

F02m, 59/00



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 47541

46c, 59/00
Kl. ~~46 c²~~, 115/03
Kl. internat. F 02 f

Ing. Hermann Papst

St. Georgen/Schwarzwald, Niemiecka Republika Federalna

Silnik spalinowy z okresowym wtryskiem paliwa za pomocą krzywkowej pompy z zeskakującą dźwignią i z akumulującą energię sprężyną

Patent trwa od dnia 18 stycznia 1961 r.

Pierwszeństwo: 18 stycznia 1960 r. (Niemiecka Republika Federalna).

Wynalazek ma na celu syntezę silników spalinowych wybuchowych i wysokoprężnych przez specjalne ukształtowanie i specjalne umieszczenie urządzeń do wtrysku paliwa w silnikach spalinowych. W tym celu paliwo powinno być wtryskiwane do komory spalania za pomocą pompy, zaopatrzonej w ślizgającą się po krzywce, nagle opadającą dźwignię oraz w zaworowe wtryskiwacze szczelinowe, w postaci płaskich strumieni promieniowych o pierścieniowej lub stożkowej powierzchni, przy elektrycznym zapłonie żarowym lub zapłonie wskutek sprężania.

Zaworowe wtryskiwacze szczelinowe były wprowadzane wielokrotnie proponowane, ale nigdy nie znalazły praktycznego zastosowania, ponieważ razem z powszechnie stosowaną pompą wtryskową o napędzie krzywkowym zbyt

mało otwierają się przy rozruchu, a zatem wtryskują wokół paliwo z nierównomiernym jego rozpylaniem. Mają one również skłonności do szybkiego zakokosowywania.

Za punkt wyjścia wzięto stwierdzenie, że dla dobrego rozpylania przy wszystkich liczbach obrotów, zaworowe wtryskiwacze szczelinowe wymagają pomp, które dla zadanych ilości wtryskiwanego paliwa mają znacznie krótszy czas wtrysku, ale za to dają znacznie większe przekroje strumieni wtryskiwanych. Dopiero wówczas uzyskuje się wystarczająco duże otwarcie szczeliny zaworu. Daje to zatem, już przy starcie, powierzchniowy strumień promieniowy przecinający komorę spalania.

Są wprowadzane znane z literatury pompy, w których ślizgające się dźwignie zeskakują z krawędzi krzywki, przez co umożliwiony zo-

staje na ogół niezależny od liczby obrotów, jednakowo silny, ale niejednakowo długo trwający wtrysk. Wszystkie te pompy wyposażone są jednak w stosunkowo ciężkie, częściowo z krążkami pracujące dźwignie i inne części ruchome, tak że wskutek tylko ograniczonych możliwości stosowania akumulujących energię sprężyn, mają one zbyt bezwładność. Nie zezwalają one zatem na dostateczną liczbę obrotów silnika, gdyż wówczas czas wtrysku mierzony w skali kąta obrotu wału wykorbionego, byłby o wiele za długi. Wskutek swej dużej energii kinetycznej, dźwignie i krążki rozklepują krzywki i inne części pompy.

Zaproponowano również urządzenie, w którym zeskakująca dźwignia nagle uderzała w tłoczek pompki, po przebiegnięciu swobodnego odcinka regulowanego. Urządzenie to nie nadaje się jednakże do zastosowania, ponieważ przy kilku setkach atmosfer nadciśnienia działanie uderzającej dźwigni musi w krótkim czasie spowodować spećnienie trzona tłoczka oraz zakleszczenie i unieruchomienie pompy.

Wady te powinny być usunięte dopiero za pomocą umożliwiających poprawne działanie zabiegów według wynalazku. A więc przede wszystkim zeskakująca nagle swym ostrym końcem z krawędzi krzywki dźwignia ślizgowa została ukształtowana jako lekki i sztywny dźwigar lub dźwignia wagi, wykonana z podwójnej teówki lub trójkątnych powiązań, przy bardzo małej masie. Z tą wyjątkowo odporną na zginanie, lekką dźwignią jest na stałe związany trzon tłoczka, na przykład za pomocą zwrotnej sprężyny pomocniczej.

Dzięki wyeliminowaniu jakiegokolwiek luzu, nie zachodzą zatem również żadne uderzenia, podobne do uderzeń młotkiem o tłok i dźwignię.

Specjalne zmniejszenie masy zostało jeszcze osiągnięte przez to, że ślizgająca się dźwignia, a również i akumulująca energię sprężyna, wykonane zostały z utwardzonego dyspersyjnie, wysoko odpornego na zmechanienie materiału, na przykład z berylo-chromoniklowych stopów.

Za pomocą bardzo krótkiego wtrysku impulsowego uzyskane zostaje daleko sięgające, równomierne, drobne rozpylenie paliwa. Ma to jednakże tę wadę, że nagły wtrysk przy małej liczbie obrotów silnika wyraża się przy spalaniu bardzo dużym wzrostem ciśnienia na każdy stopień kąta obrotu wału wykorbionego. Przy wtrysku impulsowym kąt wtrysku w silnikach przy najwyższej liczbie obrotów i pełnym obciążeniu, a również w powszechnie sto-

sowanych silnikach wysokoprężnych, nie powinien przekraczać 40° kąta obrotu wału wykorbionego. Przy całkiem wolnym biegu z częściowym obciążeniem lub przy starcie wynosi jednak ten kąt poniżej około 1° . Wprawdzie przy dużej liczbie obrotów doprowadzanie ciepła odbywa się wówczas jeszcze wystarczająco blisko górnego punktu zwrotnego, to znaczy w korzystnym jeszcze termodynamicznie obszarze. Bardzo małe kąty wtrysku przy niskich liczbach obrotów wymagałyby jednak zbyt szybkiej wymiany energii cieplnej, a zatem „twardego” biegu silnika.

Przy uzupełnieniu wynalazku wady te zostały w ten sposób usunięte, że paliwo zostaje rozpylane za pomocą pierścieniowego wtryskiwacza szczelinowego, w postaci promieniowego strumienia powierzchniowego, płasko ześlizgującego się na powierzchnie ścianek cylindra lub tłoka. Spryskiwanie ścianek za pomocą płasko ześlizgujących się promieniowych strumieni powierzchniowych zostaje wykorzystywane do tego, aby zneutralizować wymienione wyżej wady szybkiego impulsowego doprowadzania paliwa do komory spalania.

Dalsza uzupełniająca cecha znamienna wynalazku polega na tym, że zwłaszcza do natychmiastowego startu impulsowa pompa wtryskowa uruchamia wtryskiwacz zaworowy o pierścieniowej szczelinie, z izolowanym zaworem jako przerywaczem łuku zapłonowego. Wtryskiwacz zaworowy może przy tym również jako styk sterujący wywołać przerywany zapłon wysokonapięciowy, najkorzystniej wraz z elektronicznym urządzeniem wyłączającym.

Po gorącym biegu silnika zapłon może również być wywoływany od rozżarzonej powierzchni komory spalania, aby uzyskać dłuższy czasokres użytkowania urządzenia zapłonowego z zaworowym przerywaczem.

Podzielony wtrysk, z wstępnym wtryskiem małej ilości paliwa przed wtryskiem głównej jego ilości, może znów spowodować „miękki” bieg silnika bez opóźniania zapłonu. Podzielony wtrysk zostaje zrealizowany za pomocą krzywki z kilkoma uskokami. Tego rodzaju uskok uzyskuje się najprościej w ten sposób, że na krzywkę lub na zakleszczoną tuleję sprężynującą zakłada się dalszą tuleję, której krawędź kończy się przed krawędzią tulei pod nią umieszczonej. Za pomocą dobrania odległości tych krawędzi i grubości górnej tulei wyznacza się ilość wstępnie wtryskiwanego paliwa i kąt obrotu wału wykorbionego dla wtrysku głównego.

W celu łatwiejszej zamiany, zużywająca się głównie na krawędzi zeskoku krzywka utworzona jest z zakleszczanego na wałku rozrządczym elementu krzywkowego, na przykład z zaczepianej o rowek wałka rozrządczego tulei sprężynującej. Zużywania się uniknięto przy tym głównie przez to, że koniec dźwigni tworzy w końcu z bieżnią co najmniej bardzo mały kąt z klinem smaru, przejmującym duży nacisk akumulującej energię sprężyny. Smar znajduje się zatem pomiędzy ślizgającymi się po sobie powierzchniami, aż do chwili przyspieszenia zeskakującej dźwigni.

Oprócz zeskakującej dźwigni, również samoprzyspieszająca się masa akumulującej energię sprężyny winna być dobrana jak najmniejsza. W uzupełnieniu wynalazku zostało zatem zaproponowane ukształtowanie akumulującej energię sprężyny jako skręcanego pręta i wykorzystanie go jako osi obrotu dźwigni.

Inne bardzo lekkie wykonanie akumulującej energię sprężyny pompy zostało uzyskane za pomocą małych wydrążonych tłoków, znajdujących się pod wysokim ciśnieniem cieczy. Energia zużywana do przyspieszania tłoków jest wyjątkowo mała, zwłaszcza gdy tłok umieszczony jest bezpośrednio nad węzłem z pęcherzykiem gazowym lub sam zawiera pęcherzyk gazowy, jako najszybszą sprężynę.

Regulacja ilości wtryskiwanego paliwa odbywa się w znany w istocie sposób za pomocą przedstawianych zderzaków, które ograniczają wysokość spadku dźwigni zeskakującej. Wskazane jest, aby zderzaki te były skonstruowane jako wahliwe opory. Są one osadzone na równoległej do wałka rozrządczego, przesuwnej listwie regulacyjnej z łatwo przy przedstawianiu poddającymi się i znów odskakującymi sprężynami w kształcie litery U. Przy przesuwaniu listwy regulacyjnej wysokościowe położenie opór zderzakowych zmienia się w stosunku do kadłuba pompy przez podnoszenie do góry tej listwy na jej pochyłych powierzchniach oporowych.

Wahliwe opory umożliwiają skonstruowanie bardzo wąskiej listwy regulacyjnej. Tłoczki pompy można wskutek tego zbliżyć do wałka rozrządczego. Zeskakujące dźwignie stają się krótsze, sztywniejsze i lepsze.

Opóźnione lub zwolnione spalanie paliwa, rozpylanego na ściany komory spalania, wskutek zwolnionego odgazowania wyrównuje w znacznym stopniu zbyt „twarde” spalanie,

zwłaszcza przy mniejszych obrotach. Na proces ten oddziałuje się przez odpowiednie ukształtowanie i dobranie wymiarów powierzchni natryskiwanych i ich zdolności odprowadzania ciepła.

Za pomocą tych zabiegów według wynalazku, przez które zapewnione zostaje wystarczająca niezawodność działania i szybkość impulsowego wtrysku paliwa oraz elektryczny zapłon początku strumienia, uzyskuje się dobre, całkowite spalanie. Umożliwia to, że graniczne liczby obrotów współczesnych spalinowych silników wybuchowych i silników wysokoprężnych mogą być znacznie rozszerzone w obie strony, a stopień sprężania w tych silnikach może być dowolnie dobierany. Zwłaszcza można konstruować wysokoprężne silniki spalinowe o znacznie mniejszych pojemnościach cylindrów niż dotychczas. Silniki stają się poza tym znacznie bardziej niezależne od temperatury przy rozruchu oraz od właściwości i rodzaju paliwa.

Dalsze szczegóły wynalazku wynikają z dalszej części opisu przykładów wykonania z powołaniem się na rysunek, na którym fig. 1 przedstawia przekrój elementu pompy wtryskowej z wałem rozrządczym o krzywkach z uskokiem, fig. 2 — impulsowo zasilany wtryskiwacz, umieszczony w osi symetrii, pokazanej jako wycinek głowicy cylindra silnika spalinowego, fig. 3 — rzut z góry na element pompy z fig. 1, po zdjęciu pokrywy, fig. 4 — krzywkę z ślizgającą się po niej dźwignią zeskakującą, tuż przed zeskoczeniem, fig. 5 — schemat zapłonu dla czterocylindrowego silnika z wywołaniem impulsu napięcia zapłonowego, przez otwieranie styku zaworowego wtryskiwacza szczelinowego, fig. 6 — krzywkę z uskokiem w częściowym przekroju, z końcem dźwigni i klinem olejowym, fig. 7 — rzut z boku na listwę regulacyjną, z częściowym przekrojem kadłuba pompy, fig. 8 — wykonanie impulsowej pompy wtryskowej z dźwignią, przyspieszaną do góry za pomocą hydraulicznego akumulatora energii i z tłoczkiem, fig. 9 — zaworowy wtryskiwacz szczelinowy, wtryskujący paliwo na ściany cylindra promienistym strumieniem o kształcie stożka, w chłodzonej powietrzem głowicy cylindrycznej, fig. 10 — chłodzoną wodą głowicę cylindra z rozżarzającą się gorącą wkładką w postaci czaszy i również bardzo mocno rozgrzewającą się wkładką w dnie tłoka, wykonaną z ceramiki tlenkowej lub szkła kwarcowego.

Na fig. 1 i 3 przedstawiony jest wał rozrządczy 3, który jest umieszczony w kadłubie 1 pompy z pokrywą 2, obracający się w kierunku pokazanym strzałką, i na którym przewidziane są krzywki 4, dla każdego elementu pompującego. Powierzchnia ślizgowa krzywki składa się z nasadzonej na nią utwardzonej tulei sprężynującej 5, która zabierana jest za pomocą haka 7, umieszczonego w rowku 8 wałka rozrządczego 3. Na tłoczku 10 pompy osadzony jest pierścień kolnierkowy 11, z którym współpracuje zwrotna sprężyna 12, która również utrzymuje tłok 10 w stałym zetknięciu z dźwignią 16. Przewód ssący 9' prowadzi do cylindra w bloku 9 pompy. Zassane podczas ruchu do góry tłoczka 10, paliwo jest tłoczone przez otwory 13, poprzez zawór tłoczny 14 ze sprężyną 14', do przewodu wtryskowego 15 ze złączką 15'.

Tłoczek 10 pompy zostaje wyjątkowo szybko przyspieszany przez dźwignię zeskakującą 16, która jako dźwigar składający się z zespołów trójkątnych lub z podwójnych teówek, zespalanych i utwardzonych dyspersyjnie, lekko i sztywnie wykonana jest z wysoko wytrzymałych części z materiału taśmowego, z rozciąganymi i ściskanymi prętami 16', przy zeskakiwaniu ślizgającego się jej końca 17, za pomocą zasobnika energii w postaci sprężyny 18. Paliwo bardzo szybkimi impulsami zostaje przetłaczane poprzez zawór tłoczny 14 ze sprężyną 14' i przewód 15. Koniec 17' w postaci haka dźwigni zeskakującej jest przytrzymywany w sposób podobny do łożyska nożowego w wybraniu 19 kadłuba 1 pompy.

Na dźwignię zeskakującą naciskają, służące jako zasobnik energii płaskie sprężyny 18, z przesuwającymi się wałeczkami 18' z twardego tworzywa sztucznego. Dźwignia 16 zostaje nagle przyspieszana w dół, skoro tylko ślizgający się jej koniec 17 przekroczy krawędź 6' (5', 4') krzywki 4. Najkorzystniej jest gdy powierzchnie ślizgowe krzywki wykonane są z odpornych na ścieranie, samozakleszczających się tulei sprężynujących 5, 6, a dźwignia zeskakująca 16 i sprężyna 18 — z utwardzonych dyspersyjnie wysokowytrzymałych materiałów, na przykład stopów berylochromoniklowych. Sprężyny 18 są napinane za pomocą śrub 18'' i wkładek 18'''. Za pomocą wąskiej listwy regulacyjnej 20 (fig. 1, 3, 7) nastawia się ilość paliwa, jaka przy każdym uderzeniu pompki jest doprowadzana poprzez przewód 15 do wtryskiwacza 28. Listwa ta opiera się swymi

pochyłymi powierzchniami 22 na współpracujących z nimi pochyłych powierzchniach 21 na bloku 9 pompy. Osiowe przesunięcie listwy regulacyjnej 20 zmienia zatem wysokość podnoszenia dźwigni 16 i opadania jej na płaskie podpory wahlliwe 23. W środkowym położeniu opory te są utrzymywane podatnie za pomocą sprężyn 24 w kształcie litery U. Listwy 25 w kształcie litery U (fig. 7) zapobiegają wypadnięciu ich na bok.

W dnie 26 cylindra (fig. 2) są tuż obok siebie umieszczone: świeca zapłonowa 27 i zaworowy wtryskiwacz szczelinowy 28. Przewód 15 wchodzi do pierścieniowej złączki 29. Izolowany zawór 30 jest stykiem sterującym lub bezpośrednim stykiem przerywającym dla cewki pierwotnego uzwojenia cewki zapłonowej 31 (fig. 5). Przy otwieraniu szczeliny zaworowej przez paliwo, przerwanie prądu wskutek zaniku pola w cewce zapłonowej 31, powoduje iskrę wysokiego napięcia 34 na przyłączonej za pomocą przewodnika 32 świecy zapłonowej 27. Przerwanie prądu przez otwarcie styku 28 i 30 zostaje na tyle opóźnione, że iskra dopiero wówczas powstaje, gdy paliwo znajduje się już w pobliżu miejsca 34 zapłonu.

Dla wstępnego wtrysknięcia małej ilości paliwa, zgodnie z fig. 4, przed uskokiem tulei 5 krzywki umieszczony zostaje nowy uskok, utworzony za pomocą górnej, przesuniętej do tyłu tulei sprężynującej 6.

Fig. 5 przedstawia schemat elektryczny przy zastosowaniu sprzężonych jeden za drugim rozdzielaczy 35 i 36 z ramionami 39, 39' i segmentami 40, 40' (dla czterocylindrowego silnika spalinowego), które sterowane przez otwarcie zaworu przy wypływie paliwa, doprowadzają wyładowanie wysokiego napięcia do świec zapłonowych.

Elektroniczny wyłącznik 37 umożliwia przepływ prądu, skoro tylko wyłącznik 38 jest zamknięty i ramię 39 rozdzielacza stoi na jednym z segmentów 40. Oporność 41 utrzymuje prąd sterujący na poziomie 1/20 prądu zapłonowego z baterii 42. Po otwarciu styku 28, 30 ramię 39 opuszcza zawsze segment 40.

Na fig. 6 koniec 17 dźwigni jest przedstawiony w położeniu tuż przed zeskoczeniem z krawędzi krzywkowej, utworzonej przez zakleszczoną tuleję sprężynującą 5. Koniec ten jest nieco cofnięty w stosunku do krawędzi wałka rozrządczego 3, 4. Pomiedzy spodnią stroną końca 17 dźwigni 16 i tuleją sprężynującą 5 tworzy się bardzo ostry kąt, który otacza noś-

ny klin smaru 102 z oleju maszynowego. Ta poduszka olejowa utrzymuje na umiarkowanym poziomie zużywanie się krawędzi 5' i 4', również przy przyspieszaniu dźwigni 16.

Według fig. 7 płaska listwa regulacyjna 20 spoczywa za pomocą pochyłych powierzchni 22 na współpracujących z nią powierzchniach 21 w bloku 9 pompy. W wycięciach listwy 20 są osadzone wahliwe podpory 23, które za pomocą sprężyn 24 w kształcie litery U są utrzymywane w środkowym położeniu. Przy przedstawianiu listwy regulacyjnej, podpory 23 nieco się poddają i przeslizgują po dźwigniach 16, a w listwie 20 — na sprężynach 24. Skoro tylko dźwignia 16 zostanie podniesiona przez tuleję 5, podpory 23 przeskakują znów do położenia środkowego. Zakleszczone na listwie regulacyjnej 20 kabłąki 25 w kształcie litery U, zabezpieczają elementy 23 i 24 od bocznych przesunięć w listwie 20.

Na fig. 8 cylinder pompy, jako wymienna tuleja 51, jest zamocowany w kadłubie 1 za pomocą tulei dociskowej 52, na podkładkach regulacyjnych 53. W tulei 52 jest również umocowana rura 15 ze swą złączką 54 za pomocą wydrążonej śruby 55 i podkładki uszczelniającej 56. Dzięki temu stają się jednocześnie dostępne elementy 14 i 14' zaworu. Skoro tylko górna krawędź tłoczka 10 przekroczy górną krawędź bocznej szczeliny w tulei 51, następuje sprężanie zamkniętego oleju i zostaje on wytłoczony przez przewód 15. Tłoczek 10 pompy zostaje wyjątkowo szybko uruchamiany przez dźwignię 16, za pomocą hydraulicznego sprężynowania cylindra ciśnieniowego 101 w kadłubie 1 pompy. Najkorzystniej jest gdy cieczą pod ciśnieniem 102 jest olej smarujący silnika spalinowego. We wspólnej ścianie kadłuba 1 i cylindra ciśnieniowego 101 są wprasowane tuleje 103. Szczelnie dopasowany tłoczek 106 jest wydrążony w celu uzyskania możliwie małej jego masy. W tłoczku 106 znajduje się pęcherzyk 105 gazu (powietrza lub azotu), drugi pęcherzyk gazu może być zamknięty w cienkościennym wężu 104, który jest całkowicie odciążony. Pęcherzyk gazu ma ze wszystkich sprężystych materiałów najmniejszą masę. Układ ten mógłby poprawnie pracować również bez pęcherzyka gazu. Olej wykonuje jedynie małe przepływy na wszystkie strony przy przyspieszaniu do góry tłoczka 10. Średnia droga uderzenia olejowej masy sprężynującej jest bardzo mała. Działa ona proporcjonalnie do drugiej potęgi szybko zmniejszającej się prędko-

ci. Energia masy oleju 102 w kociolku 101 jest zatem mała. Przegubowy koniec 17' dźwigni waha się w kabłąku 19, wprasowanym w kadłubie 1 pompy.

Przeciekający przez tłoczek 106 olej może spływać z powrotem przez otwór 90. Przez tłoczek 10 paliwo wcale nie przecieka do oleju smarującego, gdyż w przestrzeni 9' panuje podciśnienie.

Przedstawiony na fig. 9, zaopatrzony w żebra 26', chłodzony powietrzem cylinder 26 tworzy z tłokiem 110 komorę spalania. Wtryskiwacz 28 jest wkręcony na gwint 28' w intensywnie chłodzone dno cylindra. Żebra chłodzące 26' utrzymują temperaturę w wymaganych granicach. Wtrysnięte przez zawór 30 paliwo, w postaci promieniowego strumienia powierzchniowego, trafia ślizgając się na stożkową ścianę cylindra i rozpyla się jako opadająca para. Z powierzchni ścianki 26 warstwa paliwa jest zabierana przez powietrze znajdujące się w komorze spalania. Spalanie odbywa się zatem stopniowo a nie wybuchowo, również wówczas gdy zachodzi natychmiastowy zapłon początku strumienia.

Na fig. 10 jest przedstawiona, osadzona w cylindrze wkładka 112 w postaci czaszy, która na przykład wykonana jest z żaroodpornej blachy. Jej odległość od ścianki 26 jest jednakże tak mała, że żaden strumień paliwa nie dostaje się poza czaszę 112, która może być zamocowana na przykład za pomocą złączki 115. Złączka zaopatrzona jest wówczas w gwint wewnętrzny do wkręcenia wtryskiwacza 28.

Przeciwnie niż na fig. 9, temperatura czaszy 112 może stać się tak wysoka, że co najmniej na zewnętrznym brzegu zachodzi żarzenie się. Wytrysnięte w miejscu 30 i promieniowo rozprzestrzeniające się paliwo może następnie ześlizgiwać się wzdłuż ścianek, chronione od bezpośredniego zetknięcia się ze ścianką przez gazową powłokę, utworzoną zgodnie ze zjawiskiem Leidenfrost. Parowanie powierzchniowego strumienia, rozprzestrzeniającego się bardzo cienką warstwą w postaci małych kropelek, odbywa się następnie bez rozkładu. Dzięki temu można uniknąć koksowania się i tworzenia się sadzy w gazie paliwowym. Żarzenie się czaszy 112 jest jeszcze przez to polepszone, że tłok 110 zaopatrzony jest w denko wykonane ze złe przewodzącego ciepło, niewrażliwego na zmiany temperatury, krawędzi 114 z ceramiki tlenkowej lub materiału podobnego. Nadaje się do tego celu również szkło kwarcowe, które

już proponowane było do technicznych celów pomiarowych, dla krótkich obserwacji spalania (Bowditch, patent USA nr 2919688). Do niezawodnego sposobu pracy silnika spalinowego i nadającego się do produkcji jego wykonania, zostało zaproponowane zamocowanie krążka dennego 114 za pomocą walcowego skurczu. Zachodzi wówczas również działanie kompensujące rozszerzania cieplnego tłoka 110 w stosunku do cylindra 26, za pomocą krążka ceramicznego 114. W pracy silnika krążek ten żarzy się na dużej powierzchni środkowej. Ułatwia to zapłon i szybkie spalanie oraz umożliwia mniejsze sprężanie, niż dotychczas konieczne jest w wysokoprężnych silnikach spalinowych. Silniki takie nie trzeba już tak ciężko konstruować, a wskutek mniejszego przechodzenia ciepła spalania do ścianek, silniki te mogą zatem równie ekonomicznie pracować, jak zwykłe wysokoprężne silniki spalinowe.

Czasza 112 z izolującą odległością 113 umożliwia chłodzenie wodne cylindra 26. Paliwo jest doprowadzane do wtryskiwacza 28 poprzez przewód 15 i złączkę 29.

Zawór 30 jest całkowicie elektrycznie izolowany i połączony poprzez rozdzielacz 35 z segmentami 40 i cewkę zapłonową 31 z baterią 42. Ramię 39 rozdzielacza w postaci ślizgającej się szczotki przewodzi prąd poprzez segmenty metalowe 40 do każdego z wtryskiwaczy. Przełączanie może również odbywać się w taki sposób, że w każdym doprowadzeniu 32 do styku w zaworze, umieszczona jest cewka zapłonowa 31. Przewidziany jest również kondensator 33, aby przerwanie prądu dopóty opóźnić, dopóki szczelina w miejscu 30 nie wypełni się paliwem. Wówczas dopiero powstaje w komorze spalania łuk w wyniku przerwania prądu, na zewnętrznych powierzchniach skrajnych zaworu 30. Powierzchnie uszczelniające gniazda zaworu pozostają zatem przez długi czas szczelne.

W celu przedłużenia czasokresu użytkowania dyszy zaworowej z wywołującym iskrę stykiem przerywanym, można uzyskiwać odciążenie od przepływu prądu w taki sposób, że po rozgrzaniu się elementów 112 i 114 po pewnym okresie pracy silnika, prąd zapłonowy zostaje wyłączony za pomocą wyłącznika 38, w danym przypadku samoczynnie.

Kondensator 33 może mieć niedużą pojemność i może powodować bardzo nieduże opóźnianie, aby nie osłabiać łuku z wyładowania. Zawór 30 musi być zatem bardzo lekki, bardzo szybko otwierany za pomocą dużego ciś-

nienia i przyspieszenia przy impulsowym wtrysku paliwa oraz musi napełniać szczelinę paliwem, zanim napięcie prądu znacznie się obniży. Również rozdzielanie paliwa jest wówczas dobre, ponieważ dysza szczelinowa nie wywołuje dużego tarcia w szczelinie, gdyż zostaje ona wystarczająco szybko otwierana. Według Hagen-Poissonille'a opór zależy od trzeciej potęgi wysokości szczeliny. Promieniowy strumień przebiega się bardzo dobrze również przy małej ilości paliwa i małej liczbie obrotów. Zgodnie ze schematem przedstawionym na fig. 5, zawór 30 może być również odciążany od energii zapłonu za pomocą elektrycznego wyłącznika.

Tak samo jak na fig. 2, wtryskiwacz 28 może być wkręcany za pomocą swej części gwintowanej 28' do chłodzonego cylindra 26. Przewodnictwo cieplne zwojów gwintu jest bardzo dobre. Wtryskiwacz 28 nie uzyskuje wcale wyższej temperatury niż ściana cylindra. Ciepło, które przenika do niewielkiej powierzchni czołowej 30 zaworu, zostaje zwracane przez wprowadzane paliwo z powrotem do komory spalania. Wtryskiwacz zaworowy jest zatem utrzymywany w umiarkowanej temperaturze. Uniknięto tu również tworzenia się pęcherzyków pary i powodowanych przez nie zakłóceń.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik spalinowy z okresowym wtryskiem paliwa za pomocą krzywkowej pompy z zeskakującą dźwignią i z akumulującą energię sprężyną, znamieny tym, że zeskakująca dźwignia (16) wykonana jest z podwójnych profili teowych lub trójkątnych zespołów w sposób sztywny i lekki, przy czym tłoczki pompy (10) są na stałe połączone z zeskakującymi dźwigniami (16), a ślizgający się koniec (17) dźwigni (16), przynajmniej z ostatnią częścią bieżni krzywki (4), tworzy bardzo mały kąt dla pomieszczenia klina olejowego, przenoszącego siłę naciskającą akumulującą energię sprężyny (18).
2. Silnik spalinowy według zastrz. 1, znamieny tym, że wskutek swej małej masy, znacznie przyspieszana przez akumulującą energię sprężyny (18) dźwignia zeskakująca (16) i związany z nią tłoczek (10) pompy, krótkim impulsem, trwającym mniej więcej jedną milisekundę, wtryskuje poprzez wtryskiwacz szczelinowy do komory spalania paliwo, w postaci płaskiego

- strumienia promieniowego o pierścieniowej lub stożkowej powierzchni.
3. Silnik spalinowy według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że pompa z zeskakującą dźwignią, za pomocą wtryskiwacza szczelinowego (28), rozpyla powierzchniowy strumień paliwa w sposób płasko ześlizgujący się na powierzchnię ścianki tłoka (110) lub cylindra (26), w krótkim impulsie o zmienianych czasach trwania.
 4. Silnik spalinowy według co najmniej jednego z zastrz. 1—3, znamieny tym, że pompa z zeskakującą dźwignią (16) tak szybko otwiera za pomocą uderzenia paliwa elektrycznie izolowany zawór wtryskiwacza szczelinowego, na początku tworzenia się płaskiego strumienia o powierzchni pierścieniowej, że przerwanie prądu nie powoduje wcale szkodliwej erozji powierzchni gniazda zaworowego.
 5. Silnik spalinowy według zastrz. 1—4, znamieny tym, że styk zaworowy wtryskiwacza szczelinowego (28) steruje oddzielnym elektrycznym wyładowaniem zapłonowym, najkorzystniej poprzez elektroniczny wyłącznik (37).
 6. Silnik spalinowy według zastrz. 1—5, znamieny tym, że równolegle do styku zaworowego wtryskiwacza szczelinowego (28) włączony jest kondensator (33), który opóźnia przerwanie prądu podczas uzupełniania szczeliny wtryskiwacza (28) przez ostry koniec strumienia paliwa.
 7. Silnik spalinowy według zastrz. 1—6, znamieny tym, że zaworowy wtryskiwacz szczelinowy (28), w celu zapobiegania tworzeniu się pęcherzyków pary paliwa, połączony jest z chłodzoną ścianką (26) cylindra za pomocą odprowadzającego ciepło wkrętu.
 8. Silnik spalinowy według zastrz. 1—7, znamieny tym, że zasobnik mocy ukształtowany jest w postaci obracającej się sprężyny płaskiej (18) i jednocześnie w postaci czopa oporowego (18') dźwigni zeskakującej (16).
 9. Silnik spalinowy według zastrz. 1—7, znamieny tym, że sprężony czynnik (102) w zbiorniku ciśnieniowym (101), wyposażonym w lekki tłoczek, służy jako hydrauliczny, akumulujący energię element sprężynujący.
 10. Silnik spalinowy według zastrz. 1—9, znamieny tym, że ilość wtryskiwanego paliwa regulowana jest przez zmianę skoku tłoczenia tłoczka (10) pompy, za pomocą wahliwych podpór zderzakowych (23) zeskakujących dźwigni (16), które to podpory są podnoszone do góry przy wzdłużnym przesuwie listwy regulującej (20).
 11. Silnik spalinowy według zastrz. 1—10, znamieny tym, że dla rozdzielonego na dwa etapy wtrysku paliwa, krzywki zaopatrzone są w wzajemnie przesunięte krawędzie (5', 6'), z których zeskakuje dźwignia (16).
 12. Silnik spalinowy według zastrz. 1—11, znamieny tym, że bieżnie krzywek utworzone są przez wymienne tuleje sprężynujące (5).
 13. Silnik spalinowy według zastrz. 1—12, znamieny tym, że zeskakujące dźwignie (16) i akumulujące energię sprężyny (18) mają zmniejszone przyspieszające impulsy masy przez wykonanie ich z materiałów o dobrej wytrzymałości zmęczeniowej, na przykład z ulepszonych przez utwardzenie dyspersyjne stopów berylochromnikowych.
 14. Silnik spalinowy według zastrz. 1—13, znamieny tym, że jest zaopatrzony w czasową wkładkę (112), umieszczoną w małej odległości, z zachowaniem szczeliny oddzielającej, przed ścianą (26) komory spalania, tak że wkładka ta osiąga temperaturę około 340°C lub wyższą i wtrysnięte paliwo zostaje odparowywane bez koksowania się, przy wykorzystywaniu zjawiska Leidenfrosta.
 15. Silnik spalinowy według zastrz. 1—14, znamieny tym, że gorąca ściana wykonana jest z ceramiki tlenkowej, na przykład ze szkła kwarcowego, tlenków aluminium i innych, i jednocześnie tworzy lub pokrywa dno tłoka lub cylindra.

Ing. Hermann Papst

Zastępca: inż. Zbigniew Kamiński
rzecznik patentowy

