

F02 b 23/02



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 43158

~~Kl. 46 a², 88~~

46a, 23/02

Inż. Josef Böttger

Praga, Czechosłowacja

Silnik spalinowy z bezpośrednim wtryskiem paliwa i zapłonem przez sprężanie

Patent trwa od dnia 13 lutego 1958 r.

Pierwszeństwo: 27 lutego 1957 r. (Czechosłowacja).

Przedmiot wynalazku stanowi silnik spaliny z bezpośrednim wtryskiem paliwa i zapłonem przez sprężanie, zwłaszcza jednak z takim umieszczeniem wtryskiwacza paliwa względem komory spalania, które zapewnia spalanie bezdymne i bez stuków. Komora spalania, której oś obrotu całkowicie lub prawie całkowicie pokrywa się z osią cylindra, jest utworzona albo w tłoku, albo w głowicy cylindra i jest w ten sposób ukształtowana, że w górnym zwrotnym położeniu tłoka w czasie suwu sprężenia znajduje się w niej prawie całe zassane, potrzebne do spalania powietrze, które przed tym w znany sposób wprawiane jest w ruch obrotowy dookoła osi symetrii komory spalania. W stosunku do osi komory spalania wtryskiwacz jest umieszczony nieco z boku i wtryskuje paliwo na ściankę komory spalania, co najmniej dwoma strumieniami o różnej długości. Kąt między dwoma strumieniami paliwa

jest przy tym tak dobrany, że zawsze jeden ze strumieni paliwa wcześniej, niż drugi, trafia na ścianę komory spalania. Przy więcej, niż dwóch strumieniach paliwa oznacza to, że strumienie te kolejno w czasie stykają się ze ścianką komory spalania w coraz dalszej odległości. Najkrótszy strumień paliwa spryskuje przy tym tylko częściowo górną krawędź komory spalania w bezpośredniej bliskości najgorętszego miejsca ścian komory. Każdy z tych strumieni paliwa, zależnie od konstrukcji i wybranej zasady działania dyszy i pompki paliwowej, daje odpowiednie rozpylenie, rozprzestrzenienie się na ścianie komory spalania po zetknięciu się z nią lub się od niej odbija.

Znane są różne rodzaje komór spalania dla wolnego od stuków spalania bezpośrednio wtryskiwanego paliwa, między innymi znana jest również kulista komora spalania z przyległą walcową szyjką, umieszczona również w osi

cylindra. W tych komorach można uzyskać prawie zupełnie wolne od stuków całkowite spalanie wtrysniętego paliwa przy intensywnie wirującym powietrzu. Całkowite spalanie mieszanki paliwa z powietrzem jest tam zasadniczo zapewnione przez układ strumieni paliwa w komorze spalania, przy którym paliwo wtrysnięte z bezpośredniej bliskości ścianki komory spalania jest na niej układane cieniutką warstwą i oczywiście z większej ilości obok siebie umieszczonych strumieni zapłon rozpoczyna najkrótszy strumień paliwa, po trafieniu na najgorętsze miejsce ścianki komory spalania. Pozostałe strumienie paliwa w chwili, gdy nie powinny jeszcze dosięgać ścianki komory spalania, zostają zapalane od płomienia strumienia zapalającego za pomocą ruchu powietrza w komorze spalania. W tych samych przypadkach (najkrótszy) zapalający strumień, gdy patrzy się w kierunku wpływającego do komory spalania powietrza, umieszczony jest jako pierwszy i to nad innymi strumieniami paliwa, na które przenoszony jest płomień zapalający, zwiewany przez przepływ powietrza.

Znane dotychczas sposoby stosowania prądkowej w istocie zasady stopniowego spalania mieszanki paliwa z powietrzem, po samozapłonie tylko małej części wtrysniętego paliwa i po zdmuchnięciu płomienia zapalającego, przez gwałtowny przepływ powietrza na dalsze strumienie paliwa, mają jednak swoje wady konstrukcyjne. Na skutek wzajemnego położenia strumieni znane komory spalania dla takiego procesu spalania wypadają stosunkowo głębokie i wymagają większych wysokości sprężających tłoków. Wysokie tłoki jednak zwiększają nadmiernie ciężar silnika, co okazuje się szczególnie nieekonomiczne przy silnikach z dużym skokiem, gdy jest on konieczny w celu uzyskania większej prędkości powietrza dla spowodowania tworzenia mieszanki.

Przedmiot wynalazku usuwa tę zasadniczą wadę znanych komór spalania i znanych układów strumieni paliwa w taki sposób, że przy samozapłonie, rozpoczynającym się z bardzo ograniczonego miejsca, ukształtowanego w postaci punktu, umożliwia jest stopniowe spalanie się mieszanki paliwa z powietrzem również w stosunkowo płaskich komorach spalania, tzn. przy małych rozmiarach tłoków. W ten sposób obniża się ciężar silnika i można stosować dla wyższych liczb obrotów i wyższych mocy korzystniejsze stosunki skokowe, jednakże bez ujemnego wpływu na potrzebną

do uzyskania całkowitego spalania optymalną prędkość powietrza w komorze spalania.

Wymienione zalety wynalazku zostały uzyskane przez nowego rodzaju układ strumieni paliwa w specjalnie zmienionej komorze spalania, przy czym za punkt wyjścia przyjęto potwierdzone doświadczalnie stwierdzenie, że strumień paliwa po trafieniu na ściankę komory spalania wówczas najszybciej zapala się, gdy spełnione są następujące warunki:

- a) gdy rdzeń strumienia paliwa trafia tuż pod krawędź komory spalania, na jej najgorętsze miejsce,
- b) gdy mała część powłoki strumienia paliwa spryskuje tę krawędź komory spalania,
- c) gdy ta spryskująca część powłoki strumienia trafia na powierzchnię, która z powierzchnią ścianki komory spalania we wspólnym punkcie spotkania na krawędzi ścianki komory spalania tworzy kąt, mniejszy od 180° oraz
- d) gdy dla tej części paliwa z powłoki strumienia zmienia się przy tym również kierunek powietrza.

O ile chodzi o strumień paliwa lub strumienie paliwa (poza strumieniem zapalającym), to wynalazek wychodzi również z doświadczalnie potwierdzonych stwierdzeń, że strumień paliwa, wtrysnięty na gorącą ściankę, zapala się dopiero po przebyciu z powrotem pewnego odcinka drogi. Należy przy tym zauważyć, że paliwo tak długo rozprzestrzenia się wzdłuż ścianki komory spalania, jak długo trwa wytrysk z dyszy. Po skończeniu wtrysku z dyszy, rozprzestrzenianie się paliwa wzdłuż ścianek komory spalania ustaje, gdyż strumień paliwa szybko zostaje zahamowany w sprężonym powietrzu. Odcinek czasu, w ciągu którego dochodzi do samozapłonu na strumieniu paliwa — zwłaszcza, gdy na strumień ten zostaje wpuszczony, biegnący z dużą prędkością wzdłuż ścianek komory spalania strumień powietrza, jest przy tym zależny od czasu trwania wtrysku oraz od swobodnej długości strumienia, aż do spotkania się go ze ścianką komory spalania. Można stwierdzić doświadczalnie, że bezdymne spalanie wtrysniętego strumienia paliwa tylko wówczas da się uzyskać, gdy strumień ma dostatecznie dużą odległość swobodną i gdy nie jest wtryskiwany z bezpośredniej bliskości na gorącą ściankę komory spalania. W przeciwnym przypadku, już przy wtrysnięciu bardzo małych ilości paliwa powstaje sadza w gazach wylotowych i to nawet przy bardzo intensywnym krążeniu powietrza w komorze spalania

wzdłuż jej ścianek. Powietrze porywa widocznie ze sobą tylko rozpylone lub wyparowane paliwo, a nigdy część rdzenia strumienia, który rozprzestrzenia się na ściance komory spalania. Tam następuje zatem nadmierne wzbogacenie w paliwo strefy powietrznej dokoła miejsca, w którym rdzeń strumienia trafia na ściankę komory spalania, gdy w będącym do rozporządzenia czasie nie może on wystarczająco wyparować. Na skutek wysokiej temperatury ścianki i znacznego nasycenia paliwem omawianej strefy powietrznej, następuje zapłon w wielu miejscach rozprzestrzeniającego się rdzenia strumienia i on powoduje spalanie z wydzielaniem sadzy. A zatem trwające dłuższy czas rozprzestrzenianie się paliwa na ściance komory spalania (tworzenie się tam cienkiej jego warstewki) wyraźnie szkodzi dobroci spalania.

Wyżej wymienione stwierdzenia zostały w następujący sposób wykorzystane przez wynalazek.

Jeżeli krawędź ścianek komory spalania będzie tylko częściowo spryskana i jeżeli ta mała część lepiej rozpylonej powłoki strumienia paliwa trafia przy uderzeniu na powierzchnię o najwyższej temperaturze i przy tym o różnym pochyleniu niż ścianka komory spalania w miejscu spryskania komory spalania to pod wpływem promieniowej składowej przepływu powietrza do komory spalania dojdzie do spiętrzenia paliwa, tzn. do nadmiernego nasycenia w tym miejscu paliwem strefy powietrznej, co w znany sposób prowadzi do szybszego samozapłonu. Mgła paliwa z powłoki strumienia, wtryskiwanego w kierunku przeciwnym do promieniowo do komory spalania wpływającego powietrza, jest przez to powietrze więcej lub mniej spiętrzana, zależnie od pochylenia powierzchni poza krawędzią komory spalania. To znane w istocie wtryskiwanie paliwa w kierunku przeciwnym do przepływu powietrza, zostaje z powodzeniem zastosowane również do uzyskiwania niezawodnego startu silnika w temperaturze zewnętrznej poniżej 0°C, gdyż właśnie przez nadmierne nasycenie paliwem strefy powietrznej zostaje stworzony wstępny warunek dla niezawodnego zapłonu. Pozostała część paliwa strumienia zapalającego, a zwłaszcza jego rdzeń, pada już na ścianę właściwej komory spalania i rozprzestrzenia się tam od miejsca trafienia do coraz zimniejszych obszarów ścianki komory spalania, dzięki czemu zmniejsza się jego skłonność zarówno do odparowywania, jak i do szybkiego zapalania. Na skutek tego uzyskuje się, że samozapalenie rozpoczyna się przede

wszystkim od małej części powłoki strumienia zapalającego, który dokładnie rozpylony, wtrysnięty jest na krawędź ścianki komory spalania. Po zapaleniu się ta mała część paliwa strumienia zapalającego, już jako płomień, za pomocą powietrza, które przy końcu suwu sprężenia z największą prędkością przepływa z przestrzeni nad tłokiem do komory spalania, zostaje zabrana do komory spalania, gdzie zapala ona resztę paliwa tego samego strumienia. Od tego strumienia zapłon rozprzestrzenia się na inne strumienie w komorze spalania, przy czym gwałtowny ruch powietrza ma w tym swój istotny udział. Aby strumienie paliwa nie zapalały się przedwcześnie, zgodnie z wynalazkiem nadano im zarówno dużą swobodną długość jak i kierunek, że nie spryskują one krawędzi komory spalania i przy każdorazowym spotkaniu się ze ścianką komory spalania, dotykają jej w chłodniejszych miejscach.

Na rysunku (fig. 1 i 2) przedstawiono zasadę wspomnianego układu strumieni paliwa 4 i 4' względem ścianki 1 komory spalania, która w przypadku pokazanym na fig. 1 bezpośrednio, tzn. bez powierzchni przejściowej (szyjki) przecina się w postaci ostrej krawędzi 3 z powierzchnią dna 2 tłoka. Z dyszy 5 wtryskiwacza wytryskują, w przypadku pokazanym na fig. 2, strumienie paliwa 4, 4', których osie narysowano liniami punktowymi. Strumień zapalający 4, który pierwszy styka się ze ścianą 1 komory spalania spryskuje pewną część jej powłoki krawędź komory spalania, tzn. krawędź 3 i pozostawia tam wyraźny ślad, oznaczony na dnie tłoka liczbą 6. Rdzeń strumienia w osi strumienia zapalającego 4 — dopóki tłok porusza się w kierunku strzałki 7 w czasie suwu sprężenia — przesuwa się jako odbite i przy udziale ruchu powietrza rozprzestrzenione paliwo wzdłuż ścianki 1 komory spalania w kierunku jej dna.

Zgodnie z wynalazkiem jest wskazane, aby strumienie 4 i 4', wychodzące z dyszy 5 nie umieszczać jeden za drugim lub jeden nad drugim w płaszczyźnie utworzonej przez linie strumieni powietrza, lecz obok siebie w ten sposób, aby po trafieniu na ścianę komory spalania jeden strumień paliwa nie przechodził w strumień sąsiedni. W ten sposób zapobiega się nadmiernej koncentracji paliwa w poszczególnych miejscach ścianki komory spalania i jego ujemnemu wpływowi na spalanie całej mieszanki. Jak to już było wyżej podane, przy wejściu powietrza przepływającego w kierunku strzałek 8 z przestrzeni nad tłokiem do komory spalania, zapala się najpierw część 6 strumienia 4,

o ile spryskuje on krawędź 3 ścianki 1 komory spalania, i zapala się następnie najpierw pozostała część strumienia 4, a następnie również paliwo sąsiedniego strumienia 4'. Powoduje to stopniowe spalanie się wtrysniętego paliwa do komory spalania strumieniami różnej długości. Swobodne długości strumieni paliwa 4, 4' i ewentualnie odległość, jako też kąt między nimi trzeba tak dobrać, aby maksymalna wtrysnięta ilość paliwa odpowiadała mniej więcej stechiometrycznie zassanej ilości powietrza. Przy właściwym zastosowaniu tej podstawowej zasady staje się możliwe, z pomocą ruchu powietrza, odpowiadającego wymiarem komory spalania, zbliżyć się do teoretycznego współczynnika koniecznego nadmiaru powietrza $\lambda = 1$.

Fig. 2 przedstawia podobny układ strumieni paliwa 4 i 4' w stosunku do krawędzi 3 ścianki 1 komory spalania, przy czym jednak komora spalania ma szybką przejściową 1' między ścianką 1 komory spalania a dnem 2 tłoka lub dnem głowicy cylindra. Również w przypadku spryskiwania krawędzi 3 na powierzchni szyjki 1', znów tylko od części 6 strumienia zapalającego 4, a na skutek względnej zmiany kierunku przepływu powietrza w kierunku strzałek 8, na krawędzi 3, a więc w najgorętszych miejscach ścianki komory dochodzi do opisanego już wyżej wzbogacenia mieszanki na skutek spiętrzenia paliwa, a zatem do szybszego jego zapłonu. W przypadku według fig. 2 strumień zapalający nie tryska zatem na dno tłoka, lecz tylko w minimalnej części na szybką przejściową 1', podczas gdy pozostała część jego paliwa skierowana jest wyłącznie do właściwej komory spalania. Przy tym rozwiązaniu według fig. 2 uzyskuje się to samo działanie, jak w poprzednio omówionym rozwiązaniu konstrukcyjnym według fig. 1.

Dla niezawodnego startu silnika również w czasie mrozu układ strumieni, zgodnie z wynalazkiem, stanowi dalszą zaletę dlatego, że strumień 4' lub jeszcze jeden dalszy strumień musi osiągnąć ściankę 1 komory spalania po pewnym odstępie czasu po strumieniu zapalającym. Kąt obydwu ostatnich strumieni daje się w ten sposób dobrać względem osi symetrii komory spalania i że powłoka ostatniego strumienia dotyka tzw. „strefy martwej”, tzn. strefy bez ruchu powietrza dokoła osi komory spalania, w której utrzymuje się najwyższa temperatura sprężania. Tylko ona może zapewnić start silnika również w czasie mrozów. Przy takim starcie inaczej niż w normalnych warunkach

pracy z wysokimi temperaturami ścianek komory spalania, zapala się zatem najpierw paliwo powłoki strumienia z największą swobodną długością i to dopiero po ukończeniu wtrysku, tzn. z dużym opóźnieniem zapłonu. W tych warunkach strumień paliwa w swobodnej przestrzeni komory spalania, tak jakby zatrzymuje się, gdyż przy małych obrotach startu, przy których ruch powietrza w komorze spalania jeszcze jest nieduży i nie wpływa on jeszcze na strumień paliwa.

Za pomocą opisanego urządzenia uzyskuje się podobne dokładne spalanie się mieszanki paliwa z powietrzem jak w silnikach z punktowym zapłonem, tzn. z zapłonem obcym. Z punktu widzenia pracy bez stuków i biegu bezdymnego silnik wysokoprężny według wynalazku jest praktycznie równoważny silnikowi benzynowemu, mając jeszcze tylko zaletę możliwości stosowania różnych rodzajów paliwa.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik spalinowy z bezpośrednim wtryskiem paliwa i zapłonem przez sprężanie, z komorą spalania w kształcie bryły obrotowej, umieszczoną symetrycznie lub prawie symetrycznie względem osi cylindra, albo w dnie tłoka, albo w dnie głowicy cylindra, w której przy końcu suwu sprężania znajduje się prawie całe zassane powietrze, które przed tym w znany sposób wprowadzane zostało w gwałtowny ruch obrotowy dokoła osi i z osadzonym mimośrodowo względem tej komory spalania wtryskiwaczem, do paliwa, działającego co najmniej dwoma strumieniami o różnej długości, znamienne tym, że bardzo mała część (6) paliwa z powłoki najkrótszego (zapalającego) strumienia (4) zostaje wtrysnięta poza krawędzią właściwej komory spalania (1), albo na dno (2) tłoka lub głowicy cylindra, albo też na powierzchnię szyjki przejściowej (1') między komorą spalania i przestrzenią w cylindrze, podczas gdy pozostała część strumienia (4) trafia na ścianę (1) komory spalania tuż pod krawędzią (3), a następny lub następne strumienie paliwa skierowane są wyłącznie na głębsze miejsca pod krawędzią (3) ścianki (1) komory spalania.

2. Silnik spalinowy z bezpośrednim wtryskiem paliwa według zastrz. 1, znamienny tym, że kąt między obydwoma ostatnimi strumieniami paliwa, mierzony w kierunku przepływu powietrza jest w ten sposób dobrany, że najdłuższy strumień paliwa jedną częścią swej powłoki dotyka strefy wokół osi komory

spalania, w której praktycznie nie ma ruchu powietrza.

Inż. Josef Böttger

Zastępca: mgr Józef Kamiński,
rzecznik patentowy

Fig.1

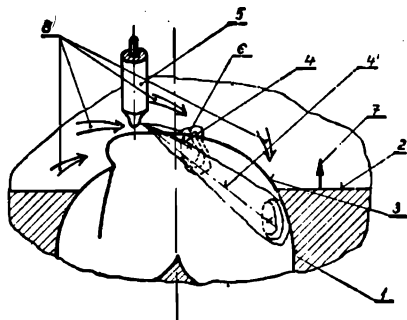


Fig.2

