebadano stosując reaktor o średnicy cylindra 300 mm i wysokości 1000 mm. Wysokość przegrody 2 wynosi 800 mm. Do reaktora wprowadzono $35\,000\text{ cm}^3$ wypełnienia ceramicznego o średnicy granulek 10-20 mm. Granulki rozmieszczono na siatkach perforowanych 5, 5' w równych objętościach, w przestrzeniach reakcyjnych 3, 3', to jest w każdej po $17\,500\text{ cm}^3$.

Następnie na siatkach perforowanych 6, 6' rozmieszczono warstwy granulowanego katalizatora platynowego, stosowanego w procesach katalitycznego dopalania gazów. Wprowadzono $10\,000\text{ cm}^3$ katalizatora, to jest po $5\,000\text{ cm}^3$ na siatki 6 i 6'. Następnie przepuszczano przez reaktor $75\text{ m}^3/\text{godz.}$ powietrza zanieczyszczonego heksanem o stężeniu 0,02% objętościowych. Reaktor ogrzewano elektrycznie grzałkami 9 oraz 9' o mocy 0,7 kW każda.

Kierunek przepływu strumienia gazów zmieniano na odwrotny dzięki pracy zaworów 14, 15 oraz 16 i 17, które otwierając się i zamykając parami powodowały zmianę kierunku przepływu na odwrotny co 3 minuty. Po 2 godzinach temperatura złoża wzrosła do 180°C i została zainicjowana reakcja konwersji heksanu na złożu katalizatora, osiągając w tej temperaturze wartość 20%. Po jednej godzinie temperatura wzrosła do 240°C , a konwersja heksanu podwyższyła się do 95%. Jednocześnie wyłączono z prądu grzałki elektryczne 9 i 9'. Po następnej godzinie temperatura wynosiła 300°C , a konwersja wzrosła do 99,5%. Ta wysoka wartość konwersji utrzymywała się podczas prowadzenia procesu przez okres następnych 50 godzin. Zanieczyszczając powietrze fenolem, ksylenem, formaliną oraz etanolem uzyskano podobne wyniki.

Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że sprawność działania reaktora według wynalazku jest bardzo duża, przy bardzo uproszczonej konstrukcji reaktora i jego zminimalizowanych gabarytach.

Reaktor może być wykorzystany w szeregu dziedzinach techniki, do oczyszczania gazów odlotowych zawierających zanieczyszczenia organiczne, na przykład ksylen, fenol, formalinę itp. oraz tlenek węgla, siarkowodór i dwusiarczek węgla.

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Urządzenie do katalitycznego oczyszczania gazów przemysłowych odlotowych, od zanieczyszczeń organicznych i tlenku węgla, składające się z reaktora z wewnętrzną regeneracją ciepła oraz układu regulacji przepływu strumienia gazu, umożliwiającego cykliczną zmianę kierunku przepływu strumienia na odwrotny, z n a m i e n n e t y m, że składa się z dwóch oddzielnych reaktorów umieszczonych w jednej, cylindrycznej obudowie /1/, wewnątrz której wmontowana jest pionowa, płaska przegroda /2/, dzieląca wewnątrz reaktora na dwie jednakowe komory reakcyjne /3, 3'/, połączone w górnej części reaktora wspólną komorą gazową /4/, w której umieszczone są grzałki elektryczne /9/, przy czym w komorach reakcyjnych /3, 3'/ znajdują się perforowane siatki metalowe /5, 5'/ do umieszczania na nich wypełnienia ceramicznego, perforowane siatki metalowe /6, 6'/ do utrzymywania warstwy katalizatora oraz perforowane siatki metalowe /7, 7'/ oddzielające warstwę katalityczną od przestrzeni komory gazowej /4/, zaś górna część cylindra /1/ zamknięta jest pokrywą /8/, w której wmontowane są grzałki elektryczne /9, 9'/, ponadto na pokrywie /8/ znajduje się króciec /10/ do upustu gorących gazów wylotowych zaworem /11/, a w dolnej części reaktora na cylindrycznej obudowie /1/ znajdują się króćce /12, 12'/ do doprowadzania gazów tłoczonych do reaktora wentylatorem /13/ i odprowadzania gazów oczyszczonych po cyklu reakcji poprzez układ zaworów /14, 15, 16 i 17/, sterujących kierunkiem przepływu strumienia i odwracających cyklicznie kierunek przepływu gazu przez przestrzeń reakcyjne /3, 3'/.

