



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 27.V.1963 (P 101 712)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 5.I.1967

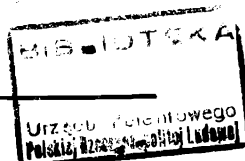
Kl.

46c, 53/02
~~46c, 115/03~~

MKP

F 02 *m* 53/02
m

UKD



Twórca wynalazku

i

mgr inż. Jan Gajewski, Gdańsk (Polska)

Właściciel patentu

**Sposób zasilania silnika spalinowego, wielopaliwowego
z zapłonem samoczynnym oraz układ zasilania do stosowania tego
sposobu**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób zasilania silnika spalinowego, wielopaliwowego, z zapłonem samoczynnym oraz układ zasilania do stosowania tego sposobu. Silnik tłokowy, wyposażony w układ zasilania, według wynalazku jest niewrażliwy na rodzaj spalanego paliwa węglowodorowego, umożliwia pracę przy niższych stopniach sprężania w cylindrze przy wysokim średnim ciśnieniu efektywnym, oraz pozwala na stosowanie lżejszej konstrukcji i wyższych prędkości obrotowych silnika. Silnik tłokowy wyposażony w układ zasilania według wynalazku wyróżnia się ponadto mniej hałaśliwą pracą i bezdymnym spalaniem.

Znany jest sposób zasilania częściowo eliminujący zjawisko stuku zapłonowego oraz dymienia w silnikach wysokoprężnych przy którym silnik wyposażony w układ zasilania odznacza się bardzo niskim poziomem hałasu pochodzącego od spalania, a równocześnie spalaniem bezdymnym, oraz niewrażliwością na rodzaj spalanego paliwa. W komorze spalania silnika, zaopatrzonego w układ zasilania według tego sposobu, ilość par paliwa wytworzonych w okresie opóźnienia samozapłonu jest bardzo mała, nawet gdy opóźnienie samozapłonu jest duże z powodu czy to niskiej temperatury silnika, czy to zastosowania paliwa o wysokiej liczbie oktanowej.

Mały stopień stężenia par paliwa w komorze spalania w okresie opóźnienia samozapłonu wpływa na łagodny przebieg spalania, zwłaszcza w je-

2

go okresie początkowym. Taki przebieg procesu spalania zrealizowano w tym układzie zasilania przez nakładanie wtryskiwanej dawki paliwa jednym lub kilkoma odpowiednio skierowanymi strumieniami w postaci błonki na stosunkowo zimną ściankę komory spalania, ukształtowanej w formie kulistego zagłębienia w środku denka tłoka. W silniku zaopatrzonym w ten układ zasilania wtrysk paliwa odbywa się w ten sposób, że możliwie mała ilość doprowadzonego paliwa zostaje odbita od ścianki komory spalania.

Utrzymanie intensywnego ruchu wirowego powietrza dookoła osi cylindra poprzez cały okres tworzenia się mieszanki oraz spalania ma decydujące znaczenie dla prawidłowego naniesienia paliwa w postaci błonki na ścianki komory spalania a następnie dla stopniowego odparowywania tej błonki paliwa ze ścianek w fazie gazowej. Warunek taki nie zawsze jest łatwy do zrealizowania i ogranicza zakres stosowalności tego układu. Wadą tego układu jest jego nieprzydatność w silnikach wysoko doładowanych, pracujących z dużym nadmiarem powietrza. Zastosowanie znanego układu zasilania do silników szybkoobrotowych, o obrotach nominalnych w granicach od 1000 do 2700 obr/min jest obecnie również jedynie w stadium badań. Istotną cechą sposobu zasilania według wynalazku oraz układu zasilania do stosowania tego sposobu w silniku spalinowym jest takie przygotowanie termiczne paliwa, aby każda jego

cząsteczka, wchodząca w skład dawki wtryskiwanej do komory spalania silnika, pozostawała w fazie ciekłej aż do chwili wypłynięcia z dyszy wtryskiwacza, oraz aby możliwie duża liczba wtrysniętych cząsteczek paliwa przechodziła w fazę gazową natychmiast po wypłynięciu z dyszy wtryskiwacza.

Opóźnienie zapłonu molekuly paliwa w stanie gazowym uzależnione będzie jedynie od czasu, w którym w jej otoczeniu znajdzie się dostateczna ilość cząsteczek tlenu. W celu spełnienia takich warunków parametry termodynamiczne cząstek paliwa w chwili pojawienia się ich w komorze spalania muszą być następujące: ciśnienia paliwa (P_{pal}) nie niższe od ciśnienia krytycznego tego węglowodoru, wchodzącego w skład spalanego paliwa, którego ciśnienie krytyczne jest najwyższe ($P_{kr\ max}$). Z literatury wiadomo, że:

$$P_{kr\ max} \leq 50\ at$$

Jeśli urządzenie dozujące paliwo do komór spalania silnika będzie takiego typu, że nie następuje w nim wzrost ciśnienia, to ciśnienie paliwa w układzie zasilania musi być w takim przypadku wyższe co najmniej o 20% od ciśnienia powietrza w komorze spalania w chwili początku wtrysku (P_c), a więc:

$$P_{pal} \geq 1,2 \cdot P_c$$

Temperatura paliwa w chwili wypłynięcia z dyszy wtryskiwacza (t_{pal}) nie może przekraczać temperatury krytycznej tego węglowodoru, wchodzącego w skład spalanego paliwa, którego temperatura krytyczna jest najniższa ($t_{kr\ min}$).

A więc:

$$t_{pal} \leq t_{kr\ min}$$

Ten warunek powoduje, że nie wszystkie cząsteczki paliwa we wtryskiwanej dawce zostaną odparowane natychmiast po opuszczeniu dyszy wtryskiwacza. Również pewna ich liczba nie osiągnie w chwili opuszczania wtryskiwacza temperatury samozapłonu. Zakładając, że w skład spalanego paliwa będzie wchodził również n-heksan można przyjąć, że temperatura, do której paliwo zostanie wstępnie podgrzane, nie może przekroczyć 230°C. Wszystkie węglowodory, w których liczba atomów węgla w cząsteczce będzie większa od 7 osiągną przy temperaturze 230°C temperaturę samozapłonu. W paliwach normalnie stosowanych do silników z zapłonem samoczynnym udział procentowy takich węglowodorów jest przeważający.

Proces udzielania pozostałym cząstkom dodatkowego ciepła, potrzebnego do odparowania w komorze spalania silnika przebiegnie bardzo szybko kosztem ciepła dostarczonego od palących się już w ich sąsiedztwie par paliwa, jak również od powietrza w komorze, którego temperatura z reguły przewyższa temperaturę początkową (podgrzania wstępnego) tych cząsteczek. Przygotowanie termiczne paliwa przez wstępne podgrzanie go przed podaniem do komory spalania do temperatury około 180°C (lub wyższej — w zależności od właściwości fizyko-chemicznych paliwa) ma na celu, poza znacznym zredukowaniem opóźnienia zapłonu, również wyeliminowanie reakcji

wstępnych spalania, które w silnikach ze znanymi układami zasilania są przyczyną stuku zapłonowego, oraz częściowo dymienia.

Sposób spalania według wynalazku uniemożliwia powstawanie reakcji wstępnych spalania z dwu powodów: brak jest bowiem w komorze spalania kropelek, na których mogłyby powstać warstwa nadtlenuków, oraz brak dostatecznej ilości czasu, w którym mogłyby się one wytworzyć.

Brak dostępu powietrza w czasie podgrzewania paliwa w podgrzewaczu nie pozwala na powstanie rozpadu termicznego paliwa w układzie paliwowym. Natychmiastowe, lub bardzo szybkie przechodzenie cząstek wtrysniętego paliwa z fazy cieczy do fazy gazu, oraz zapłon par paliwa natychmiast po wymieszaniu z dostateczną ilością tlenu uniemożliwia nastąpienie rozpadu termicznego paliwa w komorze spalania. W takich warunkach spalania silnik staje się, teoretycznie, niewrażliwy na rodzaj spalanego paliwa węglowodorowego. Przy zastosowaniu opisanego według wynalazku sposobu zasilania silnika, proces spalania charakteryzują następujące cechy:

Bardzo małe opóźnienie zapłonu. Wynika to z bardzo krótkiego czasu, który upływa od chwili pojawienia się cząsteczki paliwa w komorze spalania do chwili jej zapłonu, nawet w przypadku gdy silnik jest zimny, lub gdy zostało użyte paliwo o wysokiej liczbie oktanowej.

Bardzo krótki okres spalania nieregulowanego. Jest to bezpośrednim skutkiem minimalnej akumulacji paliwa w komorze spalania.

Brak efektów dźwiękowych w postaci stuku zapłonowego. W sposobie zasilania silnika, zaopatrzonego w układ zasilania według wynalazku, przyczyną braku stuku zapłonowego jest „miękki” przebieg spalania, osiągnięty nie tylko przez krótki okres opóźnienia zapłonu, lecz również na skutek niewystępowania reakcji wstępnych spalania. W sposobie zasilania silnika według wynalazku okres spalania regulowanego zależy teoretycznie tylko od czasu wtryskiwania paliwa do komory spalania. Okres dopalania jest również bardzo krótki z uwagi zarówno na szybkie spalanie wtryskiwanych cząstek paliwa jak i na nie tworzenie się kopcia. Brak tworzenia się kopcia wynika tutaj z faktu, że nie ma kropelek paliwa, na powierzchni których mogłyby powstać reakcje powodujące jego tworzenie się na skutek stosunkowo długiego przebywania w atmosferze lokalnego niedomiaru tlenu i produktów spalania sąsiednich cząstek. Przebieg ciśnienia spalania przy stosowaniu układu zasilania według wynalazku charakteryzuje się nieznacznym wzrostem ciśnienia w bardzo krótkim okresie spalania nieregulowanego. W okresie spalania regulowanego następuje wzrost ciśnienia, którego wielkość $\frac{dP}{dt}$ zależy od intensywności wtrysku. W celu zrealizowania opisanego powyżej sposobu zasilania w silniku spalinowym, zastosowany został układ zasilania według wynalazku działający następująco: paliwo zostaje dostarczone do układu poprzez pompę zasilającą.

Podgrzanie paliwa do żądanej temperatury następuje w dwustopniowym podgrzewaczu, którego część niskotemperaturowa ogrzewana jest gazami wylotowymi z silnika, zaś część wysokotemperaturowa stanowi komorę spalania, do której powietrze jest dostarczane przez dmuchawę, a paliwo, przez oddzielną pompę zasilającą. Układ zasilania wyposażony jest w urządzenia utrzymujące ciśnienie i temperaturę podgrzanego paliwa na żądanym, stałym poziomie. Aparatura zabezpieczająca układ zasilania według wynalazku składa się z urządzeń zabezpieczających przed nadmiernym (stałym, lub chwilowym), spadkiem ciśnienia paliwa w układzie, co mogłoby spowodować powstawanie tzw. korków parowych, przed nadmiernym wzrostem ciśnienia paliwa, oraz przed przedostawaniem się podgrzanego paliwa do „zimnych” części układu. Wszystkie elementy układu zasilania, przez które przepływa gorące paliwo są izolowane cieplnie. Urządzenia dozujące podgrzane paliwo do komór spalania silnika, oraz sterujące punkty początku i końca wtrysku są specjalnym typem pompowtryskiwaczy, napędzanych przez wał krzywkowy. Mogą być również użyte znane już pompowtryskiwacze.

Silnik spalinowy tłokowy, w którym zastosowano układ zasilania umożliwiający przeprowadzenie sposobu pracy według wynalazku, wyróżnia się: możliwością spalania paliw o różnych liczbach oktanowych względnie cetanowych, możliwością stosowania różnych stopni sprężania, bezdymnym spalaniem przy różnych obciążeniach i różnych stopniach nagrzania silnika, niskim poziomem hałasu pochodzącego od spalania na skutek braku stuku zapłonowego i efektów akustycznych, wywołanych przewlekłym spalaniem, mniejszym ciężarem i większą trwałością z powodu mniejszych i bardziej równomiernych obciążeń mechanicznych układu tłokowo-korbowego, oraz dużą niezależnością jakości procesu spalania od intensywności zawirowania powietrza w komorze spalania. Ta ostatnia właściwość wynika z faktu, że w układzie zasilania według wynalazku, cząsteczki paliwa nabywają dodatkowo energii kinetycznej w czasie procesu gwałtownego przechodzenia z fazy cieczy w fazę pary oraz, że paliwo miesza się z tlenem w fazie pary.

Układ zasilania według wynalazku może być zastosowany: w silowniach okrętowych, wyposażonych w silniki spalinowe wolnobieżne; w silowniach okrętowych wyposażonych w zespoły napędowe, składające się z kilku silników szybkoobrotowych, przy czym system podgrzewaczy paliwa wraz z aparaturą regulacyjną może być wspólny dla całego zespołu, oraz w silowniach wyposażonych w napędowy układ bezkorbowy i w lokomotywach spalinowych dużej mocy.

Korzyści ekonomiczne, wypływające z zastosowania układu zasilania według wynalazku polegają na niższych kosztach budowy silników i ich eksploatacji, oraz na możliwości stosowania elastycznej gospodarki paliwowej przez przedsiębiorstwa żeglugowe. W przemyśle okrętowym korzyści polegają na możliwości budowania statków z silownikami o niskim poziomie hałasu, wyposażonych

mi w silniki szybkoobrotowe, lub średnioobrotowe produkcji krajowej.

Przykład wykonania układu zasilania według wynalazku jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu zasilania z podgrzewaczem, aparaturą regulacyjną, urządzeniami zabezpieczającymi i osprzętem w zastosowaniu do silnika tłokowego z zapłonem samoczynnym, a fig. 2 przekrój regulatora zasilania, jednego z zasadniczych członów układu regulacyjnego.

W przykładzie wykonania wynalazku przedstawionym na rysunku, paliwo ze zbiornika 1 po oczyszczeniu i odpowietrzeniu, zostaje doprowadzone poprzez zawory odcinające 16 do pomp paliwowych 2 i 3, zasilających układy paliwowe silnika i podgrzewacza paliwa. Pompa zasilająca podgrzewacz może być napędzana z obcego źródła. Pompa zasilająca układ paliwowy silnika może być napędzana zarówno przez sam silnik jak również ze źródła obcego.

Praca tej pompy nie musi być uzależniona w żaden sposób od pracy silnika, może ona pracować również wtedy gdy silnik, który zasila jest wyłączony. Ciśnienie tłoczenia pompy zasilającej silnik, musi być wyższe od ciśnienia panującego w „gorącej” części układu zasilania przy włączonym podgrzewaniu. Z pompy zasilającej silnik, paliwo dostarczone jest do regulatora zasilania układu paliwowego silnika 14 i 15, którego zadanie polega na samoczynnym utrzymywaniu nastawionego ciśnienia paliwa w „gorącej” części układu zasilania na stałym poziomie, niezależnie od temperatury paliwa w tej części układu ani obciążenia silnika. Poprzez regulator zasilania układu paliwowego silnika, paliwo przedostaje się do części niskotemperaturowej podgrzewacza paliwa 4. Ta część podgrzewacza ogrzewana jest gazami wylotowymi z silnika. Paliwo zostaje tutaj podgrzane do temperatury zależnej od obciążenia silnika. Temperatura podgrzania paliwa w podgrzewaczu niskotemperaturowym $(t_{pal})_{nt}$ nie może przekroczyć wartości:

$$(t_{pal})_{nt} \leq 0,7 t_{krmin}$$

Część wysokotemperaturowa podgrzewacza 5 stanowi wymiennik ciepła, ogrzewany paliwem dostarczonym przez pompę 3 i palnik 8. W podgrzewaczu tym paliwo służące do zasilania silnika zostaje podgrzane do temperatury, której stała, wybrana wysokość, regulowana jest precyzyjnie przez regulator temperatury 9. Regulator temperatury, pracujący na zasadzie termostatu, działa za pośrednictwem serwowatora na zawór dławiący 10, którego wielkość otwarcia wpływa na ilość paliwa ogrzewającego podgrzewacz, a więc na ilość wywiązywanego w nim ciepła. W podgrzewaczu wysokotemperaturowym paliwo zasilające silnik zostaje podgrzane do temperatury (t_{pal}) , której wysokość jest bliska, lecz zawsze niższa od temperatury krytycznej tego węglowodoru, wchodzącego w skład paliwa, którego temperatura krytyczna jest najniższa (t_{krmin}) , a więc:

$$t_{pal} = 0,9 t_{krmin} \pm 3\%$$

W celu wyjaśnienia rozwiązania zagadnienia technicznego, według wynalazku, zostaną podane jako przykład temperatury, i ciśnienia, jakie winny panować w układzie zasilania według wynalazku w przypadku zastosowania paliw o różnych własnościach fizyko-chemicznych.

Rodzaj paliwa	Przybliżona, najwyższa temperatura podgrzewania paliwa w podgrzewaczu niskotemperaturowym ($t_{pal}n t$)	Najwyższa, dopuszczalna temperatura podgrzewania paliwa w podgrzewaczu wysokotemperaturowym (t_{pal})	Najniższe, dopuszczalne ciśnienie paliwa w części ogrzewanej układu zasilania (P_{pal}) min
Benzyna	około 125° C	177° C	50 at
olej napędowy	około 210° C	300° C	30 at

Regulator temperatury jest również tym członem układu zabezpieczającego układ zasilania według wynalazku, który uniemożliwia powstawanie w nim tzw. korków parowych na skutek przekroczenia temperatury krytycznej paliwa ($t_{kr min}$). W celu uzyskania szybkiej zmiany temperatury w podgrzewaczu wysokotemperaturowym pod wpływem sygnału z regulatora temperatury, podgrzewacz ten musi posiadać małą bezwładność cieplną. Z podgrzewacza, paliwo zostaje doprowadzone przewodem izolowanym cieplnie do urządzenia dozującego wielkość dawki wtryskiwanej do komory spalania silnika, oraz sterującego punkty początku i końca wtrysku. W układzie zasilania według wynalazku jest to napędzany przez wałek krzywkowy 7 pompowtryskiwacz 6 typu konwencjonalnego lub typu specjalnego, w którym nie następuje wzrost ciśnienia paliwa.

W układzie według wynalazku, każdy pompowtryskiwacz jest wyposażony w kompensator pulsacji ciśnienia 11 wywołanych pracą pompowtryskiwaczy. Zadanie kompensatora ciśnienia polega na niedopuszczaniu do powstawania korków parowych w układzie zasilania na skutek lokalnego spadku ciśnienia paliwa. Kompensator pulsacji ciśnienia 11 jest to cylinderek, w którym znajduje się tłok obciążony sprężyną.

Tłok ten znajduje się w początkowym położeniu równowagi, jeśli na dolną jego powierzchnię działa siła, pochodząca od ciśnienia paliwa nastawionego przez regulator zasilania 14, 15, a na górną, siła pochodząca od nacisku odpowiednio napiętej sprężyny. Z chwilą, kiedy na skutek pracy pompowtryskiwacza nastąpi, pod wpływem siły bezwładności, gwałtowne przerwanie słupa cieczy w samym wtryskiwaczu, lub w sąsiadującym z nim odcinku przewodu, powstała luka zostanie natychmiast wypełniona przez ciecz wypływającą ze zmniejszającego swoją objętość cylindera kompensatora. Przyrost objętości w czasie powstającej luki $\left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)_l$ nie może być większy od $\left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)_c$ wypełniającej ją cieczy. Tłoczek kompensatora

zajmie nowe położenie równowagi, lecz w całej „gorącej” części układu zasilania nastąpi pewien spadek ciśnienia paliwa. W skutek dużej wartości stosunku objętości paliwa w układzie, do objętości wypełniającej lukę w słupie cieczy, taki jednorazowy spadek ciśnienia jest niewielki w porównaniu ze spadkiem ciśnienia, powodującym zadziałanie regulatora zasilania w formie otwarcia przepływu paliwa z pompy zasilającej do układu zasilania. Działanie to nastąpi w przypadku gdy ciśnienie w układzie z wielkością np.:

$$P_{pal} = 1,5 P_c$$

zmaleje do wielkości

$$P_{pal} = 1,3 P_c$$

przy założeniu, że

$$1,3 \cdot P_c \geq P_{kr max}$$

Odpowietrzanie układu zasilania następuje za pomocą zaworu 13. Zatrzymywanie silnika następuje przez otwarcie zaworu 12 uruchamianego ze stanowiska manewrowego. Gorące paliwo z układu odprowadzane jest wówczas do zbiornika po schłodzeniu w chłodnicy paliwa 17.

Chłodnica paliwa 17 służy również do schładzania tych porcji paliwa, które zostają skierowane z powrotem do zbiornika przez regulator zasilania w przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia w „gorącej” części układu. Fig. 2 przedstawia na przykładzie wykonania, sposób działania regulatora zasilania. Jego zadanie polega na utrzymywaniu w układzie zasilania, stałego, wybranego ciśnienia paliwa niezależnie od jego temperatury i obciążenia silnika. Regulator zasilania składa się z tłoczka sterującego 19, obciążonego, za pomocą popychacza 20, siłą pochodzącą od ugięcia sprężyn 21 i 22. Tłoczek sterujący 19 pod wpływem spadku ciśnienia paliwa w komorze „P₂” poniżej nastawionej wartości (P_{pal})₂ przesuwa się w cylindrze 18 do położenia, w którym możliwy jest przepływ paliwa z przestrzeni „P₁”, do której dopływa paliwo z pompy, o ciśnieniu wyższym niż (P_{pal})₂, do układu zasilania. Przy ponownym wzroście ciśnienia paliwa w układzie zasilania nieco powyżej wartości (P_{pal})₂, dopływ paliwa z pompy zostaje odcięty przez tłoczek 19. Przy dalszym wzroście ciśnienia paliwa w układzie, osiągnie ono pewną określoną wartość ciśnienia, równą (P_{pal})₂ + (ΔP_{pal})₂ przy którym tłoczek 19 przesunie się do położenia, w którym zostanie otwarty upust paliwa z układu zasilania, poprzez chłodnicę do zbiornika. Gdy tłoczek sterujący 19 znajduje się w takim położeniu, że przepływ paliwa z pompy do układu zasilania jest zamknięty, ciśnienie paliwa w komorze „P₁” wzrośnie po pewnym czasie do wartości (P_{pal})₁ + (ΔP_{pal})₁.

Wtedy tłoczek 24 zaworu przelewowego, na który działa, za pośrednictwem popychacza 25 siła nacisku sprężyn 26 i 27, przesuwa się do położenia, w którym zostanie otwarte bezpośrednie połączenie pompy paliwowej ze zbiornikiem. Nastąpi przepływ paliwa pod ciśnieniem określonym siłą nacisku sprężyn na tłoczek 24. Napinanie wstępne sprężyn 21, 22, 26, 27 odbywa się za po-

mocą śrub regulacyjnych 23 i 29. Pompa paliwowa musi dawać ciśnienie wyższe od ciśnienia $(P_{pal})_2 + (\Delta P_{pal})_3$, t.zn. od takiego ciśnienia w układzie zasilania, które spowoduje przesunięcie tłoczka 19 do położenia, w którym przelot z pompy paliwowej do układu jest całkowicie otwarty. W czasie, gdy silnik i pompa paliwowa nie pracują, tłoczek sterujący 19 i zawory przelewowe 24 opierają się o pierścienie oporowe 28. W tym położeniu przelot paliwa z pompy paliwowej do układu zasilania jest otwarty, a obydwie przeloty do zbiornika zamknięte.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zasilania silnika spalinowego, wielopaliwowego z zapłonem samoczynnym, z podgrzewaniem paliwa w fazie cieczy i bez dostępu powietrza przed wtrysnięciem do komory spalania silnika, **znamienny tym**, że paliwo podgrzewa się do temperatury nie wyższej niż temperatura krytyczna tego węglowodoru, wchodzącego w skład spalanego paliwa, którego temperatura krytyczna jest najniższa, a podgrzanie paliwa następuje przy ciśnieniu nie niższym niż ciśnienie krytyczne tego węglowodoru, wchodzącego w skład spalanego paliwa, którego ciśnienie krytyczne jest najwyższe, przy czym korzystne jest podgrzewanie paliwa w dwu etapach kolejnych: wstępnym, do temperatury zależnej od konstrukcji i obciążenia silnika nie wyższej jednak niż około 125°C gdy spalana jest benzyna, lub 210°C gdy spalany jest olej napędowy i wyrównującym, do temperatury nie wyższej niż 177°C dla benzyny lub 300°C dla oleju napędowego, lub oleju ciężkiego.
2. Układ zasilania silnika spalinowego, wielopaliwowego do stosowania sposobu zasilania sil-

nika według zastrz. 1, **znamienny tym**, że urządzenie do podgrzewania paliwa posiada dwie wyodrębnione części, t.j.: podgrzewacz niskotemperaturowy (4) i wysokotemperaturowy (5), przy czym podgrzewacz niskotemperaturowy jest ogrzewany gazami wylotowymi z silnika, a podgrzewacz wysokotemperaturowy paliwem z oddzielnego źródła.

3. Układ zasilania według zastrz. 2, **znamienny tym**, że na każdym wtryskiwaczu umieszczony jest kompensator pulsacji ciśnienia (11) w celu zabezpieczenia układu przed powstawaniem korków parowych na skutek pracy wtryskiwaczy.
4. Układ zasilania według zastrz. 2, **znamienny tym**, że posiada regulator temperatury podgrzania paliwa (9), regulujący ilość ciepła dostarczanego w jednostce czasu do paliwa w podgrzewaczu wysokotemperaturowym, w zależności od temperatury paliwa na wylocie z podgrzewacza wysokotemperaturowego w celu utrzymania w układzie stałej, wybranej temperatury podgrzania paliwa.
5. Układ zasilania według zastrz. 2, **znamienny tym**, że zaopatrzony jest w regulator utrzymujący w układzie stałe, wybrane ciśnienie paliwa, niezależnie od jego temperatury i obciążenia silnika, w którym jednym z dwu cylindereków wykonanych w korpusie (18) umieszczony jest tłoczek sterujący (19) obciążony za pośrednictwem popychacza (20) siłą napięcia sprężyn (21) i (22), których napięcie wstępne jest nastawiane śrubą regulacyjną (28), natomiast w drugim cylinderekku znajduje się zawór przelewowy tłoczkowy, którego tłoczek (24) jest obciążony za pośrednictwem popychacza (25) siłą napięcia sprężyn (26) i (27), których napięcie wstępne jest nastawiane śrubą regulacyjną (29).

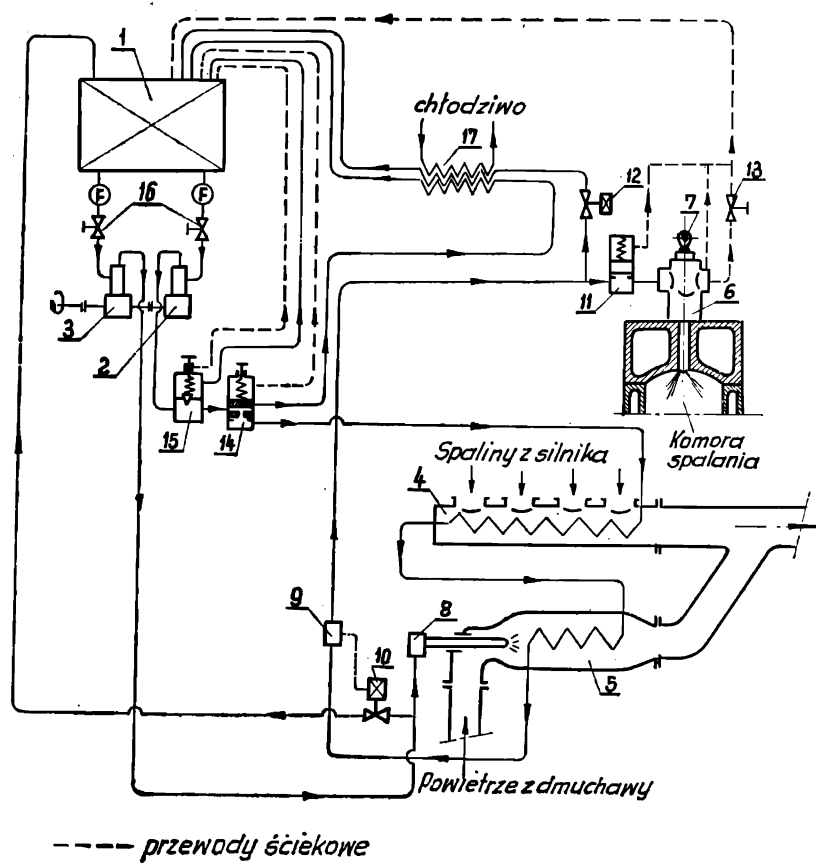
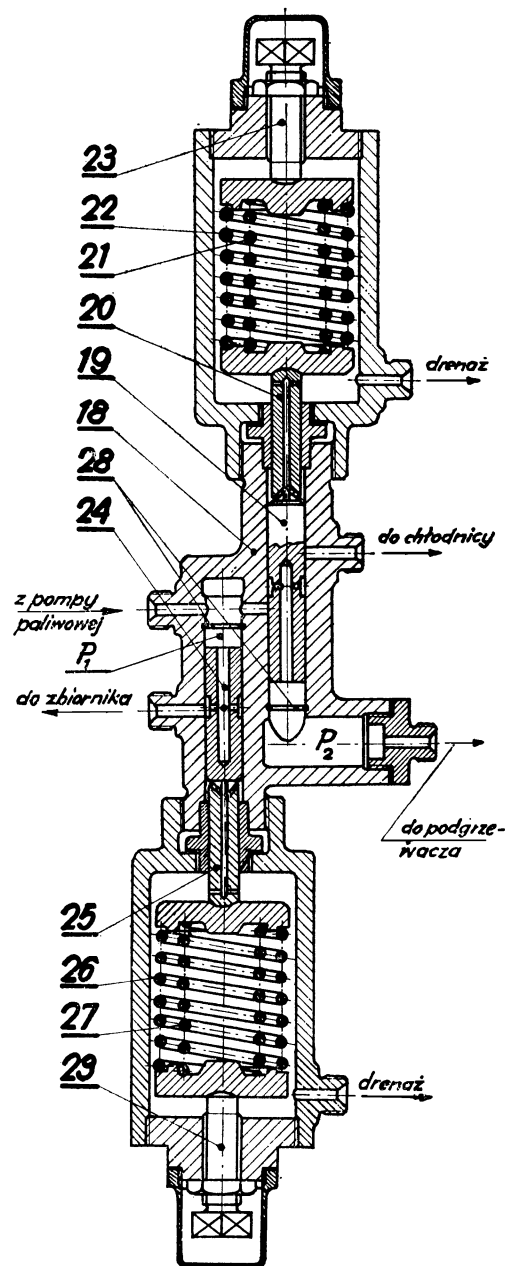


Fig. 1.

*Fig. 2*