



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 28.05.73 (P. 162 893)

Pierwszeństwo: 02.06.72 Stany Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 02.05.74

Opis patentowy opublikowano: 30.10.1976

MKP
F01n 5/02

Int. Cl.²
F01N 5/02

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Texaco Development Corporation, Nowy Jork (Stany
Zjednoczone Ameryki)

Sposób redukowania zawartości tlenków azotu w spalinach oraz urządzenie do redukowania zawartości tlenków azotu w spalinach

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób redukowania zawartości tlenków azotu w spalinach oraz urządzenie do redukowania zawartości tlenków azotu w spalinach.

W trakcie działania silnika spalinowego następuje spalanie mieszaniny zawierającej paliwo i gaz podtrzymujący spalanie. Najczęściej spotykaną mieszaniną jest mieszanina paliwa i powietrza atmosferycznego. Mieszanina spalana jest gwałtownie w komorze spalania powodując wykonanie przez ruchomy element, taki jak na przykład tłok, suwu pracy. Spalaniu towarzyszy powstanie gazów spalinowych, które odprowadzane są do atmosfery. W celu zmniejszenia stopnia skażenia atmosfery wywołanego niekontrolowanym odprowadzaniem spalin, różne instancje rządowe i przemysłowe zalecają ograniczenie ilości tego typu odpadów.

Do najbardziej szkodliwych gazów zanieczyszczających odprowadzanych do atmosfery należą różnego typu tlenki azotu. Zgodnie z przyjętą nomenklaturą określane one będą w dalszym ciągu opisu symbolem NO_x .

Chociaż tlenki azotu NO_x nie należą do najbardziej szkodliwych substancji odprowadzanych do atmosfery, zasługują jednak na uwagę ze względu na ich ilość zawartą w spalinach. Ponadto szkodliwość tlenków azotu NO_x zależna jest od sposobu spalania mieszaniny oraz składu paliwa.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu redukowania a nawet całkowitego eliminowania tlenków azotu zawartych w odprowadzanych do atmosfery spalinach, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu.

Cel wynalazku został osiągnięty w ten sposób, że tworzy

2

się mieszaninę gazów podtrzymujących spalanie zawierającą w większości powietrze zmieszane z mniejszą częścią gorących spalin, wprowadza się tę mieszaninę do komory spalania w celu zmieszania jej z węglowodorowym paliwem dla uzyskania palnej mieszaniny obejmującej co najmniej część mieszaniny spalin z powietrzem, powoduje się zapłon palnej mieszaniny w komorze spalania oraz oddziela się część powstałych w wyniku spalania gorących spalin w celu utworzenia mieszaniny gazów podtrzymujących spalanie.

Cel wynalazku został osiągnięty również przez to, że urządzenie do stosowania sposobu redukowania zawartości tlenków azotu w spalinach ma układ do ponownego wprowadzania do obiegu części spalin opuszczających komorę spalania, przy czym układ ten zawiera zespół przewodów łączących zawór wylotowy z zaworem wlotowym silnika przeznaczony do skierowania przez niego strumienia spalin, zespół do mieszania gazów umieszczony w zespole przewodów i połączony ze źródłem powietrza w celu zmieszania powietrza ze strumieniem spalin dla wytworzenia gazowej mieszaniny podtrzymującej spalanie doprowadzanej do komory spalania oraz zawór dławiący, przez który przepływa mieszanina powietrza i spalin umieszczony po stronie wylotu zespołu do mieszania gazów, przy czym zawór dławiący połączony jest z wlotowym zaworem w celu regulowania natężenia strumienia mieszaniny gazu podtrzymującego spalanie wpływającego do zaworu wlotowego.

Wstępną mieszaninę wprowadza się do komory spalania razem z określoną ilością paliwa w stanie ciekłym lub

gazowym. Zmieszanie paliwa ze wstępną mieszaniną, przy równoczesnym sprężaniu, powoduje powstanie palnej mieszanki, zapalanej następnie iskrowo lub za pomocą innego urządzenia.

Czynnik podtrzymujący spalanie zawiera większą część powietrza i mniejszą część ochłodzonych i ponownie wprowadzonych do obiegu spalin. Cechą charakterystyczną spalin jest to, że posiadają one dobre właściwości pochłaniania ciepła i nie biorą udziału w procesie spalania. Łącznym rezultatem tego typu procesu jest znaczne obniżenie temperatury w komorze spalania. Ponadto obniżeniu temperatury spalania towarzyszy znaczne zredukowanie lub nawet całkowite wyeliminowanie zawartości tlenków azotu NO_x w spalinach powstających przy normalnym spalaniu mieszaniny powietrza z paliwem.

Urządzenie według wynalazku obejmuje środki pozwalające osiągnąć właściwe warunki w komorze spalania. Środki te zawierają układ regulacyjny pozwalający zmienić ilość spalin wprowadzanych ponownie do komory spalania w zależności od obciążenia silnika. W rezultacie, strumień gorących wprowadzanych do obiegu spalin zmienia się w zależności od położenia przepustnicy tak, że objętość oddzielonych od spalin gazów waha się od maksymalnej objętości wynoszącej około 30% przy biegu luzem do minimalnej objętości wynoszącej około 15% w warunkach obciążenia.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat silnika spalinowego omawianego typu zaopatrzonego w różne części składowe umieszczone wzdłuż linii obrazujących strumienie przepływającego paliwa, powietrza i/lub spalin. Rozpatrywany silnik spalinowy może być znanym silnikiem dowolnego typu, w tym silnikiem o zapłonie iskrowym lub silnikiem wysokoprężnym.

Jak już wspomniano, w sposobie według wynalazku, stosowane jest paliwo na bazie węglistej. Spaliny będące rezultatem spalania tego rodzaju paliwa zawierają tlenki azotu NO_x , różne niepalne węglowodory oraz tlenek węgla CO.

Chociaż wynalazek opisany jest w zastosowaniu do pojedynczej komory spalania silnika, nie powinno to stanowić ograniczenia zakresu wynalazku. Stanowiące nowość wstępne mieszanie powietrza z częścią ponownie wprowadzanych do obiegu spalin, może być podstawą do tworzenia mieszaniny wprowadzanej kolejno do każdego cylindra, lub do jednego albo większej ilości cylindrów silnika blokowego.

W opisanym w patencie USA nr 2 484 009 regulowanym procesie spalania paliwa potwierdzony został sposób według niniejszego wynalazku. Powietrze w tym procesie wprowadzane jest do górnej części komory spalania w ten sposób, że powstaje gwałtownie wirujący strumień. Równocześnie wtryskiwana jest do komory, pod ciśnieniem, odmierzona ilość paliwa w celu zmieszania z wirującym strumieniem powietrza. Korzystnie jest jeśli punkt, w którym wprowadzane jest paliwo znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie zapłonika. Zapłonik stanowi zazwyczaj iskrowa świeca zapłonowa połączona z układem zapłonowym silnika.

Ze względu na bliskie sąsiedztwo paliwa i mieszanki powietrznej wewnątrz komory ze świecą zapłonową, następuje łatwy zapłon mieszaniny i powstaje gwałtownie rozprzestrzeniający się płomień.

Silnik według wynalazku uwidoczony jest w sposób schematyczny na rysunku.

Silnik 10 stanowi silnik spalinowy, który ma szereg cylindrów 9. Każdy z cylindrów 9 zaopatrzony jest w parę kolejno działających zaworów 11 i 12 przeznaczonych do wprowadzania powietrza i odprowadzania spalin.

Wlotowe zawory 11 połączone są ze wspólnym zespołem przewodów ssących 13. Podobnie, wylotowe zawory 12 każdej komory spalania, połączone są z kolektorem spalin. Oznaczone cyframi 13 i 14 zespoły są zazwyczaj w tego typu silnikach wspólne dla wszystkich cylindrów. Zrozumiałe jest jednakże, iż każda z komór spalania może być podobnie połączona za pomocą oddzielnych wlotowych i/lub wylotowych przewodów co umożliwi doprowadzanie do każdej z nich odmierzonych wstępnie ilości powietrza oraz ponownie wprowadzanego do obiegu gazu jak i paliwa.

Po stronie wylotowej silnik 10 zaopatrzony jest w wydechowy tłumik 16, do którego przepływają gorące spaliny z kolektora spalin 14. W rozwiązaniu według wynalazku zastosowany jest tłumik typu katalitycznego, który jak to wspomniano, może być połączony z zaworem wylotowym 12 każdej z komór spalania za pośrednictwem indywidualnego przewodu 15. Poprzez przewód doprowadzana jest do tłumika większość spalin powstających w cylindrze. Tego typu tłumik 16 jest znany i spełnia nie tylko rolę obniżania poziomu hałasu, lecz również ułatwia reagowanie składników spalin z powietrzem w celu zmniejszenia ilości emitowanych do atmosfery szkodliwych substancji.

Normalnie, spaliny przepływające przez katalityczny lub inny tłumik 16, kierowane są poprzez otwory tłumika do atmosfery. W rozwiązaniu według wynalazku, część gorących spalin, korzystnie przy maksymalnym ciśnieniu, oddzielana jest od głównego strumienia gazów wylotowych. Ta część gorących gazów kierowana jest przewodem 20 do węzownicy 17, umieszczonej po jednej stronie wymiennika ciepła 18. Po przeciwnej stronie wymiennika ciepła 18, umieszczona jest węzownica 19, poprzez którą przepływa czynnik chłodzący. Czynnikiem tym może być powietrze atmosferyczne lub woda chłodząca silnik. Woda pompowana jest pompą 22 i przepływa od wylotu 21 pompy poprzez węzownicę 19.

Wylot wymiennika ciepła 18 połączony jest przewodem 23 z zaworem 24 odmierzającym ilość spalin. Zawór 24 zawiera środki do szybkiej regulacji wielkości jego otwarcia, co umożliwi łatwą regulację przepływu ochłodzonych spalin, a zatem zmianę ilości spalin wprowadzanych następnie do mieszaniny.

Bocznik 26, połączony z wlotem zaworu 24, stanowi przewód o stałym przekroju zabezpieczający minimalny przepływ ochłodzonych spalin, poza zaworem 24, wówczas gdy silnik przystosowany jest do maksymalnego przepływu paliwa lub maksymalnej mocy.

Wylot zaworu 24 połączony jest przewodem 27 z sumatorem przepływów 28, w którym odmierzona ilość ochłodzonych spalin połączona zostaje z gazem podtrzymującym spalanie, czyli normalnie z powietrzem. Powietrze doprowadzane jest do sumatora poprzez filtr 29 i wprowadzane do komory mieszania 30, gdzie następuje jego zmieszanie z wpływającym tam strumieniem spalin.

Powstała w sumatorze wstępna mieszanina zawiera podtrzymujące proces spalania powietrze oraz nie biorącą udziału w spalaniu część spalin. Ta gazowa mieszanina wprowadzona jest następnie do dławiącego zaworu 31, mającego zbieżną część 32. Płytką dławiącą 33 umieszczona jest obrotowo w części 22 i uruchamiana jest w celu regulowania natężenia przepływu poprzez zbieżną część

Zbieżna część 32 połączona jest przewodem 34 z komorą spalania 36 poprzez wlotowy zawór 11. Otwarcie zaworu 11 powoduje przepływ wstępnej mieszaniny do komory spalania 36, ze względu na panujące tu obniżone ciśnienie.

Jak już wyżej wspomniano, w silniku spalinowym 10 wstępna mieszanina wprowadzana jest do komory spalania 36 w ten sposób, że powstaje zawirowanie w górnej części komory 36. Do wirującego strumienia mieszaniny wprowadzana jest równocześnie przez dyszę 38 określona ilość paliwa w postaci ciekłej lub gazowej. Powstaje w ten sposób palna mieszanina, zapalana następnie pod działaniem iskry wytworzonej przez świecę zapłonową 35. W następstwie rozpoczęcia suwu pracy pod działaniem rozprężających się gazów, następuje otwarcie wylotowego zaworu 12, czego rezultatem jest wypływanie sprężonych gorących spalin z komory spalania 36 do kolektora spalin 14, a następnie do tłumika 16.

Dla zapewnienia najbardziej ekonomicznej regulacji działania silnika 10, przy wykorzystaniu sposobu redukcji emisji zanieczyszczeń według wynalazku, paliwowa pompa 39 silnika zaopatrzona jest w obrotowo osadzoną dźwignię 41. Dźwignia 41 uruchamiana naciśnięciem pedału 42 akceleratora powoduje wtrysk sprężonego paliwa do komory spalania 36 za pośrednictwem dyszy 38. Ciężno 43, powiązane z pompą paliwową 39, połączone jest również z ruchomym elementem zaworu 24 odmierzającego ilość spalin. Gdy rośnie ilość paliwa wprowadzanego do komory spalania 36 silnika 10 w odpowiedzi na wzrost obciążenia, zawór 24 jest stopniowo przymykany aż do pozycji całkowicie zamkniętej.

Równocześnie z regulacją ilości paliwa doprowadzanego do komory spalania 36 regulowany jest przepływ wstępnej mieszaniny poprzez zawór dławiący 31. Regulację tę osiąga się za pomocą ciężna 44, podobnie łączącego pompę paliwową 39 z zaworem dławiącym 31. Tak więc dla dowolnych warunków pracy silnika 10, od biegu luzem aż do maksymalnego obciążenia, układ zasilający może być regulowany przez operatora za pomocą pojedynczej regulacji.

Opisany system ponownego wprowadzania spalin do obiegu działa jak stwierdzono efektywnie w każdych praktycznych warunkach pracy silnika. Spaliny opuszczające wylotowy zawór 12 mają temperaturę zawierającą się w przybliżeniu w granicach od 315 do 925°C. Większa część gorących spalin wprowadzana jest do katalitycznego tłumika 16 w celu dalszej ich obróbki i odprowadzenia poprzez wylot tłumika do atmosfery. Jednakże mniejsza część spalin, w celu ponownego wprowadzenia do obiegu odprowadzana jest przewodem 20 i nie trafia do tłumika 16.

Objętość spalin faktycznie wprowadzanych do wstępnej mieszaniny, jak już wspomniano, zmienia się w granicach 15 do 30% objętości mieszaniny wprowadzanej do komory spalania 36. Ponieważ jednak ciśnienie przy wlocie tłumika 16 osiąga wartość maksymalną dla danego układu, ciśnienie w przewodzie 20 również ma wartość maksymalną. Objętość lub natężenie przepływu spalin regulowane jest przez ciśnienie w przewodzie 20, które zależy od pozycji regulowanego zaworu 24, oraz od regulacji otworu wylotowego lub zaworu 43 umieszczonego na wylocie tłumika 16.

Gorące spaliny wprowadzane są następnie do wymiennika ciepła 18, gdzie temperatura obniżona zostaje do wartości mieszczącej się w granicach 38 do 60°C. Temperatura ta zależy od warunków w jakich znajduje się substancja chłodząca, którą może być powietrze atmosferyczne lub

woda chłodząca silnik pompowana za pośrednictwem pompy 22, lub inna podobna substancja chłodząca.

W każdym przypadku ochłodzony gaz, mający teraz nieznacznie zredukowane ciśnienie i objętość, kierowany jest przewodem 23 do strony wlotowej zaworu 24. Przepływ gazu poprzez zawór 24 uzależniony jest od przepływu paliwa określonego działaniem pompy 39, sterowanej za pomocą regulacyjnego pedału 42 silnika 10.

Określona ilość ochłodzonych spalin opuszczających zawór 24 kierowana jest przewodem 27 do sumatora przepływów 28. Następuje tu zmieszanie ochłodzonych spalin z powietrzem lub innym gazem podtrzymującym spalanie. Korzystnie komora mieszania 30 sumatora przepływu 28 zapewnia maksymalne zmieszanie dwóch gazów, w celu zapewnienia sprawnego ich działania w komorze spalania 36.

Mieszanina, dodatkowo ochłodzona przez wprowadzenie powietrza atmosferycznego, zostaje następnie doprowadzona do dławiącego zaworu 31. Zawór ten, jak już wspomniano, połączony jest z zaworem 24 poprzez pompę 39, przy czym każdy z tych trzech elementów uruchamiany jest równocześnie regulacyjnym pedałem 42.

Strumień mieszaniny podtrzymującej spalanie regulowany jest w trakcie przepływu przez dławiący zawór 31 położeniem płytki 33. Wstępna mieszanina gazów przedostaje się przez zawór wlotowy 11, w momencie jego otwarcia, do komory spalania 36.

Gałąź 46 bocznikująca zawór 32 zawiera zawór dławiący 47. Zawór 47 działa, gdy silnik 10 pracuje na biegu luzem, lub w przypadku hamowania. Przepuszcza on niezbędną ilość mieszaniny powietrza ze spalinami wtedy, gdy działanie pompy 39 dostosowane jest do biegu luzem lub hamowania. Ponadto zawór 47 wywołuje powstanie w sposób powtarzalny podciśnienia w zespole przewodów ssących, przy czym oddziałuje na niego obecność sadzy w spalinach ponownie wprowadzanych do obiegu.

Możliwe są inne modyfikacje i odmiany opisanego wynalazku, ale leżą one w zakresie wynalazku, a ograniczenia możliwe są tylko takie, jakie wynikają z załączonych zastrzeżeń.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób redukcji zawartości tlenków azotu w spalinach odprowadzanych z silnika spalinowego zawierającego komorę spalania zaopatrzoną w zawór wlotowy i w zawór wylotowy, w której następuje mieszanie węglowodorowego paliwa z gazem podtrzymującym spalanie w celu wytworzenia palnej mieszaniny, przy czym spalanie mieszaniny powoduje powstanie strumienia gorących spalin, zawierających tlenki azotu, znamienny tym, że tworzy się mieszaninę gazów podtrzymujących spalanie zawierającą w większości powietrze zmieszane z mniejszą częścią gorących spalin, wprowadza się tę mieszaninę do komory spalania w celu zmieszania jej z węglowodorowym paliwem dla uzyskania palnej mieszaniny obejmującej co najmniej część mieszaniny spalin z powietrzem, powoduje się zapłon palnej mieszaniny w komorze spalania oraz oddziela się część powstałych w wyniku spalania gorących spalin w celu utworzenia mieszaniny gazów podtrzymujących spalanie.

2. Urządzenie do redukcji zawartości tlenków azotu w spalinach, zawierające silnik, który ma komorę spalania, zawór wlotowy i zawór wylotowy połączone z komorą

spalania przystosowane do doprowadzania gazu podtrzymującego spalanie do komory spalania oraz odprowadzania z komory spalania gorących spalin, oraz urządzenie wtryskowe połączone z komorą spalania do okresowego wprowadzania do niej strumienia węglowodorowego paliwa, **znamiennie tym**, że ma układ do ponownego wprowadzania do obiegu części spalin opuszczających komorę spalania, przy czym układ ten zawiera zespół przewodów (20, 23, 27, 34) łączących zawór (12) wylotowy z zaworem (11) wlotowym silnika przeznaczony do skierowania przez niego strumienia spalin, zespół (28, 29, 30) do mieszania gazów umieszczony w zespole przewodów (20, 23, 27, 34) i połączony ze źródłem powietrza w celu zmieszania powietrza ze strumieniem spalin dla wytworzenia gazowej mieszaniny podtrzymującej spalanie, doprowadzonej do komory spalania (36), oraz zawór dławiący (31), przez który przepływa mieszanina powietrza i spalin umieszczony po stronie wylotu zespołu (28, 29, 30) do mieszania gazów, przy czym zawór dławiący (31) połączony jest z wlotowym zaworem (11) w celu regulowania natężenia strumienia mieszaniny gazu podtrzymującego spalanie wpływającego do zaworu (11) wlotowego.

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że zespół (28, 29, 30) do mieszania gazu przystosowany jest do tworzenia gazu podtrzymującego spalanie zawierającego powietrze w ilości od 70 do 90% objęściowych.

4. Urządzenie według zastrz. 2 lub 3, **znamiennie tym**, że

ma wymiennik ciepła (18) do wstępnego ochładzania oddzielonej części spalin przed wprowadzeniem ich do zespołu (28, 29, 30) do mieszania gazu.

5. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że wlot zespołu przewodów (20, 23, 27, 34) do ponownego wprowadzania spalin do obiegu umieszczony jest bezpośrednio za wylotem komory spalania (36).

6. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że ma zawór (24) do regulacji objętości spalin doprowadzanych do zespołu (28, 29, 30) do mieszania gazu.

7. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że ma dławiący zawór (31) do regulacji natężenia przepływu strumienia gazu podtrzymującego spalanie wpływającego do komory spalania (36).

8. Urządzenie według zastrz. 6 lub 7, **znamiennie tym**, że jeden lub obydwa zawory (24), (31) przystosowane są do regulacji w zależności od zmian obciążenia silnika.

9. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że ma dźwignię (41) połączoną z układem do wtryskiwania paliwa, w celu regulowania natężenia strumienia paliwa wprowadzanego do komory spalania (36).

10. Urządzenie według zastrz. 9, **znamiennie tym**, że ma cięgno (44) łączące dźwignię (41) z zaworem (31) w celu równoczesnej regulacji natężenia strumienia paliwa oraz strumienia mieszaniny gazów podtrzymujących spalanie wprowadzanych do komory spalania (36).

