



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Adam Sabiniok

Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym 723[04].Z1.05

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:
mgr Stanisław Kołtun
mgr inż. Jan Kania

Opracowanie redakcyjne:
mgr inż. Adam Sabiniok

Konsultacja:
mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].Z1.05 Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu mechanik pojazdów samochodowych.

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Mechaniczne układy wtryskowe	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	26
4.1.3. Ćwiczenia	26
4.1.4. Sprawdzian postępów	29
4.2. Elektronicznie sterowane układy wtryskowe z pompami rozdzielaczowymi EDC	30
4.2.1. Materiał nauczania	30
4.2.2. Pytania sprawdzające	35
4.2.3. Ćwiczenia	36
4.2.4. Sprawdzian postępów	39
4.3. Pompowtryskiwacze UI/UP	40
4.3.1. Materiał nauczania	40
4.3.2. Pytania sprawdzające	43
4.3.3. Ćwiczenia	43
4.3.4. Sprawdzian postępów	45
4.4. Zasobnikowe układy wtryskowe Common Rail	46
4.4.1. Materiał nauczania	46
4.4.2. Pytania sprawdzające	50
4.4.3. Ćwiczenia	50
4.4.4. Sprawdzian postępów	51
5. Sprawdzian osiągnięć	52
6. Literatura	57

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w nabywaniu umiejętności z zakresu wykonywania montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – podstawowe wiadomości teoretyczne niezbędne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia, czy już opanowałeś treści zawarte w rozdziałach,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć – przykładowy zestaw zadań i pytań. Pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas zajęć i że nabyłeś wiedzę i umiejętności z zakresu tej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

Z rozdziałem „Pytania sprawdzające” możesz zapoznać się:

- przed przystąpieniem do rozdziału Materiał nauczania – poznając wymagania wynikające z zawodu, a po przyswojeniu wskazanych treści, odpowiadając na te pytania sprawdzisz stan swojej gotowości do wykonywania ćwiczeń,
- po opanowaniu rozdziału „Materiał nauczania”, by sprawdzić stan swojej wiedzy, która będzie Ci potrzebna do wykonywania ćwiczeń.

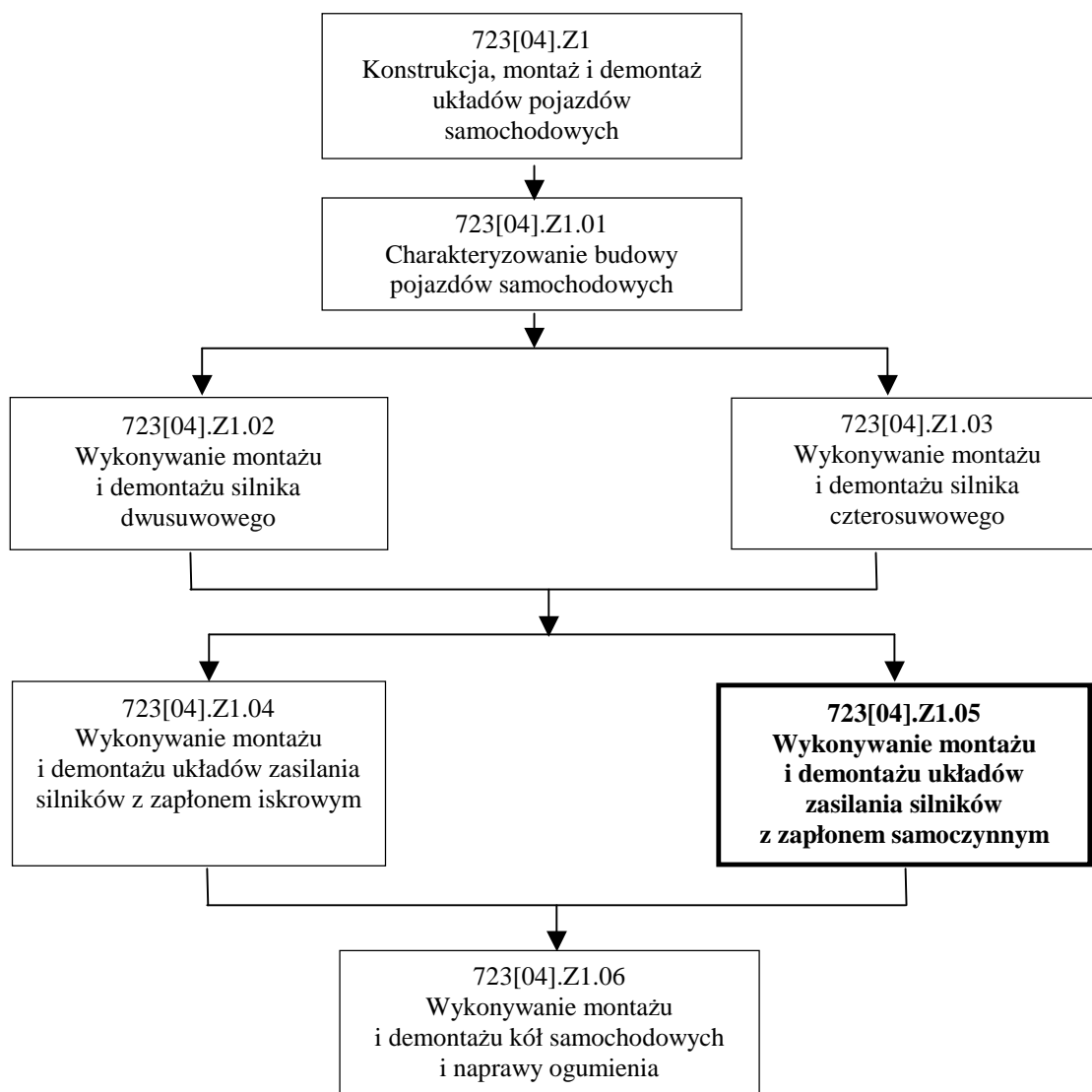
Kolejny etap to wykonywanie ćwiczeń, których celem jest uzupełnienie, utrwalenie wiadomości i ukształtowanie umiejętności z zakresu wykonywania montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym.

Po wykonaniu zaplanowanych ćwiczeń, sprawdź poziom swoich postępów wykonując Sprawdzian postępów.

Odpowiedzi „Nie” wskazują luki w Twojej wiedzy, informują Cię również, jakich zagadnień jeszcze dobrze nie poznałeś. Oznacza to także powrót do treści, które nie są dostatecznie opanowane.

Poznanie przez Ciebie wszystkich lub określonej części wiadomości będzie stanowiło dla nauczyciela podstawę przeprowadzenia sprawdzenia poziomu przyswojonych wiadomości i ukształtowanych umiejętności. W tym celu nauczyciel może posłużyć się zadaniami testowymi.

W poradniku jest zamieszczony sprawdzian osiągnięć, który zawiera przykład takiego testu oraz instrukcję, w której omówiono tok postępowania podczas przeprowadzania sprawdzianu i przykładową kartę odpowiedzi, w której, w przeznaczonych miejscach zakresł właściwe odpowiedzi spośród zaproponowanych.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyjaśniać podstawowe prawa i zasady mechaniki technicznej, termodynamiki i elektrotechniki,
- rozróżniać części maszyn,
- rozróżniać zasadnicze zespoły samochodu,
- wykonywać demontaż i montaż silnika dwusuwowego,
- wykonywać demontaż i montaż silnika czterosuwowego,
- przestrzegać zasady bezpiecznej pracy, przewidywać zagrożenia i zapobiegać im,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- selekcjonować, porządkować i przechowywać informacje,
- współpracować w grupie,
- oceniać własne możliwości sprostania wymaganiom stanowiska pracy i wybranego zawodu,
- organizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami ergonomii.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyjaśnić budowę oraz zasadę działania układu zasilania silnika z zapłonem samoczynnym,
- wyjaśnić budowę i zasadę działania pompy zasilającej, pompy wtryskowej rzędowej i rozdzielaczowej oraz wtryskiwacza,
- zdemontować pompę zasilającą, pompę wtryskową rzędową i rozdzielaczową na części,
- rozróżnić elementy pompy zasilającej, wtryskowej rzędowej i rozdzielaczowej,
- wyjaśnić zasadę działania pompy zasilającej, wtryskowej rzędowej i rozdzielaczowej oraz rozróżnić rodzaje napędu,
- określić warunki montażu pompy zasilającej, wtryskowej rzędowej i rozdzielaczowej,
- dokonać montażu pompy zasilającej, wtryskowej rzędowej i rozdzielaczowej,
- dokonać demontażu wtryskiwacza,
- określić warunki montażu wtryskiwacza,
- dokonać montażu wtryskiwacza,
- scharakteryzować właściwości materiałów konstrukcyjnych, stosowanych na części układu zasilania silnika z zapłonem samoczynnym,
- zastosować przepisy bhp i ochrony ppoż. na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Mechaniczne układy wtryskowe

4.1.1. Materiał nauczania

Początki silnika wysokoprężnego (z zapłonem samoczynnym) sięgają roku 1897, wtedy to Rudolf Diesel przystąpił do produkcji swego silnika.

Zasilanie tego silnika polegało na wtryskiwaniu za pomocą sprężonego powietrza lekkiego oleju napędowego do wysoko sprężonego powietrza.

Cechą charakterystyczną silnika z zapłonem samoczynnym (ZS) jest wewnętrzne przygotowanie mieszanki paliwowo-powietrznej oraz zapłon własny (samozapłon) przy temperaturze $T=700-900^{\circ}\text{C}$ i ciśnieniu $p=5,5\text{ MPa}$. Stopień sprężania silników ZS wynosi 14–22.

Warunkiem uzyskania w silniku wysokoprężnym samozapłonu jest właściwe rozpylenie paliwa. Szczytowe ciśnienie paliwa w przewodach wtryskowych wynosi kilkadziesiąt megapaskali. Nieprawidłowe rozpylenie wtrysniętego paliwa oraz niedostateczne wymieszanie paliwa z powietrzem jest powodem przewlekłego i niecałkowitego spalania. Dobrze przygotowana mieszanina palna powinna odznaczać się odpowiednim rozdrobnieniem dawki paliwa na cząstki o możliwie małej i jednakowej średnicy oraz równomiernym rozprowadzeniem paliwa w całym ładunku powietrza. Za przygotowanie mieszanki palnej w komorze spalania odpowiedzialny jest układ zasilania silnika.

We wszystkich układach wtryskowych silników ZS występują dwie zasadnicze części:

- niskociśnieniowa,
- wysokociśnieniowa.

W skład części niskociśnieniowej, czyli układu podającego, wchodzi:

- zbiornik paliwa,
- filtr główny,
- pompa podająca,
- przewody paliwowe.

W skład części wysokociśnieniowej wchodzi:

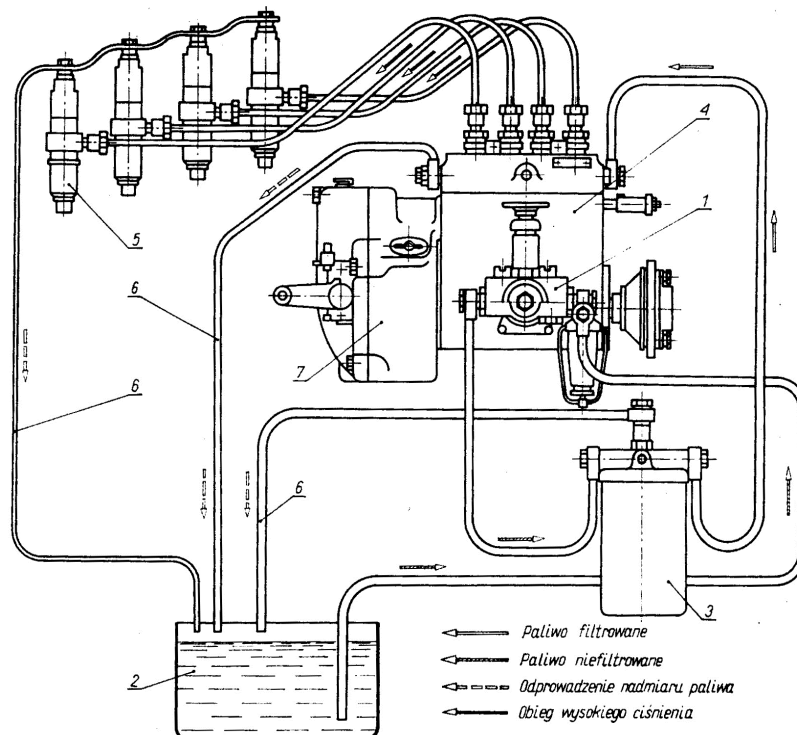
- pompa wtryskowa,
- wtryskiwacze,
- przewody paliwowe.

Olej napędowy jest zasysany ze zbiornika pompą zasilającą mocowaną na zewnątrz pompy wtryskowej w pompie rządowej lub wewnątrz pompy wtryskowej w pompie rozdzielaczowej. Płynące paliwo przepływa przez umieszczony przed pompą filtr chroniący układ wtryskowy przed zanieczyszczeniami oraz zbierającą się w układzie wodą. Z filtru dokładnego oczyszczania olej napędowy jest doprowadzany do komory zasilania pompy wtryskowej i poprzez elementy tłoczące tłoczony przewodami wtryskowymi do wtryskiwaczy. Pompa zasilająca tłoczy większą ilość paliwa niż silnik potrafi go zużyć, dlatego część paliwa jest odprowadzana poprzez zawór przelewowy umieszczony w pompie wtryskowej lub w filtrze paliwa przewodem powrotnym do zbiornika. Nadmiar paliwa z wtryskiwaczy odprowadzany jest najczęściej razem z paliwem z pompy wtryskowej.

Napęd pompy wtryskowej musi być zsynchronizowany z obrotami wału korbowego, dlatego jest on odbierany z napędu układu rozrządu.

Pompy rządowe często są napędzane poprzez sprzęgło zębate tulei przestawiacza wtrysku, a rozdzielaczowe, podobnie jak układ rozrządu, łańcuchem rozrządu, paskiem zębatym lub kołami zębatymi.

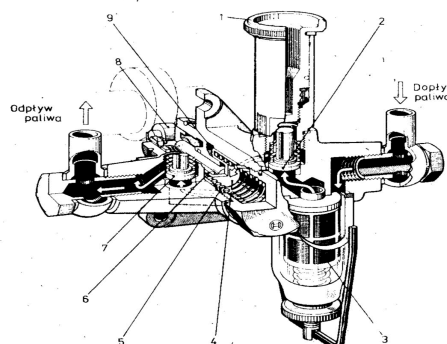
Schemat układu wtryskowego z pompą rzędowną (szeregową)



Rys. 1. Schemat układu zasilania silnika z zapłonem samoczynnym: 1) pompa zasilająca, 2) zbiornik paliwa, 3) filtr paliwa, 4) pompa wtryskowa, 5) wtryskiwacze, 6) przewody przelewowe, 7) regulator prędkości obrotowej [8, s. 168].

Elementy składowe układu zasilania ZS

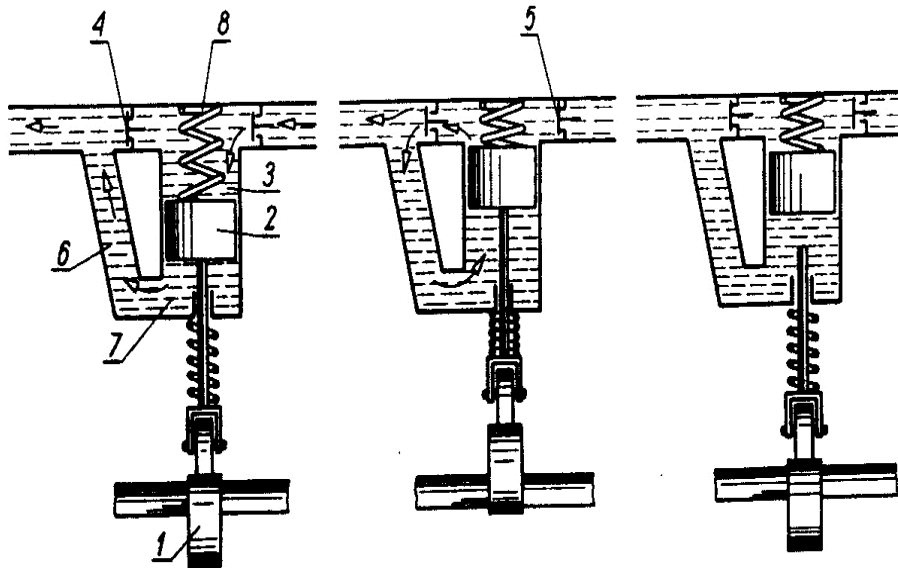
Pompa zasilająca – podaje paliwo ze zbiornika do pompy wtryskowej. W rzędowych pompach wtryskowych najczęściej jest stosowana pompa zasilająca typu tłoczkowego, przykręcona bezpośrednio do pompy wtryskowej. W pompach rozdzielaczowych pompa zasilająca jest zintegrowana z pompą wtryskową. W niektórych pojazdach są stosowane również pompy zasilające typu przeponowego. Pompy tłoczkowe mogą być pojedynczego lub podwójnego działania.



1. pompa ręczna,
2. zawór ssący,
3. filtr wstępny,
4. komora ssania,
5. sprężyna tłoka,
6. tłok,
7. zawór tłoczny,
8. popychacz rolkowy,
9. komora tłoczenia.

Rys. 2. Tłoczkowa pompa zasilająca [3, s. 44].

Ruch tłoczka ku górze wymusza krzywka wałka, powodując przetłaczanie paliwa do komory zasobnikowej poprzez samoczynne zawory. Ruch w dół następuje samoczynnie pod naciskiem sprężyny powodując zasysanie nowej dawki paliwa. Wydajność pompy zasilającej przekracza 6–8 razy zapotrzebowanie pompy wtryskowej, ciśnienie tłoczenia wynosi od 100 do 200 kPa.

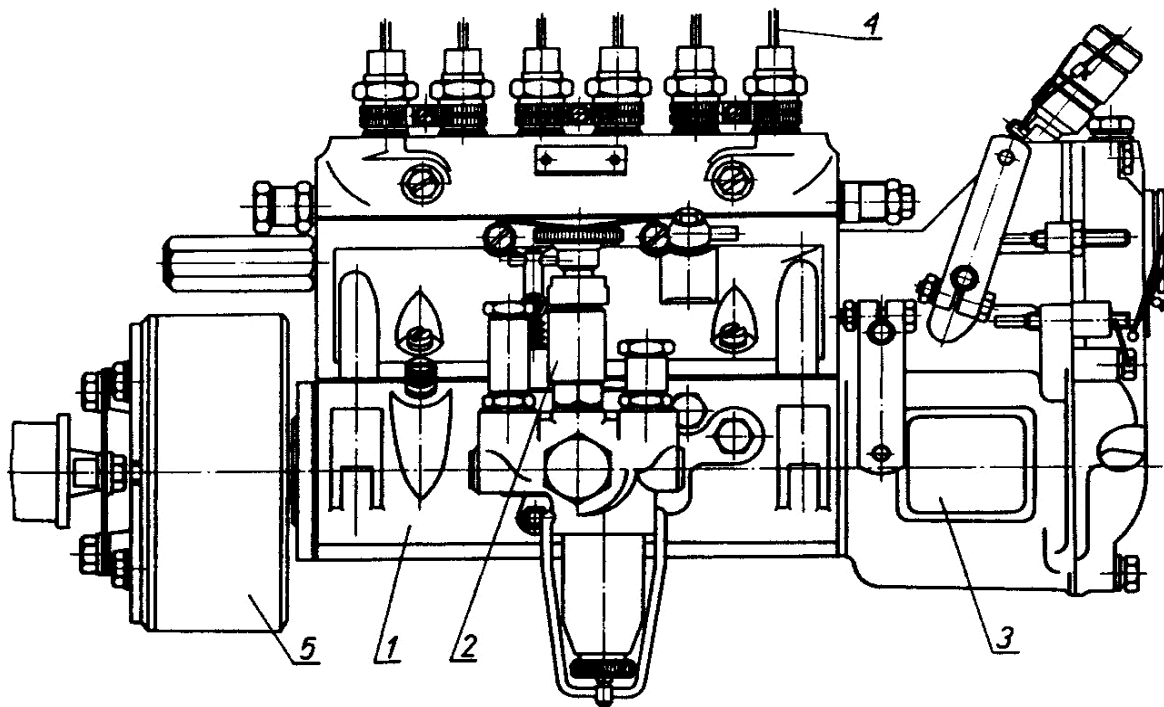


Rys. 3. Schemat działania pompy zasilającej: 1) krzywka, 2) tłoczek, 3) komora, 4, 5) zawory, 6) kanał, 7) zasobnik, 8) sprężyna [8, s. 169].

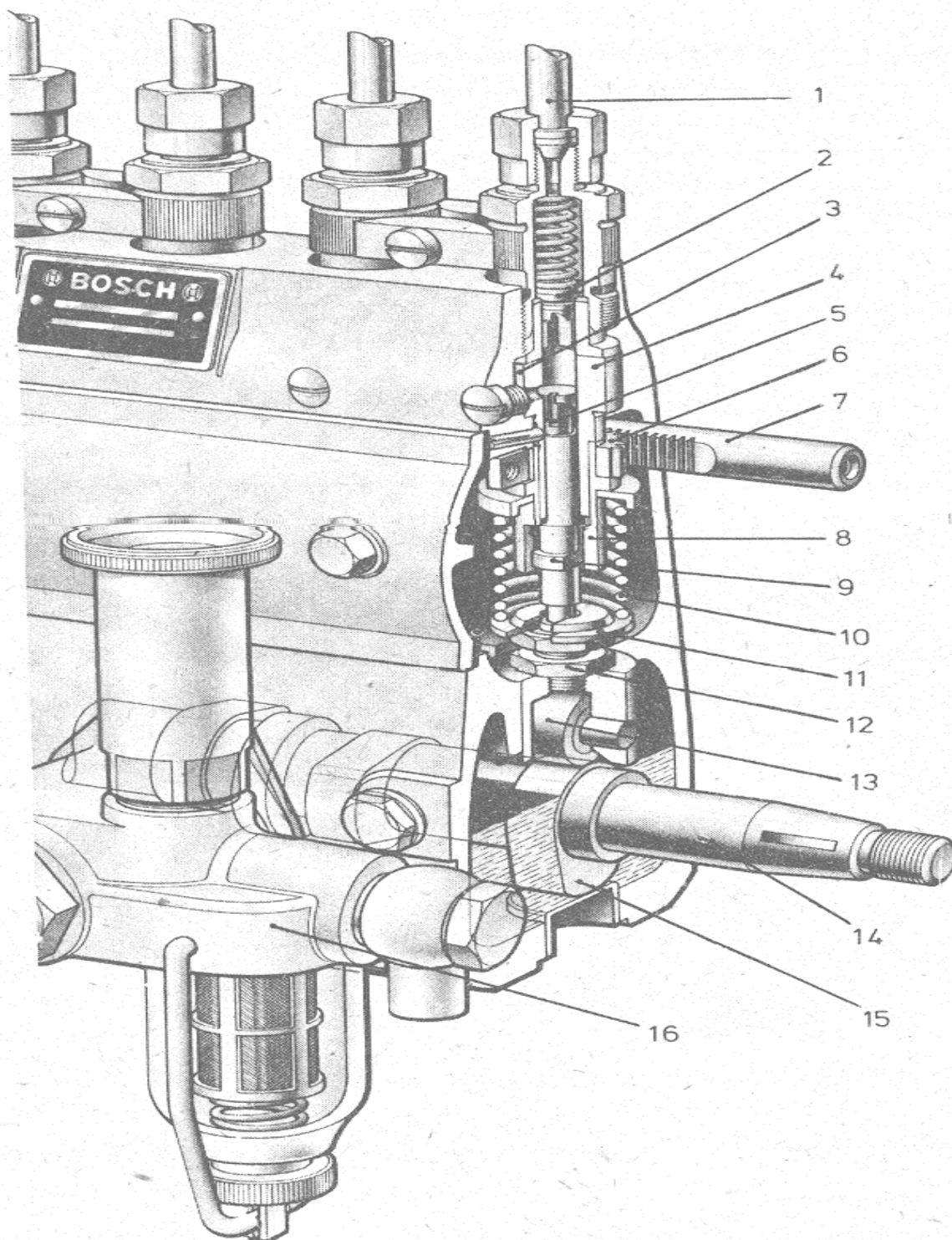
Rzędowe pompy wtryskowe

W skład pompy rzędowej wchodzi:

- wałek krzywkowy,
- popychacz rolkowy ze sprężyną powrotną,
- sekcje tłoczące,
- mechanizm sterujący.

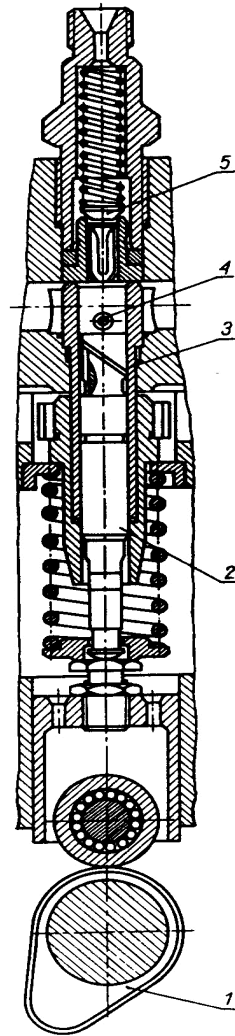


Rys. 4. Rzędowa pompa wtryskowa: 1) pompa wtryskowa, 2) pompa zasilająca, 3) regulator prędkości obrotowej, 4) przewody wysokociśnieniowe (wtryskowe), 5) przestawiacz kąta wtrysku [8, s. 171].



Rys. 5. Elementy składowe rzędowej pompy wtryskowej: 1) przewód wtryskowy, 2) zawór tłoczący, 3) komora zasilania, 4) cylinder, 5) tłok, 6) wieniec zębaty, 7) listwa regulacyjna, 8) tuleja regulacyjna, 9) skrzydełko tłoka, 10) sprężyna popychacza, 11) talerzyk sprężyny, 12) śruba popychacza z nakrętką, 13) popychacz rolkowy, 14) wałek krzywkowy, 15) krzywka, 16) pompa zasilająca [3, s. 64].

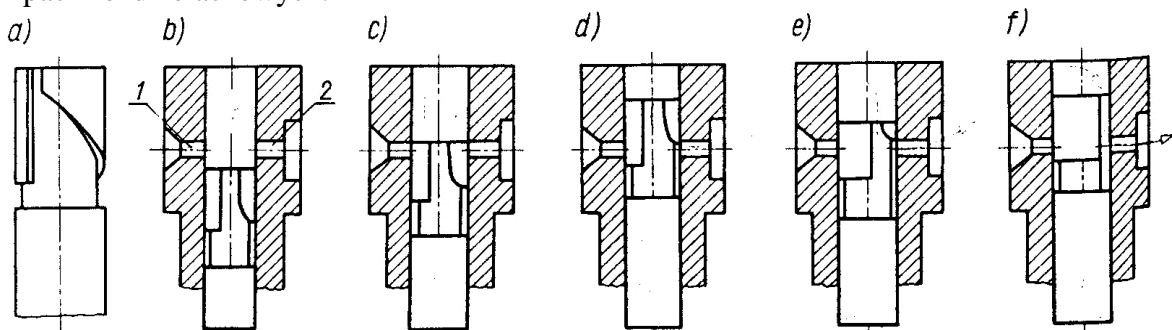
Zadaniem pompy wtryskowej jest dostarczenie w odpowiedniej chwili dawki paliwa pod wysokim ciśnieniem. Paliwo jest tłoczone poprzez pojedynczą sekcję wskutek ruchu tłoka oraz działania zaworu tłoczego. Zawór tłoczny umożliwia wypływ paliwa dopiero po osiągnięciu właściwego ciśnienia tłoczenia.



1. krzywka,
2. tłoczek,
3. cylinderek,
4. otwór przelewowy,
5. zawór tłoczny.

Rys. 6. Zespół tłoczący pompy wtryskowej z obracanymi tłoczkami [8, s. 170].

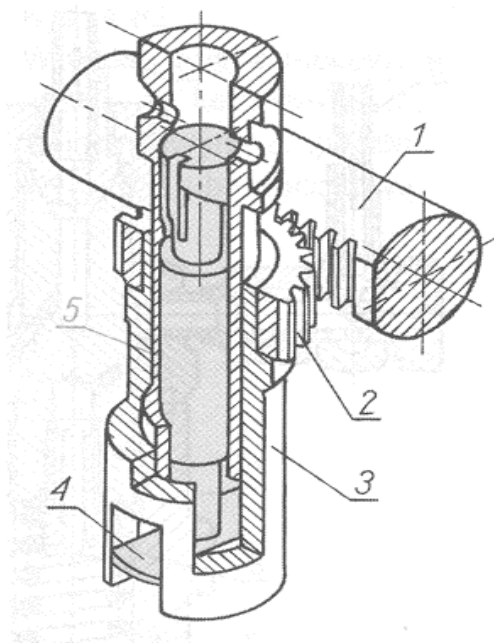
Wielkość wtryskiwanej dawki można regulować poprzez obrót tłoczka posiadającego specjalnie ukształtowaną linię śrubową. Poprzez jego obrót następuje wcześniejsze lub późniejsze odsłonięcie i przysłonięcie otworów dolotowych oraz przelewowych, a więc następuje zmiana wielkości podawanej dawki oraz całkowite wyłączenie dawkowania mimo ruchów tłoka. Nie jest do tego celu wymagane inne urządzenie, tak jak to ma miejsce w pompach rozdzielaczowych.



Rys. 7. Zasada działania zespołu tłoczącego: a) zarys tłoczka, b) zasysanie paliwa w czasie ruchu tłoczka w dół, c) wytłaczanie paliwa do wtryskiwacza, d) zakończenie tłoczenia wskutek otwarcia kanału przelewowego, e) zmiana dawki paliwa wskutek obrotu tłoczka (momentu odsłonięcia kanału przelewowego), f) wyłączenie tłoczenia (jednoczesne otwarcie otworu dolotowego i przelewowego), 1) otwór dolotowy, 2) otwór przelewowy [8, s. 170].

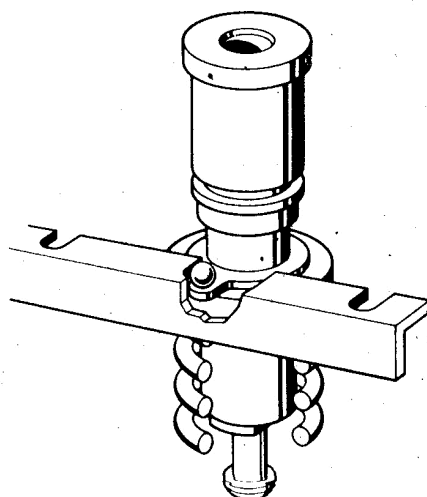
- Tłoczki pompy wtryskowej mogą regulować wielkość dawki poprzez:
- górną krawędź sterującą – regulując moment początku wtrysku,
 - dolną krawędź sterującą – regulując moment zakończenia wtrysku,
 - obie krawędzie sterujące – regulując przyspieszenie i zakończenie wtrysku.

Jednakowy obrót tłoczków wszystkich sekcji następuje poprzez listwę z mechanizmem zębatym lub zabierakiem.



1. listwa zębata,
2. koło zębate,
3. tuleja,
4. występy,
5. tłoczek.

Rys. 8. Zespół listwy zębatej [8, s. 171].



Rys. 9. Zespół listwy z zabierakiem [3, s. 72].

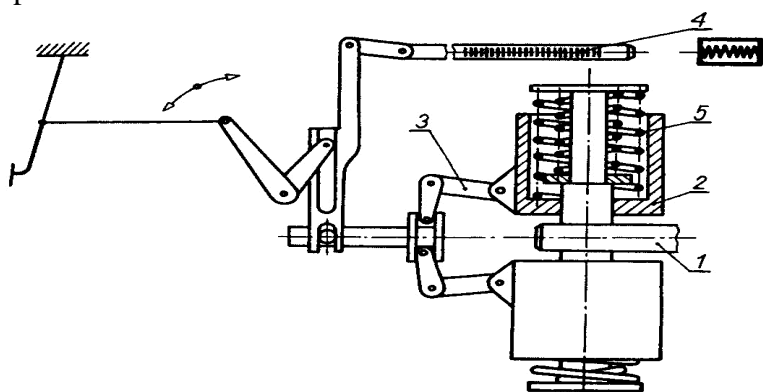
Mechanizmy rządowej pompy wtryskowej są smarowane zanurzeniowo-rozbryzgowo olejem znajdującym się w korpusie pompy, a pary tłoczące samoczynnie olejem napędowym. Wadą tłoczkowych pomp wtryskowych jest zwiększanie się dawki wtryskiwanego paliwa wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika.

Silnik ZS wymaga stosowania regulatorów prędkości obrotowej (najczęściej odśrodkowych) oraz korektorów.

Regulatory te spełniają podwójne zadanie:

- zmniejszają wtryskiwaną dawkę przy osiągnięciu maksymalnej prędkości obrotowej,

- utrzymują prędkość obrotową silnika na stałym poziomie wyznaczanym położeniem pedału przyspieszenia.



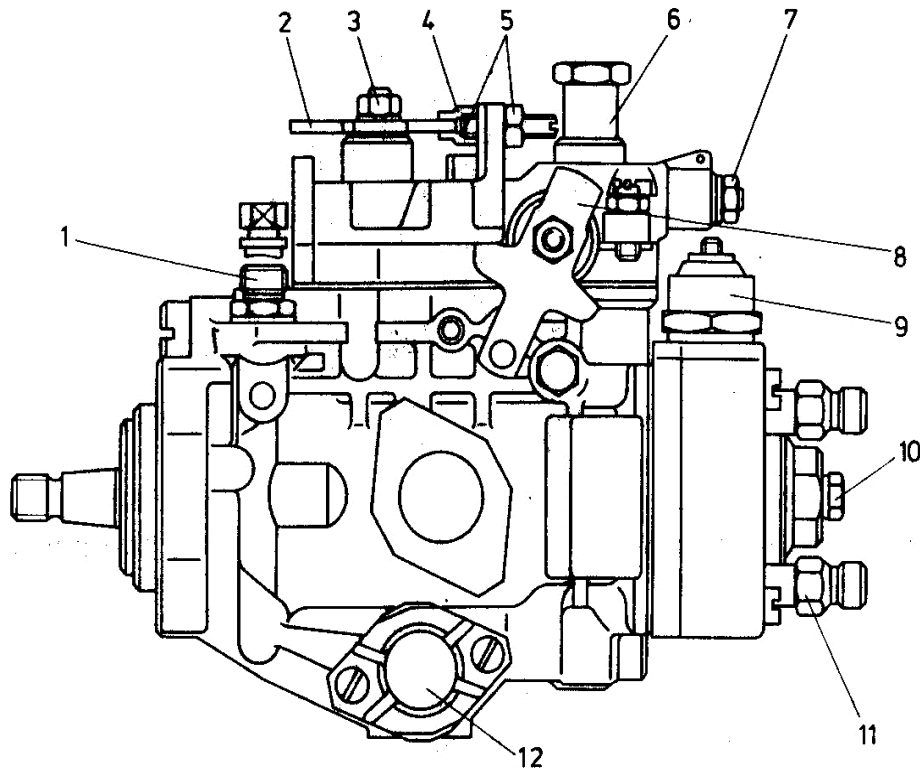
Rys. 10. Schemat dwuzakresowego regulatora odśrodkowego: 1) wałek krzywkowy, 2) bezwładniki, 3) układ dźwigni, 4) listwa zębata, 5) sprężyny [8, s. 174].

Regulator prędkości obrotowej stanowi integralną część pompy. Regulator dwuzakresowy utrzymuje tylko najniższą prędkość biegu jałowego oraz chroni silnik przed przekroczeniem prędkości dopuszczalnej.

Wzrost prędkości obrotowej powoduje większe rozsuniecie ciężarków, co z kolei powoduje przesunięcie poprzez układ dźwigni listwy zębataj w kierunku zmniejszenia dawki paliwa.

Rozdzielaczowe pompy wtryskowe

Główną zaletą rozdzielaczowych pomp wtryskowych są ich małe rozmiary oraz łatwość łączenia elementów układu wtryskowego i podającego w jednym, zwartym agregacie zasilającym.



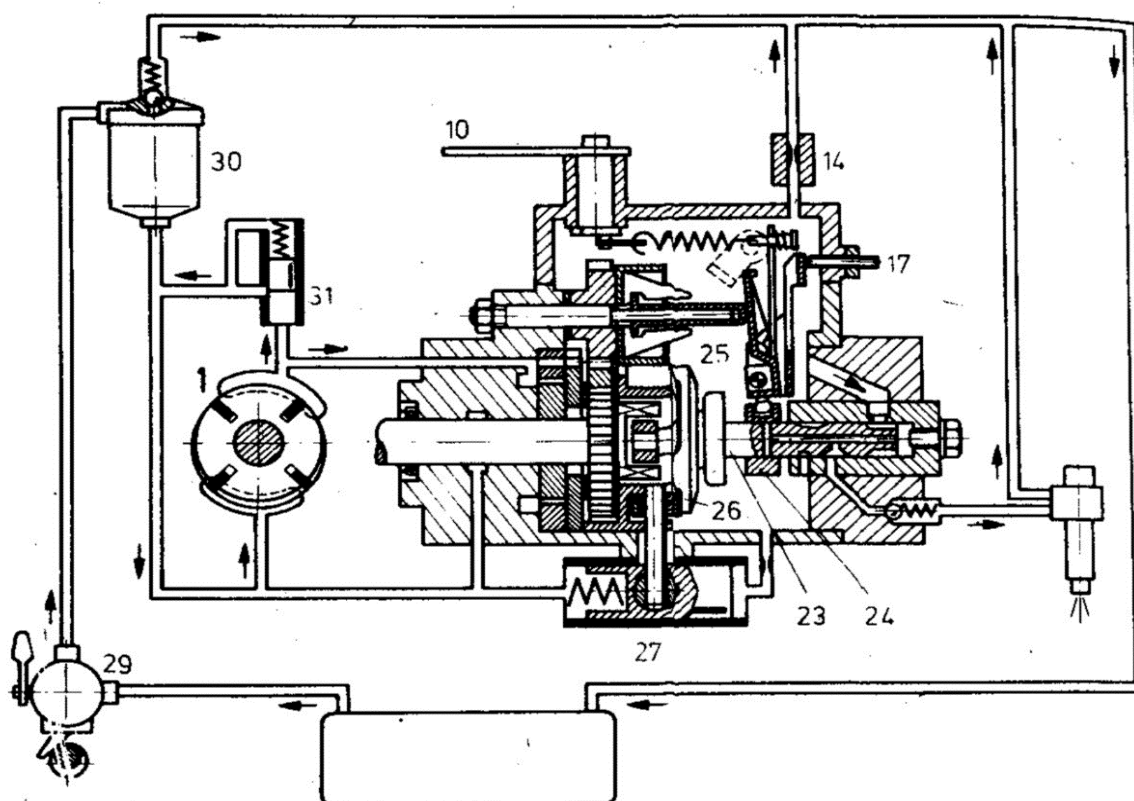
Rys. 11. Rozdzielaczowa pompa wtryskowa VE: 1) zawór regulacyjny, 2) dźwignia sterująca, 3) oś obrotu dźwigni, 4) śruba regulacji biegu jałowego, 5) śruba regulacji nominalnej prędkości obrotowej, 6) dławik odpływu paliwa, 7) regulacja dawki nominalnej, 8) dźwignia wyłączania, 9) elektromagnetyczny zawór odcinający, 10) śruba odpowietrzająca, 11) króćce wtryskowe, 12) pokrywa przestawiacza wtrysku [1, s. 58].

W rozdzielaczowych pompach wtryskowych paliwo jest tłoczone i rozdzielane do poszczególnych wtryskiwaczy tylko przez jeden cylinder z tłokiem. Tłok ten zwany tłokorozdzielaczem wykonuje zarówno ruch obrotowy jak i posuwisto zwrotny. Wnętrze pompy wypełnione jest paliwem utrzymywanym pod ciśnieniem około 0,15 MPa a wydajność pompy zasilającej zapewnia ciągłe jej przepłukiwanie, smarowanie i chłodzenie.

Przykład oznaczenia rozdzielaczowych pomp wtryskowych:

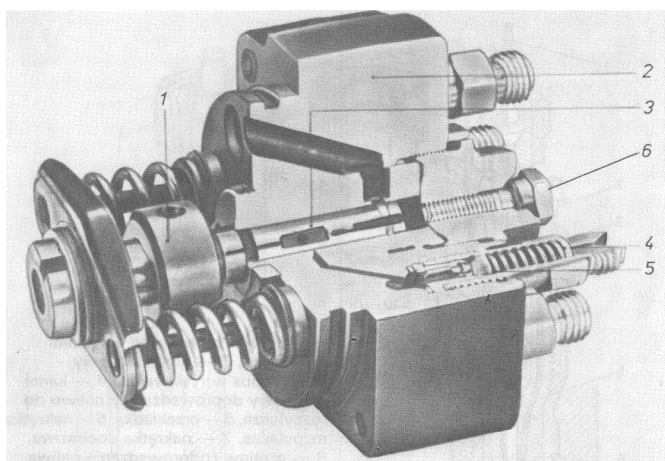
VE 4/9 F 2200 L 12

V – rozdzielaczowa pompa wtryskowa,
 E – wielkość wtryskiwanej dawki,
 4 – ilość wylotów,
 9 – średnica tłoka [mm],
 F – regulator odśrodkowy,
 2200 – prędkość obrotowa pełnego obciążenia,
 L – kierunek obrotów,
 12 – numer kolejny.



Rys. 12. Schemat układu zasilania z rozdzielaczową pompą wtryskową: 1) łopatkowa pompa przetłaczająca, 10) dźwignia sterująca, 14) zawór przelewowy, 17) wkręt regulacyjny dawki pełnego obciążenia, 23) tłok rozdzielczy, 24) suwak regulacyjny, 25) komora wewnętrzna pompy, 26) tarcza skokowa, 27) tłok przestawiacza wtrysku, 29) wstępna pompa zasilająca, 30) filtr dokładnego oczyszczania, 31) zawór regulacyjny ciśnienia [3, s. 228].

Paliwo zasysane ze zbiornika poprzez pompę zasilającą jest tłoczone przez filtr do pompy przetłaczającej, której wydajność zależy od prędkości obrotowej silnika. Część paliwa płynie do wewnętrznej komory pompy a stamtąd albo do komory tłoczenia w głowicy rozdzielczej lub poprzez zawór przelewowy z powrotem do zbiornika paliwa. Tłoczenie paliwa odbywa się wskutek ruchu posuwisto-zwrotnego tłoka pompy a rozdział dawek na poszczególne wyloty jest rezultatem ruchu obrotowego.

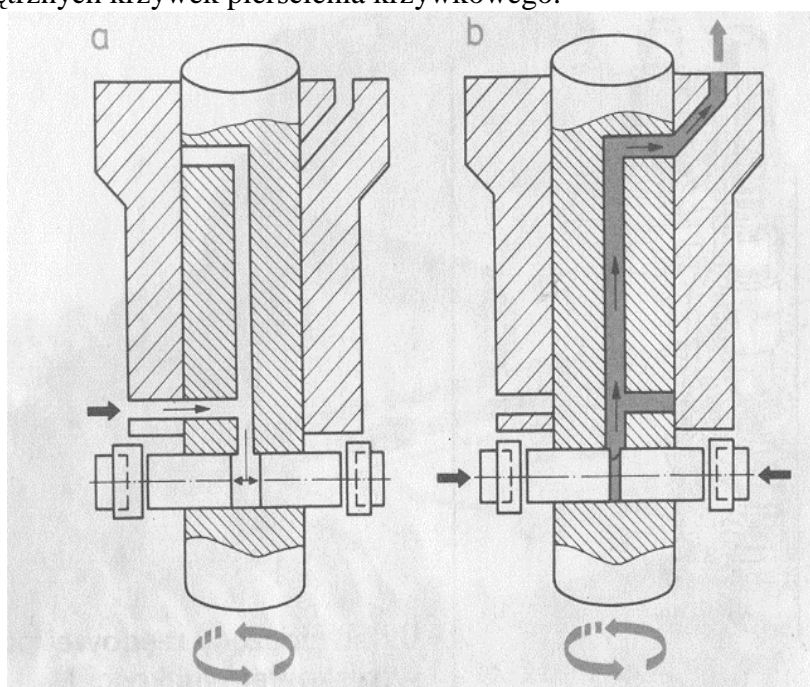


1. pierścień regulujący wielkość dawki,
2. głowica rozdzielacza,
3. tłokorozdzielacz,
4. króciec wylotowy,
5. zawór tłoczący,
6. śruba odpowietrzająca.

Rys. 13. Układ tłocząco-rozdzielający pompy wtryskowej VE [1, s. 14].

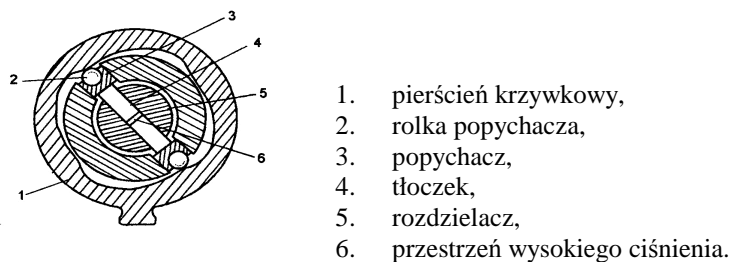
W pompach typu VE występuje jeden tłokorozdzielacz, którego posuwisto-obrotowe ruchy są wywołane obracaniem się tarczy skokowej z krzywkami czołowymi po rolkach. Tłokorozdzielacz wykonuje podczas jednego obrotu tyle skoków, ile jest wtryskiwaczy w silniku.

Rozdzielaczowe pompy wtryskowe typu DPC, DPS posiadają pary przeciwległych tłoczków obracających się w pierścieniu krzywkowym i wykonujących ruchy posuwiste. Tłoczenie paliwa następuje pod działaniem popychaczy rolkowych, wznoszących się po garbach wewnętrznych krzywek pierścienia krzywkowego.



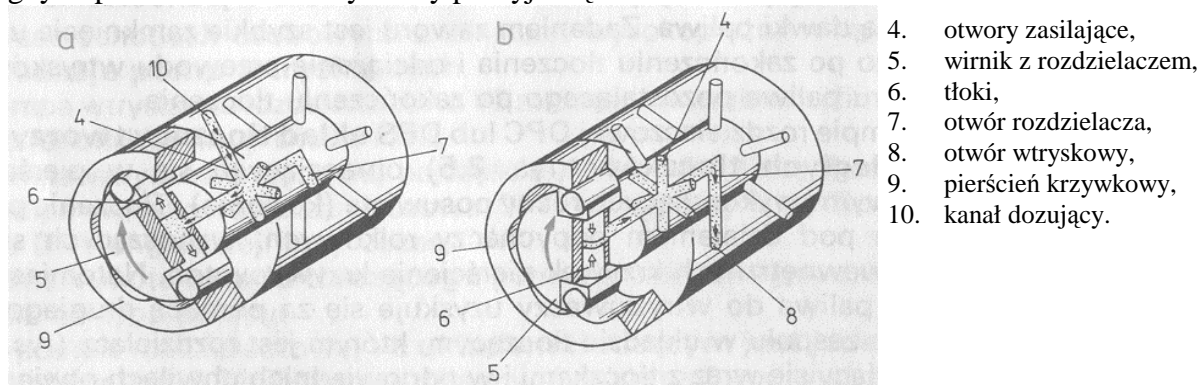
Rys. 14. Tłoczenie paliwa w pompach DPS i DPC: a) faza napędzania, b) faza tłoczenia [1, s. 16].

Krzywki rozmieszczone są parzyście po przeciwległych stronach osi wirnika, liczba par krzywek w pompie odpowiada ilości cylindrów silnika. Najazd rolek na krzywki powoduje tłoczenie paliwa do wtryskiwaczy. Ruch ssący odbywa się pod wpływem sprężyny powrotnej lub poprzez działanie ciśnienia paliwa wytwarzanego poprzez pompę przetłaczającą.



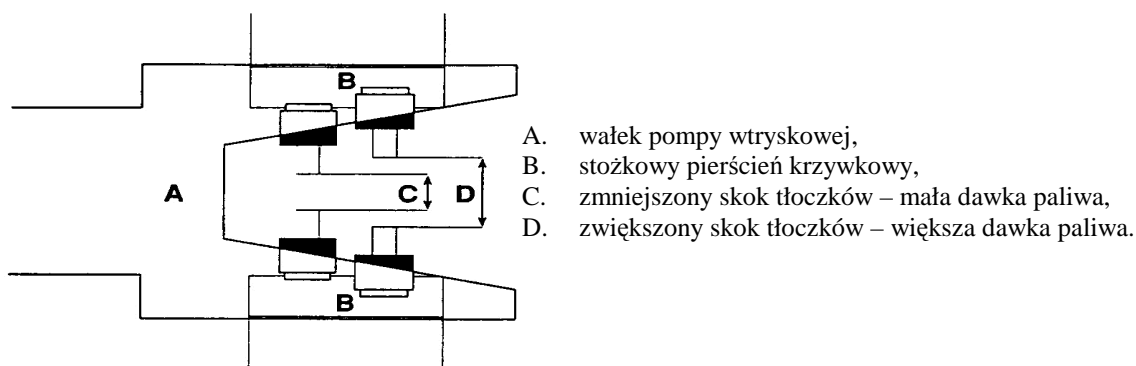
Rys. 15. Układy tłoczące rozdzielaczowych pomp wtryskowych VR [2, s. 42],

Rozdzielanie dawek paliwa powoduje rozdzielacz obracający się w raz z tłoczkami. Tłoczenie paliwa następuje, gdy tłoczki przesuwają się do środka a wylot paliwa następuje, gdy odpowiedni otwór wtryskowy pokryje się z otworem rozdzielacza.



Rys. 16. Schemat działania rozdzielacza w pompach DPS i DPC: a) faza napełniania, b) faza tłoczenia [1, s. 16].

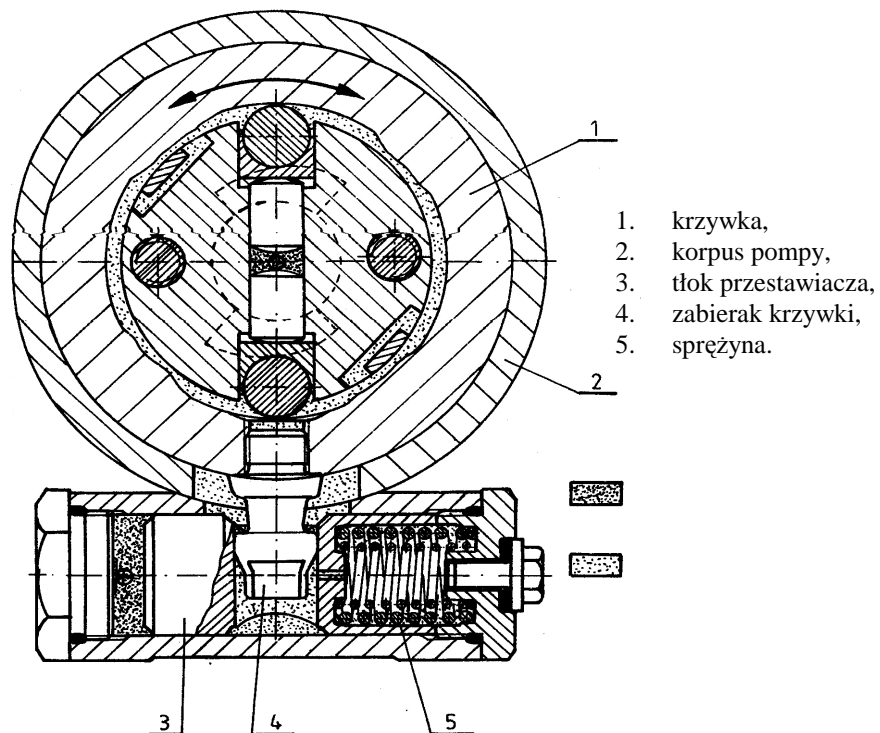
Regulacja wielkości dawki może odbywać się przez poosiowe przemieszczanie się wirnika względem stożkowego pierścienia krzywkowego albo przy pomocy dozownika regulującego podawanie paliwa do przestrzeni między tłoczkami.



Rys. 17. Schemat działania układu regulacji wielkości dawki [2, s. 33].

W rozdzielaczowych pompach wtryskowych zmianę momentu wtrysku uzyskuje się przez obrót pierścienia krzywkowego lub pierścienia pośredniczącego w napędzie tłoka przez

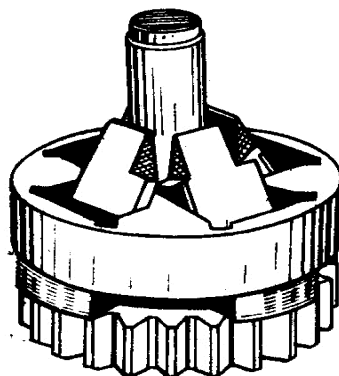
krzywki tarczy krzywkowej. Jeśli pierścień obróci się o pewien kąt zgodnie z kierunkiem obrotów tarczy krzywkowej, moment spotkania krzywki z rolką (a zatem i moment wtrysku) ulegnie opóźnieniu. Obrót pierścienia w przeciwnym kierunku powoduje przyspieszenie momentu zapłonu.



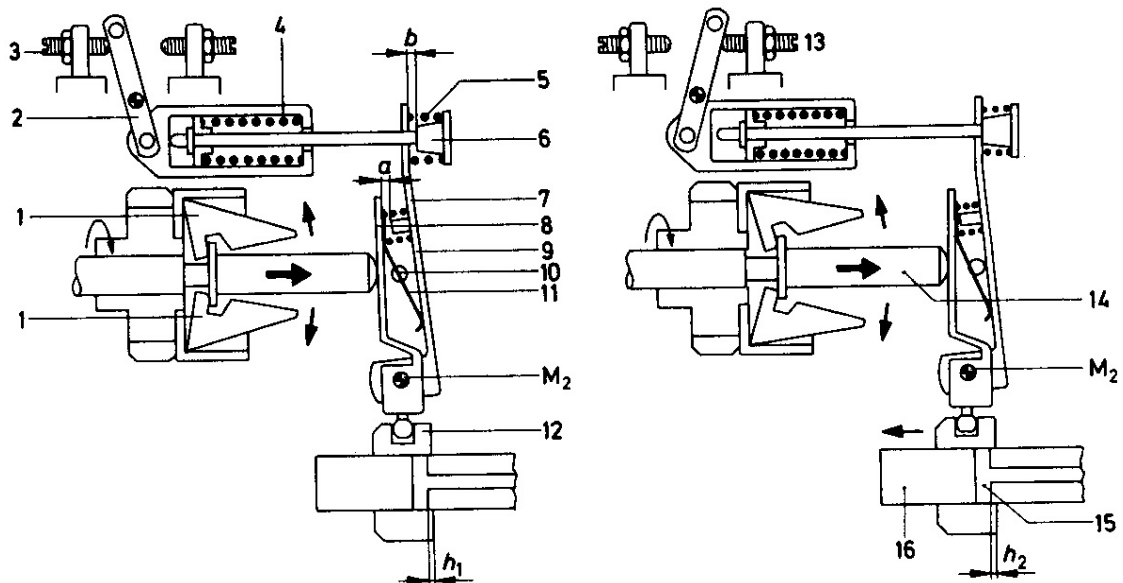
Rys. 18. Schemat działania układu przestawiania kąta wtrysku [7, s. 347].

Rozdzielaczowe pompy wtryskowe również współpracują z samoczynnymi regulatorami prędkości obrotowej silnika. Regulatory te mogą działać na zasadzie mechanicznej, hydraulicznej lub elektronicznej. Regulator hydrauliczny najczęściej posiadają pompy typu VA, a mechaniczny typu VE. Pod względem spełnianych funkcji regulatory takie dzielą się na: jedno, dwu i pełnozakresowe.

Pierwsze z wymienionych chronią silniki wyłącznie przed przekroczeniem największej dopuszczalnej prędkości obrotowej. Regulatory dwuzakresowe dodatkowo przeciwdziałają nadmiernemu zmniejszeniu dawki i zatrzymaniu silnika w trakcie jego pracy na biegu jałowym. Regulatory pełnozakresowe prócz obu wymienionych poprzednio funkcji zapewniają stabilność każdej prędkości obrotowej silnika, ustalonej przez kierowcę odpowiednim ustawieniem pedału przyspieszenia.



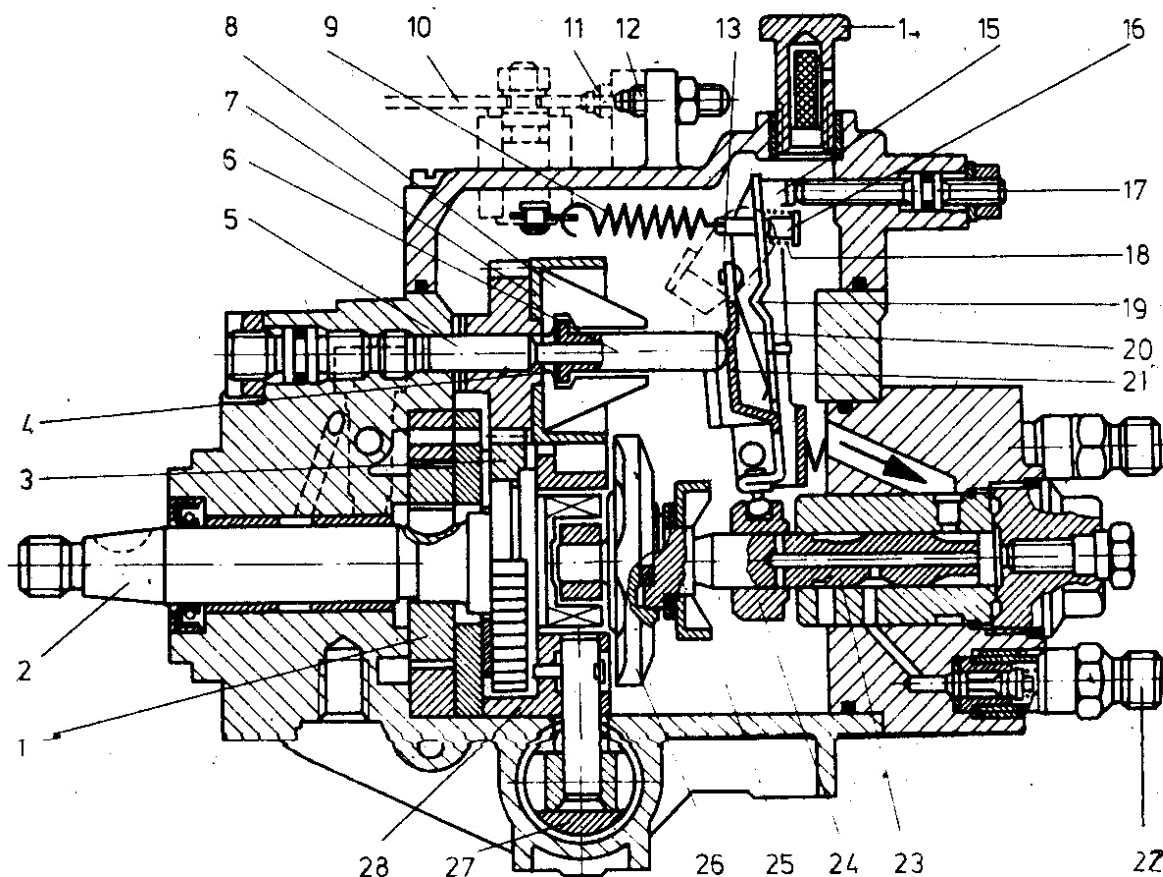
Rys. 19. Widok osiowego regulatora prędkości obrotowej [3, s. 230].



Rys. 20. Schemat działania mechanicznego regulatora prędkości obrotowej silnika; 1) ciężarki odśrodkowe, 2) dźwignia nastawiania obrotów, 3) śruba regulacji obrotów, 4) sprężyna regulatora, 5) sprężyna pośrednia, 6) sworzeń, 7) sprężyna biegu luzem, 8) dźwignia rozruchowa, 9) dźwignia napinająca, 10) zderzak dźwigni napinającej, 11) sprężyna rozruchowa, 12) suwak sterujący, 13) śruba regulacji maksymalnych obrotów, 14) tuleja sterująca, 15) otwór sterujący w tłoku rozdzielacza, 16) tłok rozdzielacza, a) droga sprężyny rozruchowej i biegu luzem, b – droga sprężyny pośredniej, h_1 – minimalny skok użyteczny przy biegu luzem, h_2 – skok użyteczny przy pełnym obciążeniu, M_2 – punkt obrotu [7, s. 346].

W celu uzyskania dawki paliwa zapewniającej optymalny przebieg procesów spalania stosuje się dodatkowe urządzenia korygujące polegające na odpowiednim ukształtowaniu otworów paliwowych w tłokorozdzielaczu, na stosowaniu zaworów tłoczących z korekcją hydrauliczną, mechanicznych korektorów wbudowanych w układ dźwigniowy regulatora, ciśnieniowych ograniczników dymienia.

Dodatkowo rozdzielaczowe pompy wtryskowe posiadają układ rozruchowy zapewniający największą dawkę paliwa przy rozruchu, układ zwiększający kąt wtrysku oraz prędkość obrotową dla zimnego silnika oraz elektrozawór odcinający wpływ paliwa.

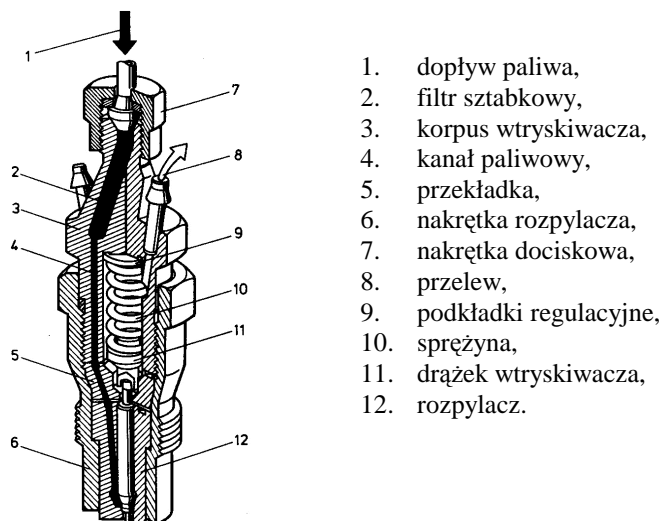


Rys. 21. Przekrój rozdzielczej pompy wtryskowej VE: 1) łopatkowa pompa przetłaczająca, 2) wał napędowy, 3) koło zębate, 4) tarcza dociskowa, 5) oś regulatora, 6) mufa regulatora, 7) koszyk regulatora, 8) bezwładniki, 9) sprężyna regulatora, 10) dźwignia sterująca, 11) śruba biegu jałowego, 12) śruba znamionowej prędkości obrotowej, 13) dźwignia STOP, 14) dławik przelewowy, 15) dźwignia korektora, 16) sworzeń, 17) śruba dawki pełnego obciążenia, 18) sprężyna biegu jałowego, 19) dźwignia naciągowa, 20) sprężyna rozruchowa, 21) dźwignia rozruchowa, 22) wyloty, 23) tłok rozdzielczy, 24) suwak regulacyjny, 25) komora wewnętrzna, 26) tarcza skokowa, 27) tłok przestawiacza wtrysku, 28) pierścień rolkowy [3, s. 229].

Pompa wtryskowa to skomplikowany i złożony zespół. Korpus pompy wykonany jest ze stopów lekkich, jej części napędowe i tłoczące są wytwarzane z wysokogatunkowych stali, utwardzonych powierzchniowo, odpornych na ścieranie i zużycie. Współpracujące elementy posiadają wysoką tolerancję wykonania oraz wysoką gładkość powierzchni.

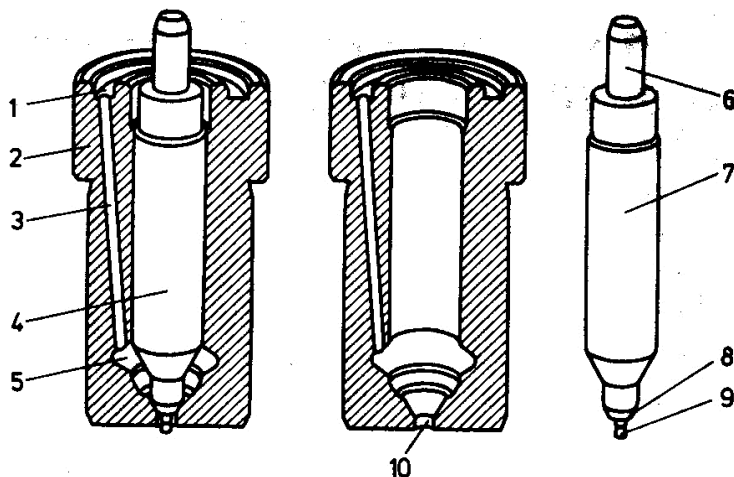
Wtryskiwacze

Jakość rozpylenia i odpowiednie rozprowadzenie rozpylonego paliwa w komorze spalania zależy od rozpylacza, który jest precyzyjnym zespołem wtryskiwacza.

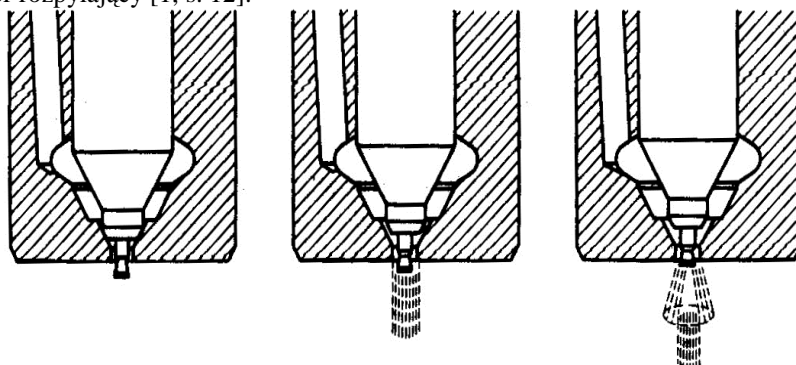


Rys. 22. Przekrój wtryskiwacza czopikowego [1, s. 13].

Główną częścią wtryskiwacza jest rozpylacz, który składa się z korpusu i igły, pomiędzy którymi występuje średnio luz rzędu 4 μm .



Rys. 23. Rozpylacz czopikowy: 1) kanał pierścieniowy, 2) korpus, 3) otwór przepływowy, 4) igła, 5) komora ciśnieniowa, 6) czop igły, 7) powierzchnia prowadząca, 8) krawędź uszczelniająca, 9) czopik, 10) otwór rozpylający [1, s. 12].



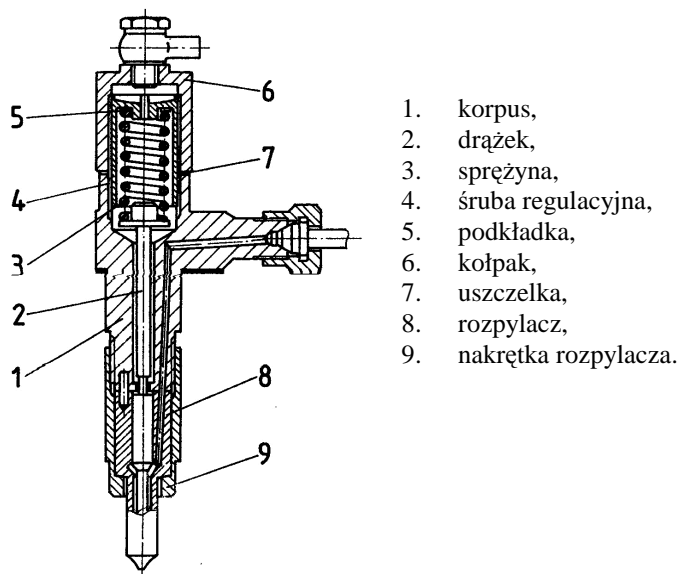
Rys. 24. Fazy pracy rozpylacza czopikowego [1, s. 12].

Rozpylacz pracuje w bardzo trudnych warunkach. Bardzo mały luz współpracujących części oraz wysoka temperatura nie może doprowadzić do jego zatarcia. Otwarcie wtryskiwacza następuje poprzez działanie ciśnienia na powierzchnię stożkową igły, która

pokonując nacisk sprężyny unosi się. W celu wyeliminowania twardego biegu silnika przy wysokich ciśnieniach wtrysku stosuje się często wtrysk dwufazowy poprzez zastosowanie dwóch sprężyn.

W zależności od komory spalania są stosowane różne rodzaje rozpylaczy.

W układach wtrysku bezpośredniego stosuje się wtryskiwacze wielootworowe. Podstawowym parametrem wtryskiwacza jest ciśnienie jego otwarcia. Stosuje się regulację ciśnienia poprzez śrubę regulacyjną lub poprzez stosowanie podkładek. Występują rozwiązania wtryskiwaczy wielootworowych, w których nie ma możliwości wymiany samego rozpylacza.



Rys. 25. Wtryskiwacz wielootworowy z regulacją ciśnienia śrubą [7, s. 394].

W systemach wtrysku z komorami dzielonymi stosuje się wtryskiwacze czopikowe zwykłe lub z dławikiem. Najczęściej występuje w tych rozwiązaniach regulacja ciśnienia otwarcia za pomocą podkładek.

Przykład wtryskiwacza czopikowego zamieszczono na rysunku 22.

Wtryskiwacze są wkręcane w głowicę, przykręcane nakrętką lub mocowane za pomocą jarzma. Przy niesymetrycznym rozstawieniu otworów wtryskiwacza istotne jest właściwe jego ustawienie podczas montażu. Pomiędzy wtryskiwacz a głowicę stosuje się uszczelki miedziane lub miedziano-azbestowe.

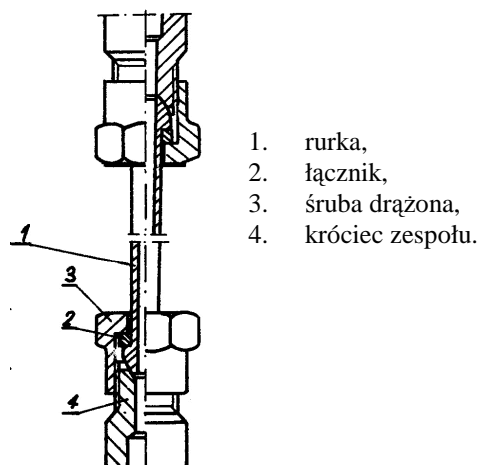
Rozpylacz wykonany jest z wysokogatunkowej stali utwardzonej powierzchniowo i o bardzo niskiej chropowatości powierzchni.

Przewody

Przewody paliwowe zasilające wykonane są z rurek miedzianych, gumowych z opłotem płóciennym lub stalowym, z tworzyw plastycznych, rzadziej ze stalowych kadmowanych rurek.

Przewody wtryskowe łączą pompę wtryskową z wtryskiwaczami. Wykonane one są z grubościennych rurek z miękkiej stali, przeciąganych i kalibrowanych. Przewody wtryskowe powinny być jak najkrótsze, aby paliwo zostało jak najszybciej przetłoczone do wtryskiwacza oraz wszystkie w silniku są jednakowej długości. Zakończenia przewodów są ukształtowane poprzez wygniatanie lub przylutowane z twardszej stali.

Nakrętka zakręcana na gwint dociska zakończenie przewodu do stożkowego gniazda otworu zapewniając szczelność połączeń.



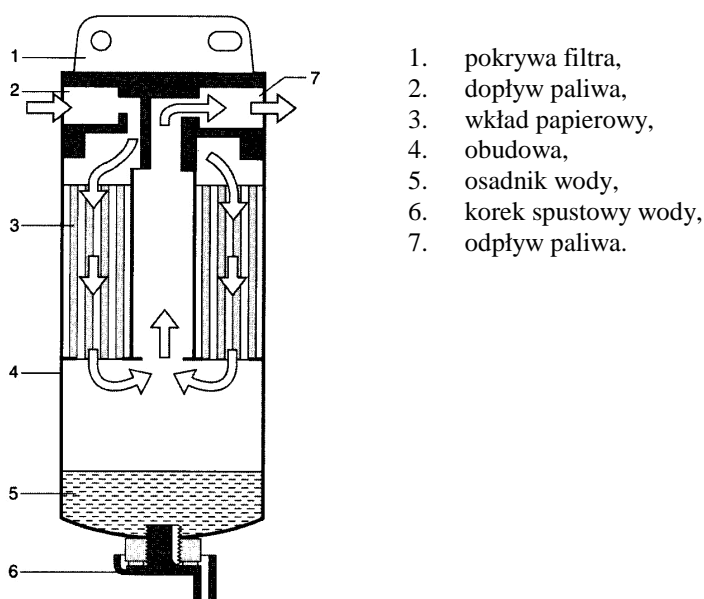
Rys. 26. Przewody wtryskowe [7, s. 404].

Zbiornik paliwa

Zbiornik paliwa powinien być odporny na uderzenia, ciśnienie oraz korozję. Powstające nadciśnienie musi być samoczynnie wyrównywane oraz nie może powstawać podciśnienie uniemożliwiające prawidłowe zasilanie układu. W czasie jazdy oraz przy innych zdarzeniach drogowych paliwo nie powinno się z niego wylewać. Często zbiorniki są dodatkowo osłaniane i zabezpieczane przed uderzeniami. Spotyka się zbiorniki paliwa wykonane ze stali lub tworzyw sztucznych odpornych na działanie chemiczne paliw.

Filtr paliwa

Właściwie dobrany filtr paliwa jest warunkiem bezawaryjnej pracy aparatury wtryskowej. Musi on zatrzymać nie tylko zanieczyszczenia stałe, ale również skropliny wody, która powoduje korozję elementów układu zasilania. Elementem filtrującym paliwo jest najczęściej wkład papierowy lub z włókien sztucznych, który może występować samodzielnie lub w postaci zespołu zamkniętego metalową obudową. U dołu filtra znajduje się osadnik wody umożliwiający okresowe opróżnienie filtra a u góry śruba odpowietrzająca. Nowoczesne układy posiadają wskaźnik stanu filtra, informujący kierowcę o konieczności jego obsługi.

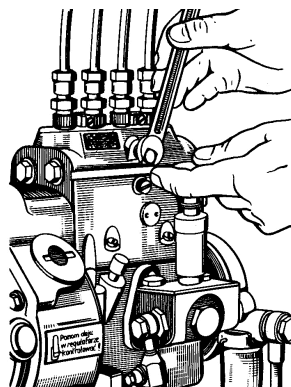
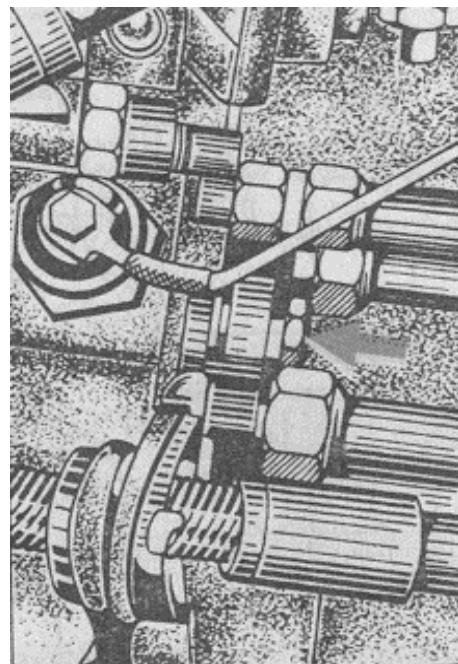
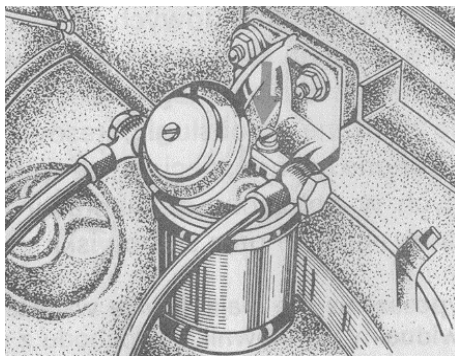


Rys. 27. Filtr paliwa [4, s. 16].

Demontaż i montaż elementów układu wtryskowego

Podstawowym warunkiem niezawodnej pracy aparatury wtryskowej jest zachowanie czystości w czasie demontażu i montażu. Przed demontażem należy bardzo dokładnie oczyścić wszystkie elementy. Precyzyjne elementy pomp i wtryskiwaczy są selekcionowane i dobierane parami, z tego powodu nie mogą być wzajemnie zamieniane. Pompa wtryskowa jest bardzo precyzyjnym i złożonym mechanizmem hydromechanicznym, wymagającym wysokich kwalifikacji i specjalnego oprzyrządowania podczas demontażu i montażu. Z tego powodu demontaż pomp wtryskowych jest bardzo ograniczony, ograniczający się tylko do demontażu elementów zewnętrznych. Podczas prac z aparaturą wtryskową konieczne jest ściśle przestrzeganie dokumentacji serwisowej. Przy montażu należy stosować zawsze nowe uszczelnienia. Wszystkie połączenia muszą być szczelne, nie tylko z powodu możliwości wycieków paliwa, ale również z powodu możliwości zapowietrzenia układu. Podstawowym warunkiem bezawaryjnej pracy układu wtryskowego jest terminowa wymiana filtra paliwa. Korzystne jest napełnienie nowego filtra czystym paliwem.

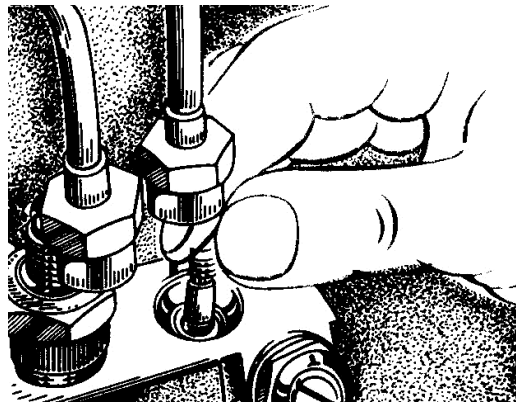
Po demontażu układu konieczne jest jego odpowietrzenie (szczególnie w pompach rzędowych), polegające na usunięciu pęcherzyków powietrza przy pomocy ręcznej pompki zasilającej lub podczas rozruchu silnika. Śruby odpowietrzające mogą znajdować się na filtrze paliwa oraz na pompie wtryskowej.



Rys. 28. Śruby odpowietrzające układ wtryskowy [1, s. 56].

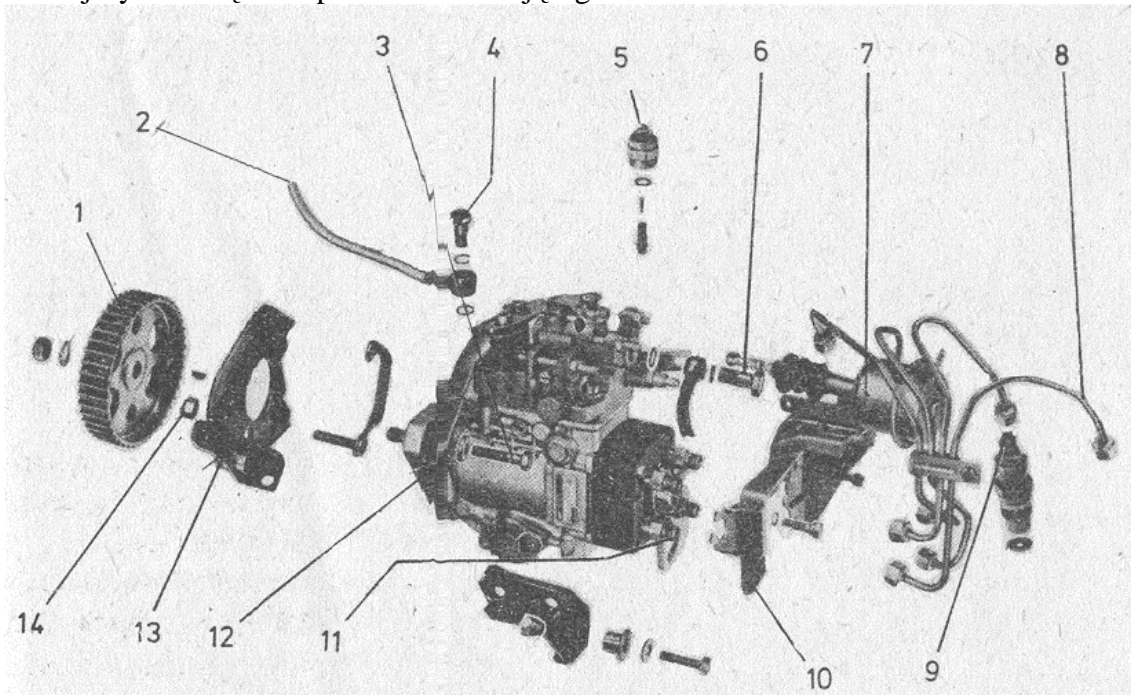
W rzędowych pompach wtryskowych po odkręceniu przewodu wtryskowego i króćca wylotowego możliwe jest wyjęcie zaworu tłoczącego, króćców wlotowych oraz wylotowych, zewnętrznej pompy zasilającej, dźwigni i cięgien sterujących oraz elementów przekazania napędu.

Demontaż polega najczęściej na odkręceniu śrub bądź nakrętek, usunięciu pierścieni zabezpieczających a przy montażu pamiętać należy o wymianie elementów uszczelniających i zabezpieczających oraz o przepisowym, zgodnym z dokumentacją serwisową dokręceniu połączeń śrubowych.



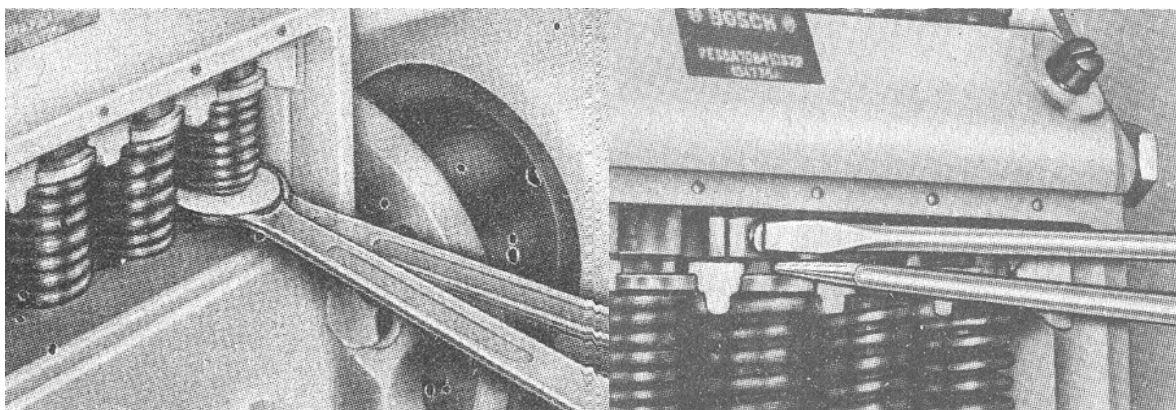
Rys. 29. Wyjmowanie zaworu tłoczącego [1, s. 71].

W pompach rozdzielczych dodatkowo można zdemontować elektrozawór STOP po wcześniejszym odkręceniu przewodu zasilającego.



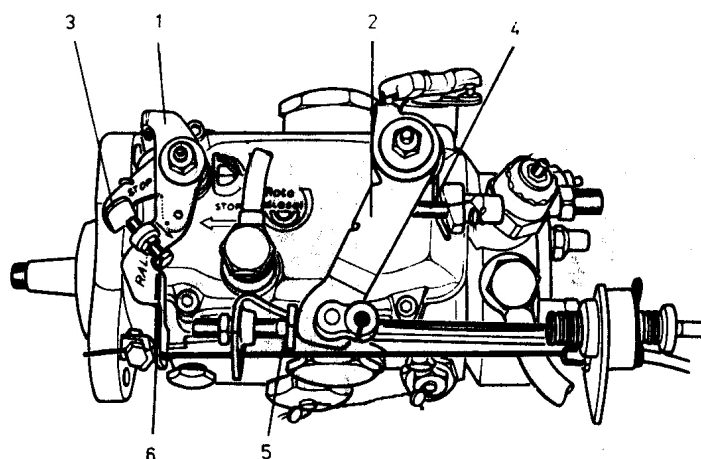
Rys. 30. Demontaż elementów zewnętrznych pompy rozdzielczej: 1) koło napędowe, 2) przewód zasilający, 3) śruba mocująca, 4) śruba króćca dopływowego, 5) zawór odcinający, 6) śruba króćca powrotnego, 7) ogranicznik w funkcji ciśnienia doładowania, 8) przewody wtryskowe, 9) wtryskiwacz, 10) wspornik, 11) króćce przewodów wtryskowych, 12) pompa wtryskowa, 13) wspornik, 14) nakrętka [3, s. 251].

Pompy wtryskowe wymagają (szczególnie po demontażu) sprawdzenia i regulacji na stanowisku probierczym. Prace te powinny być wykonywane w specjalistycznym zakładzie dysponującym właściwym wyposażeniem oraz konieczną dokumentacją serwisową. W rzędowych pompach wtryskowych należy przeprowadzić regulację skoku wstępnego i początku tłoczenia oraz równomierności dawkowania przez poszczególne sekcje. Prace muszą być wykonywane zgodnie z dokumentacją serwisową pompy oraz urządzenia probierczego.



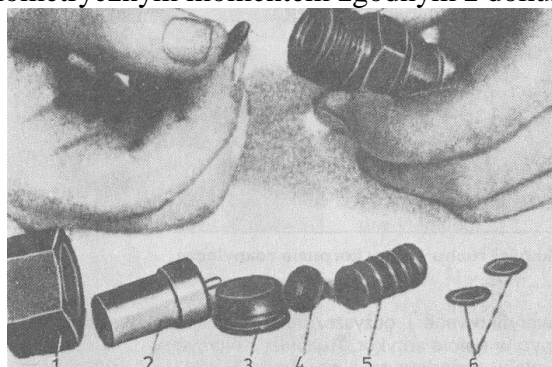
Rys. 31. Regulacja początku tłoczenia i równomierności dawkowania [3, s. 201].

W pompach rozdzielaczowych konieczna może być regulacja dźwigni sterujących zgodnie z dokumentacją serwisową dla danej pompy.



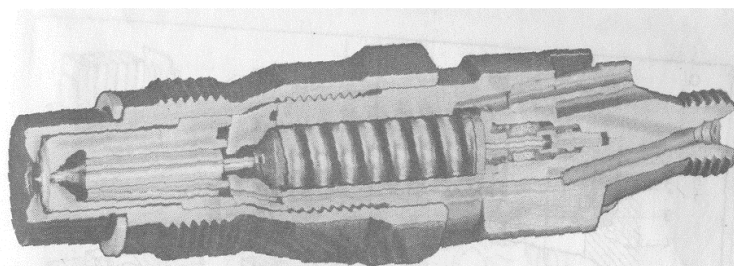
Rys. 32. Rozmieszczenie elementów regulacyjnych pompy rozdzielaczowej: 1) dźwignia podwyższonego biegu jałowego, 2) dźwignia sterująca, dźwignia STOP, 4) śruba regulacyjna prędkości maksymalnej, 5) śruba regulacyjna prędkości minimalnej, 6) śruba regulacyjna biegu jałowego [1, s. 73].

Większość wtryskiwaczy umożliwia wybudowanie rozpylacza oraz pozostałych części składowych. Części składowe należy dokładnie umyć i nasmarować czystym olejem napędowym. Wtryskiwacz nie posiada uszczelki pomiędzy częściami korpusu, dlatego jego montaż musi być przeprowadzony z zachowaniem czystości oraz połączenie powinno być skręcone kluczem dynamometrycznym momentem zgodnym z dokumentacją serwisową.



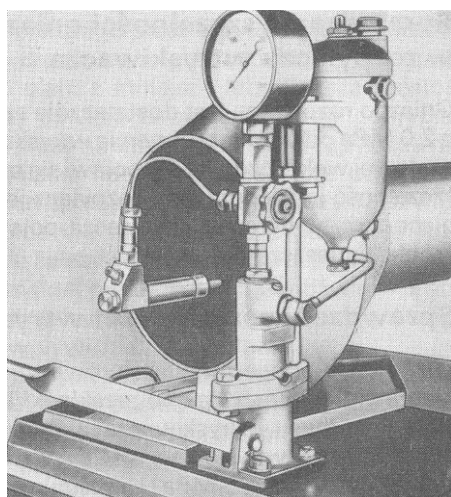
1. nakrętka,
2. rozpylacz,
3. przekładka,
4. drążek wtryskiwacza,
5. sprężyna wtryskiwacza,
6. podkładki regulacyjne.

Rys. 33. Części składowe wtryskiwacza: 1) nakrętka, 2) rozpylacz, 3) przekładka, 4) drążek wtryskiwacza, 5) sprężyna wtryskiwacza, 6) podkładki regulacyjne [1, s. 48].



Rys. 34. Przekrój kompletnego wtryskiwacza [1, s. 49].

Po montażu wtryskiwacza należy sprawdzić przy pomocy próbnika wtryskiwaczy ciśnienie otwarcia, szczelność oraz jakość rozpylania oraz porównać uzyskane wyniki z dokumentacją serwisową.



Rys. 35. Ręczny próbnik do sprawdzania wtryskiwaczy [1, s. 41].

4.1.2. Pytania sprawdzające

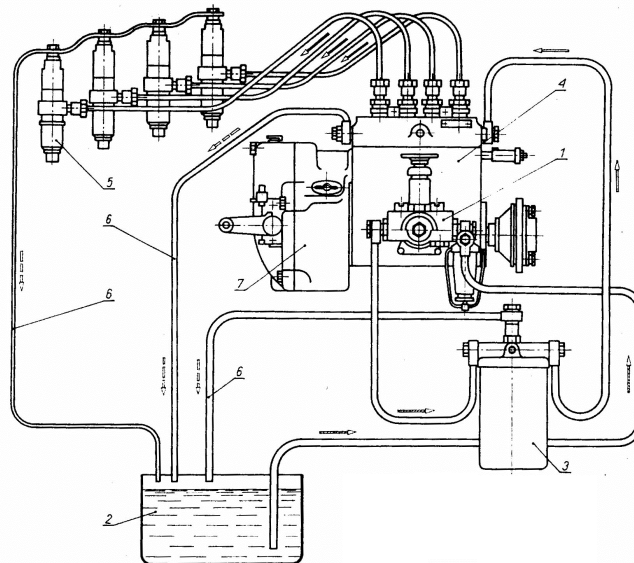
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zadania spełnia układ zasilania silnika z ZS?
2. Jakie elementy wchodzi w skład układu zasilania?
3. Jakimi cechami charakteryzują się rządowe pompy wtryskowe?
4. Jakimi cechami charakteryzują się rozdzielaczowe pompy wtryskowe?
5. Jaka budowę posiadają wtryskiwacze ZS?
6. Jak działa wtryskiwacz?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeanalizuj budowę i działanie układu przedstawionego na rysunku. Nazwij przedstawiony układ zasilania oraz wskazane elementy. Znajdź w pojeździe wskazanym przez nauczyciela elementy układu zasilania ZS.



Rysunek do ćwiczenia 1 [8, s. 168].

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

- ←
- ←
- ←
- ←

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować budowę i działanie układu zasilania silnika ZS,
- 2) scharakteryzować części składowe układu,
- 3) nazwać wyszczególnione części,
- 4) zapisać nazwy części,
- 5) znaleźć w pojeździe elementy układu zasilania,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z rzędową pompą wtryskową,
- modele układów zasilania silnika ZS,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Dokonaj wymiany tłoczkowej pompy zasilającej w rzędowej pompie wtryskowej silnika ZS.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcjami stanowiska pracy,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przeanalizować dokumentację serwisową,
- 4) dokonać analizy budowy pompy,
- 5) dokonać demontażu pompy zasilającej,
- 6) określić warunki montażu pompy zasilającej,
- 7) dokonać montażu pompy zasilającej,
- 8) odpowietrzyć układ zasilania,
- 9) sprawdzić jakość pracy (szczelność połączeń),
- 10) stosować obowiązujące przepisy bhp i ppoż.,
- 11) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z rzędową pompą wtryskową wraz z pompą zasilającą,
- pompa zasilająca,
- zestaw uszczelek,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja serwisowa układu zasilania ZS,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Dokonaj wymiany rozpylacza wtryskiwacza czopikowego. Przeanalizuj budowę i działanie wtryskiwacza.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcjami stanowiska pracy,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przeanalizować dokumentację serwisową,
- 4) dokonać demontażu wtryskiwacza,
- 5) dokonać analizy budowy i działania wtryskiwacza,
- 6) dokonać wymiany rozpylacza
- 7) dokonać montażu wtryskiwacza,
- 8) stosować obowiązujące przepisy,
- 9) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wtryskiwacz czopikowy,
- rozpylacz,
- próbnik wtryskiwaczy,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja serwisowa układu wtryskowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

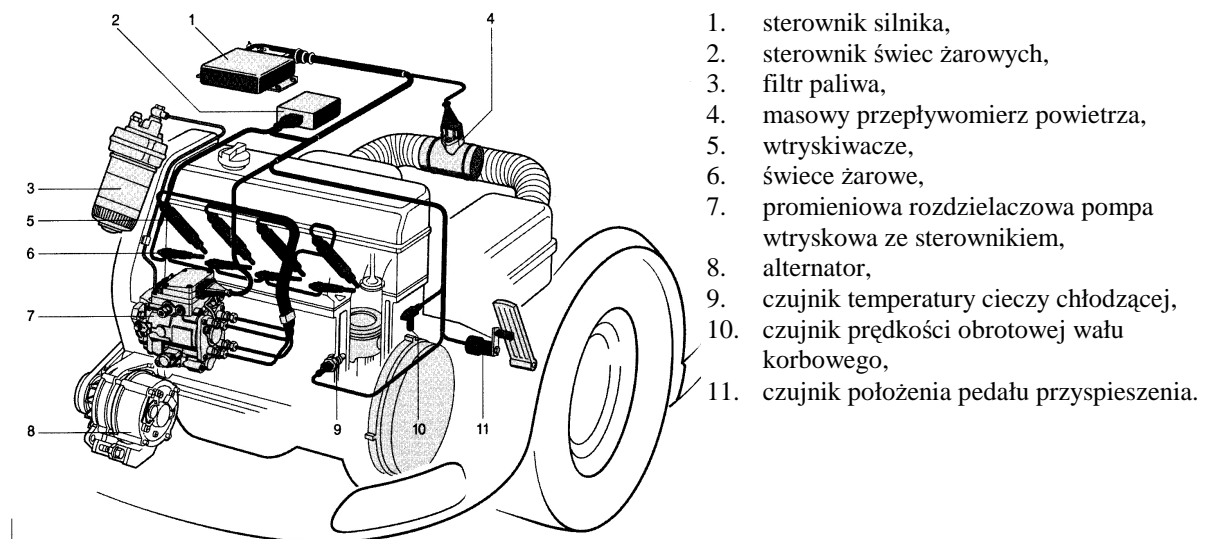
	Tak	Nie
1) rozpoznać układ zasilania silnika z zapłonem samoczynnym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) nazwać części układu zasilania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozpoznać i nazwać części składowe pompy rządowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) rozpoznać i nazwać części składowe pompy rozdzielaczowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać demontażu i montażu elementów zewnętrznych pomp wtryskowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) rozpoznać i nazwać wtryskiwacze i ich części składowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) dokonać demontażu i montażu wtryskiwaczy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) skorzystać z dokumentacji serwisowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Elektronicznie sterowane układy wtryskowe z pompami rozdzielaczowymi EDC

4.2.1. Materiał nauczania

Rozwój motoryzacji powiększa problemy związane z ochroną środowiska i ekonomicznością transportu. Decydujące znaczenie w tym zjawisku posiadają silniki z zapłonem samoczynnym. Dzięki zastosowaniu układów elektronicznego sterowania, coraz wyższym ciśnieniom wtrysku i bardziej precyzyjnemu dawkowaniu paliwa, silniki wysokoprężne uzyskują coraz większe moce przy zmniejszonej emisji spalin oraz mniejszym zużyciu paliwa.

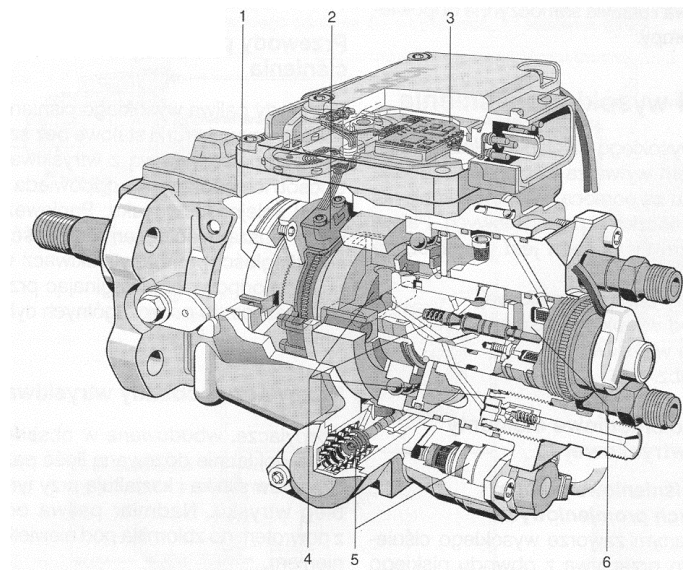
Mechaniczną regulację układów wtryskowych silników ZS zastąpiono elektronicznym sterowaniem EDC. Głównymi elementami, które nie występują w standardowej pompie są sterowniki pompy, silnika oraz czujniki.



Rys. 36. Układ wtryskowy z elektroniczną promieniową pompą wtryskową [4, s. 9].

Regulowane elektronicznie pompy wtryskowe VE z nastawnikiem elektrycznym lub wysokociśnieniowym zaworem elektromagnetycznym mogą wytwarzać ciśnienie nawet do 140MPa. Podstawową funkcją układu jest sterowanie momentem wtrysku paliwa, dawką paliwa oraz zachowaniem najwyższego ciśnienia wtrysku. Dodatkowo układy te współpracują z obiegiem recyrkulacji spalin, regulacją ciśnienia doładowania silnika czy układem kontroli prędkości jazdy.

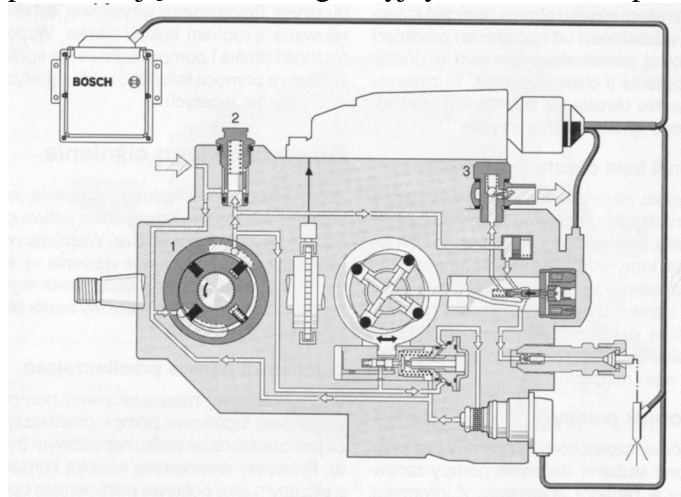
Budowa promieniowej pompy rozdzielczej



1. łożysko pompy przetłaczającej z zaworem regulacji ciśnienia,
2. czujnik kąta obrotu,
3. sterownik pompy,
4. pompa wysokiego ciśnienia z wałkiem rozdzielczym i zaworem wylotowym,
5. przestawiacz wtrysku z zaworem przestawiacza,
6. zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia.

Rys. 37. Zespoły promieniowej rozdzielczej pompy wtryskowej [4, s. 12].

Zadaniem obwodu niskiego ciśnienia jest dostarczenie odpowiedniej ilości paliwa do obwodu wysokiego ciśnienia. W skład obwodu niskiego ciśnienia wchodzi: łożyskowa pompa przetłaczająca, zawór regulacyjny ciśnienia oraz przelewowy zawór dławiący.

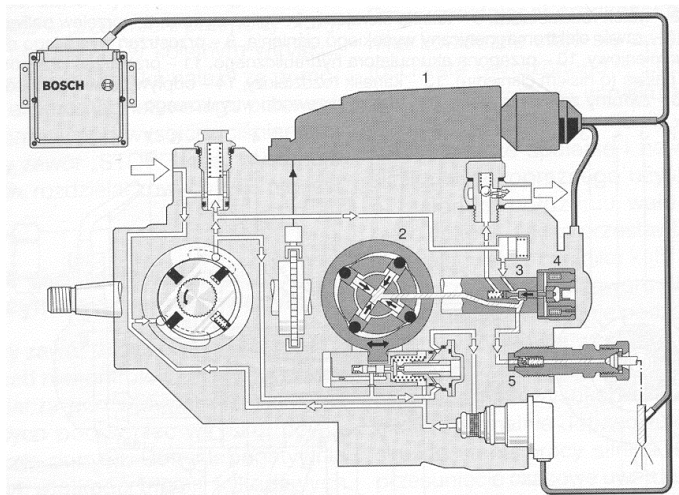


1. łożyskowa pompa przetłaczająca (obrócona na rysunku o kąt 90°),
2. zawór regulacyjny ciśnienia,
3. przelewowy zawór dławiący.

Rys. 38. Obwód niskiego ciśnienia promieniowej rozdzielczej pompy wtryskowej [4, s. 14].

Zadaniem łożyskowej pompy przetłaczającej jest zasysanie paliwa, wytworzenie ciśnienia wewnątrz akumulatora hydraulicznego oraz zasysanie paliwem pompy wysokiego ciśnienia. Zawór regulacji ciśnienia zabezpiecza przed nadmiernym wzrostem ciśnienia przy wysokich obrotach pompy przetłaczającej. Zadaniem przelewowego zaworu dławiącego jest zapewnienie przepływu paliwa w celu schłodzenia promieniowej pompy rozdzielczej oraz usunięcie ewentualnego powietrza w paliwie.

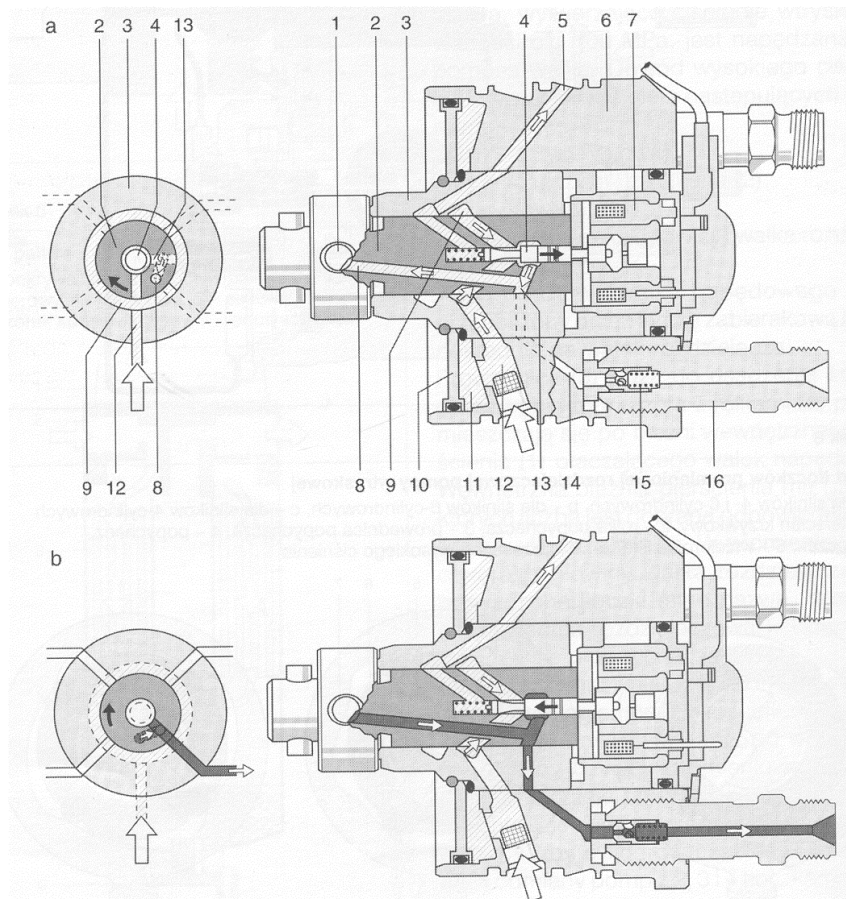
Pompa wysokiego ciśnienia, znajdująca się w obwodzie wysokiego ciśnienia, zapewnia dostarczanie paliwa o ciśnieniu rzędu 100 MPa do poszczególnych cylindrów. Zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia bardzo precyzyjnie reguluje wielkość dawki paliwa obliczonej przez sterownik na podstawie aktualnie panujących warunków pracy. Jest on umieszczony na głowicy rozdzielczej.



1. sterownik pompy,
2. promieniowa pompa wtryskowa (obrócona o 90°),
3. głowica rozdzielacza,
4. zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia,
5. złącze przewodu wtryskowego.

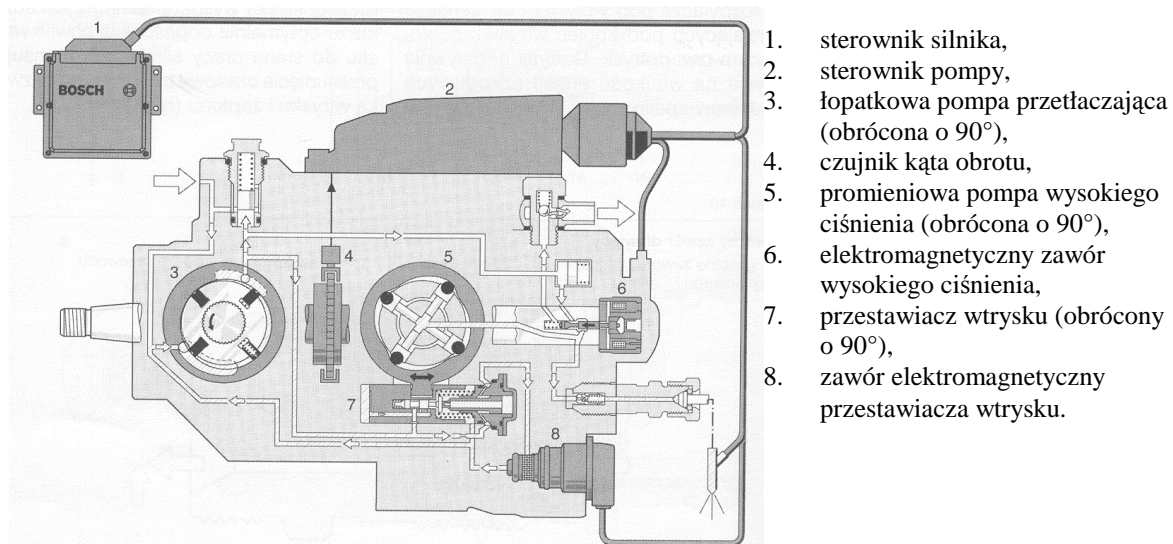
Rys. 39. Obwód wysokiego ciśnienia promieniowej rozdzielaczowej pompy wtryskowej [4, s. 17].

Rozdział paliwa do poszczególnych cylindrów odbywa się w głowicy rozdzielacza.



Rys. 40. Schemat głowicy rozdzielacza: a) faza napełniania, b) faza tłoczenia, 1) tłoczek, 2) wałek rozdzielacza, 3) tulejka sterująca, 4) iglica zaworu, 5) przelew paliwa, 6) kołnierz, 7) zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia, 8) przestrzeń wysokiego ciśnienia, 9) kanał pierścieniowy, 10) przepona akumulatora hydraulicznego, 11) przestrzeń przepony, 12) dopływ paliwa, 13) kanał rozdzielczy, 14) odpływ paliwa, 15) zwrotny zawór dławiący, 16) złącze przewodu wtryskowego [4, s. 18].

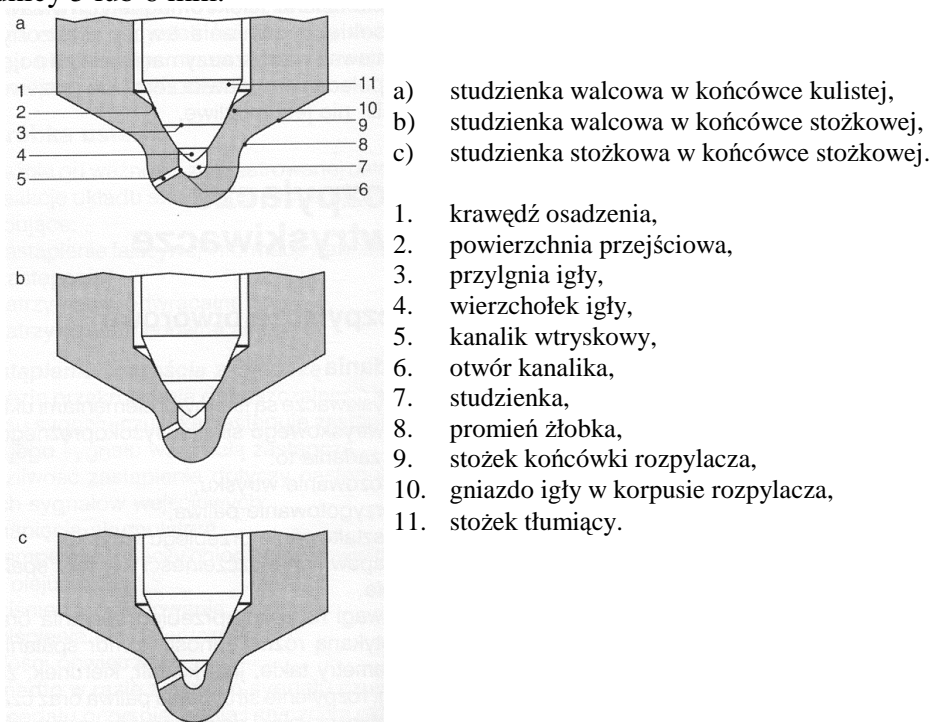
Moment wtrysku reguluje przestawiacz wtrysku, powodując obracanie pierścienia krzywkowego. Aktualną prędkość obrotową, położenie przestawiacza wtrysku oraz położenie kątowe wałka rozrządu oblicza sterownik poprzez pomiar położenia względnego wałka napędowego i pierścienia krzywkowego poprzez czujnik kąta obrotu.



Rys. 41. Schemat przestawiania wtrysku promieniowej rozdzielaczowej pompy wtryskowej [4, s. 20].

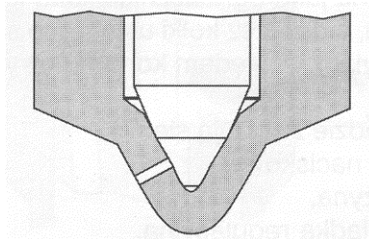
Wtryskiwacze

W elektronicznych układach wtryskowych z pompami rozdzielaczowymi w silnikach z wtryskiem bezpośrednim stosuje się wtryskiwacze z rozpylaczami otworowymi ze studzienką lub gniazdem. Ze względu na wielkość rozróżnia się typy P o średnicy igły 4 mm oraz typu S o średnicy 5 lub 6 mm.



Rys. 42. Odmiany rozpylaczy otworowych ze studzienką [4, s. 38].

W celu wyeliminowania objętości szkodliwej, powodującej zwiększenie emisji węglowodorów z powodu wycieku paliwa ze studzienki stosuje się rozpylacze otworowe z gniazdem przylgni.

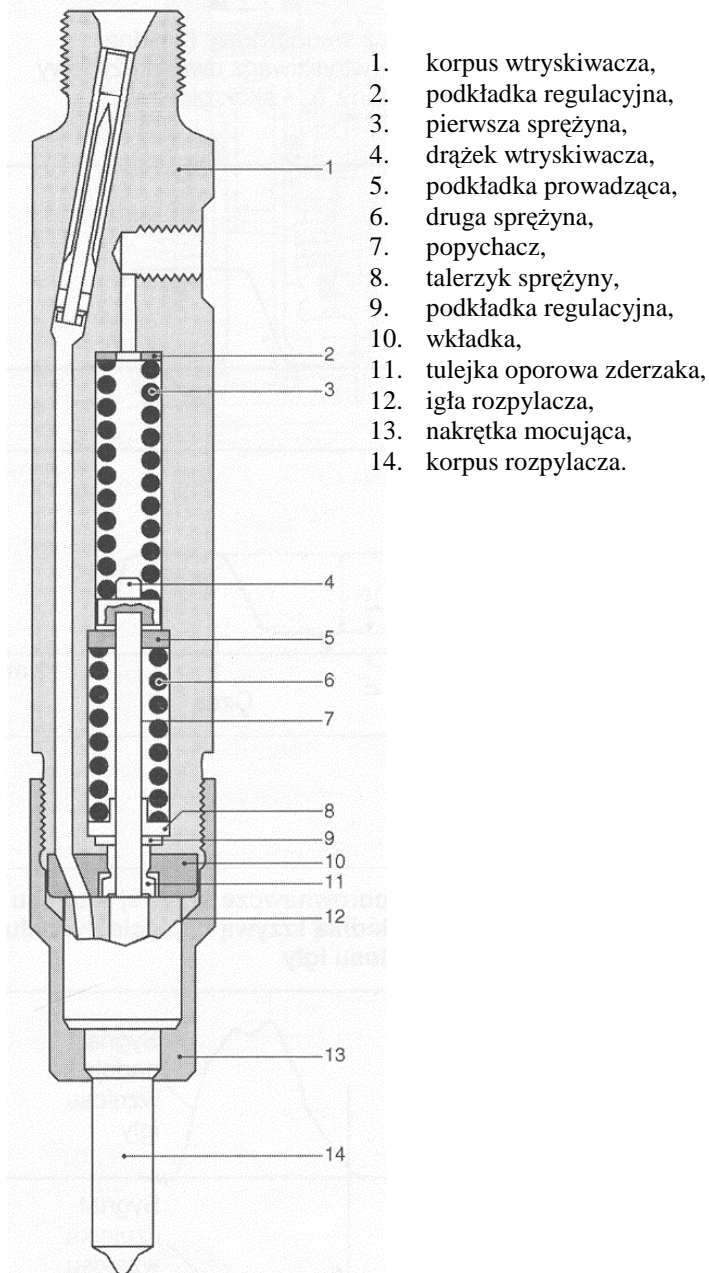


Rys. 43. Końcówka rozpylacza z gniazdem przyłgni [4, s. 39].

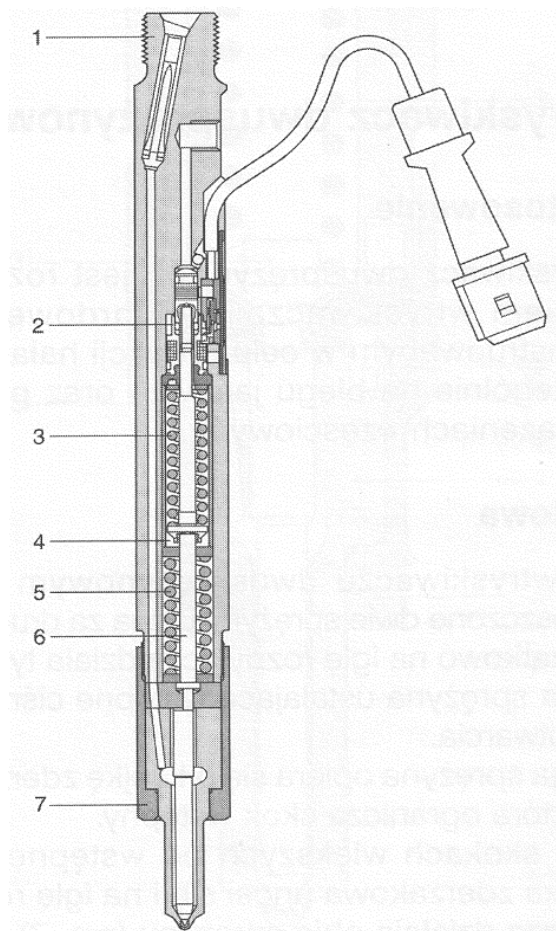
W celu poprawy jakości pracy silnika z zapłonem samoczynnym stosuje się wtryskiwacze dwusprężynowe oraz z czujnikiem wzniosu igły rozpylacza.

Zastosowanie dwóch sprężyn pozwala wyeliminować twardy bieg pracy silnika ZS poprzez dwuetapowy wtrysk paliwa – dawka wstępna i zasadnicza.

Czujnik wzniosu przekazuje istotną informację do sterownika o początku wtrysku.



Rys. 44. Wtryskiwacz dwusprężynowy [4, s. 41].



1. korpus wtryskiwacza,
2. czujnik wzniosu igły,
3. pierwsza sprężyna,
4. podkładka przewodząca,
5. druga sprężyna,
6. popychacz,
7. nakrętka mocująca.

Rys. 45. Wtryskiwacz z czujnikiem wzniosu igły [4, s. 42].

4.2.2. Pytania sprawdzające

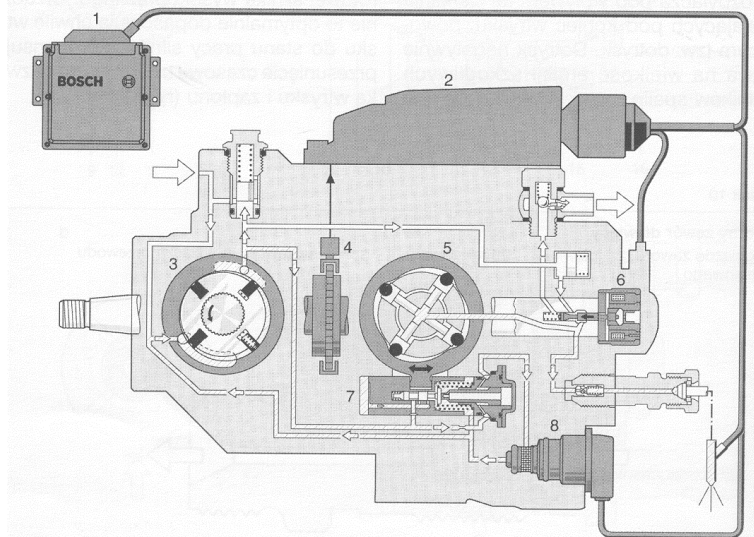
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zalety posiada elektroniczne sterowanie układami wtryskowymi?
2. Jaki rodzaj wtryskiwaczy jest stosowany w elektronicznych pompach wtryskowych?
3. W jaki sposób następuje działanie elektronicznych pomp wtryskowych?
4. Jakie elementy można wyróżnić w elektronicznej pompie wtryskowej?
5. W jaki sposób należy przeprowadzić demontaż i montaż zespołów układu wtryskowego?
6. Jakie elementy podlegają demontażowi w elektronicznych układach wtryskowych?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając z dokumentacji serwisowej elektronicznych układów wtryskowych przeanalizuj budowę rozdzielaczowej pompy wtryskowej. Nazwij wskazane elementy.



Rysunek do ćwiczenia 1 [4, s. 20].

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

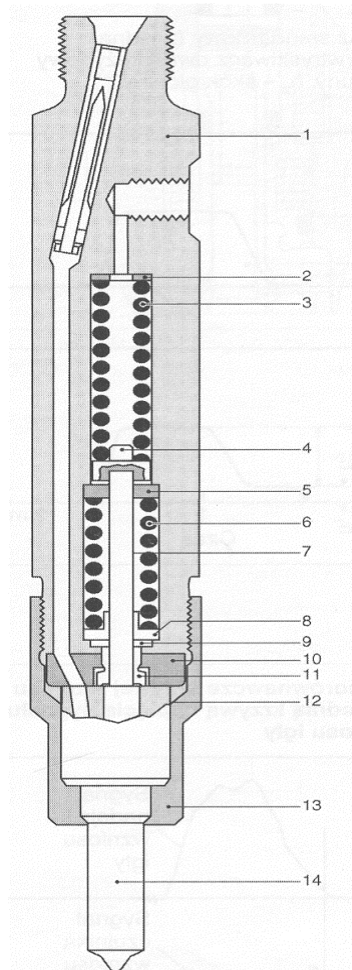
- 1) przeanalizować dokumentację techniczną,
- 2) wyjaśnić budowę oraz zasadę działania rozdzielaczowej pompy wtryskowej,
- 3) przeanalizować przedstawiony schemat układu,
- 4) nazwać przedstawione części,
- 5) zaprezentować rozwiązanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- modele pomp wtryskowych,
- dokumentacje serwisowe układów zasilania ZS,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Dokonaj demontażu i montażu wtryskiwacza. Korzystając z dokumentacji serwisowej układów wtryskowych przeanalizuj budowę oraz nazwij wskazane na rysunku części wtryskiwacza.



Rysunek do ćwiczenia 2 [4, s. 41].

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeanalizować dokumentację techniczną,
- 2) dokonać demontażu wtryskiwacza,
- 3) wyjaśnić budowę oraz zasadę działania wtryskiwacza,
- 4) dokonać montażu wtryskiwacza,
- 5) przeanalizować rysunek wtryskiwacza,
- 6) określić zadania przedstawionych elementów,
- 7) zapisać nazwy części składowych wtryskiwacza,
- 8) zaprezentować rozwiązanie swojego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wtryskiwacze,
- zestaw narzędzi,
- katalogi wtryskiwaczy ZS,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Dokonaj wymiany rozdzielaczowej pompy wtryskowej. Przeanalizuj rodzaj zastosowanego napędu pompy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną demontażu i montażu układu wtryskowego,
- 3) przygotować samochód do ćwiczenia,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi przez ich wzrokowe oględziny,
- 5) dokonać demontażu osłon napędu pompy wtryskowej,
- 6) ustawić wał korbowy silnika w zwrocie zewnętrznym,
- 7) dokonać demontażu paska rozrządu,
- 8) dokonać montażu i regulacji napięcia paska rozrządu,
- 9) sprawdzić prawidłowość montażu paska napędowego,
- 10) sprawdzić położenie znaków ustawczych,
- 11) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z silnikiem z rozdzielaczową pompą wtryskową z napędem paskiem zębatym,
- dokumentacja serwisowa układów wtryskowych,
- zestaw narzędzi,
- klucz dynamometryczny,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozpoznać układu zasilania silnika z elektroniczną pompą wtryskową?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zlokalizować w pojeździe wskazany element układu wtryskowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozpoznać i nazwać części składowe elektronicznej pompy rozdzielaczowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) omówić działanie elektronicznych pomp wtryskowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać wymiany elektronicznej pompy wtryskowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) dokonać wymiany wtryskiwaczy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Pompowtryskiwacze UI/UP

4.3.1. Materiał nauczania

Wzrost wymagań w zakresie czystości spalin silników wysokoprężnych spowodował poszukiwanie nowych rozwiązań technicznych w budowie silników i układów wtryskowych.

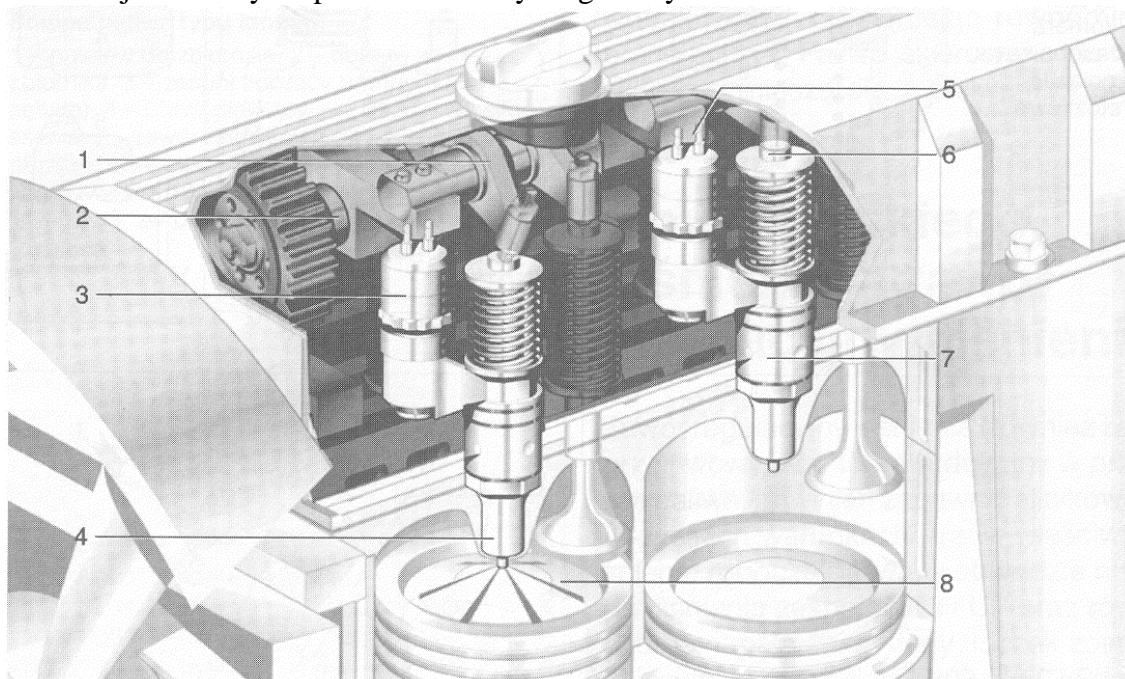
Podjęte badania procesów spalania wykazały, że dla obniżenia zawartości najbardziej szkodliwych składników w spalinach konieczne jest zwiększanie ciśnienia wtrysku, co zapewnia poprawę procesu spalania poprzez lepsze rozpylenie paliwa. Podniesienie ciśnienia w układzie wtryskowym spowodowało pojawienie się nieoczekiwanych kłopotów z uzyskaniem właściwej synchronizacji momentu rozpoczęcia wtrysku.

Dla wykorzystania możliwości elektronicznych układów zarządzania pracą silnika konieczne było stworzenie urządzeń wtryskowych, które byłyby w stanie w praktyce realizować proces wtrysku zgodny z parametrami wyliczonymi w sposób ciągły przez sterownik silnika.

W jednym z pierwszych rozwiązań, pochodzącym z połowy lat osiemdziesiątych, posłużono się metodą wytwarzania wysokiego ciśnienia dopiero tam, gdzie jest ono potrzebne.

Zespół UI zwany pompowtryskiwaczem należy do znacznych osiągnięć rozwojowych układów wtryskowych.

Zespół wtryskowy pompowtryskiwacza ma za zadanie wtryskiwanie paliwa do cylindra we wszystkich warunkach pracy, w chwili określonej przez sterownik, w dokładnych dawkach oraz przy wymaganym, wysokim ciśnieniu. Dzięki zintegrowaniu pompy i wtryskiwacza we wspólnej obudowie nie są potrzebne przewody wtryskowe. Każdy cylinder posiada swój oddzielny zespół zamocowany do głowicy.



Rys. 46. Zespół pompowtryskiwaczy: 1) popychacz dźwigniowy, 2) wał rozrządu, 3) zawór elektromagnetyczny, 4) rozpylacz, 5) złącze elektryczne, 6) końcówka tłoczka, 7) pompowtryskiwacz, 8) komora spalania [6, s. 22].

Korpus pompowtryskiwacza pełni jednocześnie funkcję cylindra pompy. Wewnętrzne kanały łączą komorę wysokiego ciśnienia z zaworem elektromagnetycznym obwodu niskiego ciśnienia oraz rozpylaczem. Elementem kształtującym początek i czas trwania wtrysku jest

zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia, który podaje paliwo do rozpylaczy, gdzie zostaje ono rozpylone.

W pracy pompowtryskiwaczy można wyróżnić cztery stany robocze: skok ssania, skok wstępny, skok tłoczenia i proces wtrysku oraz skok resztkowy.

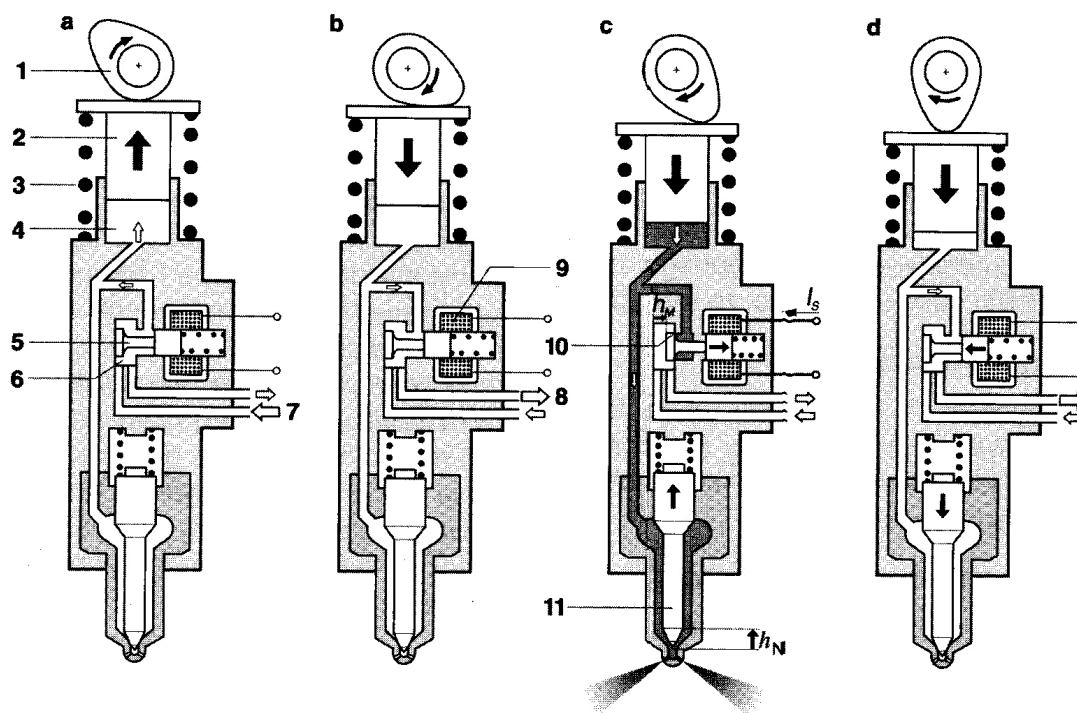
W skoku ssania paliwo dopływa poprzez otwarty zawór elektromagnetyczny do przestrzeni sekcji tłoczącej w czasie ruchu tłoczka pompy do góry.

W czasie skoku wstępnego poruszający się tłoczek w dół zwiększa ciśnienie w obwodzie niskiego ciśnienia. Kiedy tłoczek zaworu zostanie zamknięty impulsem elektrycznym rozpoczyna się skok tłoczenia. Po osiągnięciu ciśnienia otwarcia rozpylacza (około 30 MPa) następuje rzeczywisty początek wtrysku. Podczas trwania całego procesu wtrysku tłoczek ciągle zwiększa wartość ciśnienia paliwa. Największa wartość ciśnienia (180–205 MPa) zostaje osiągnięta w fazie pomiędzy skokiem tłoczenia i skokiem resztkowym.

Gdy ciśnienie obniży się poniżej wartości otwarcia wtryskiwacza proces wtrysku kończy się a paliwo przepływa do części niskociśnieniowej poprzez otwarty zawór elektromagnetyczny.

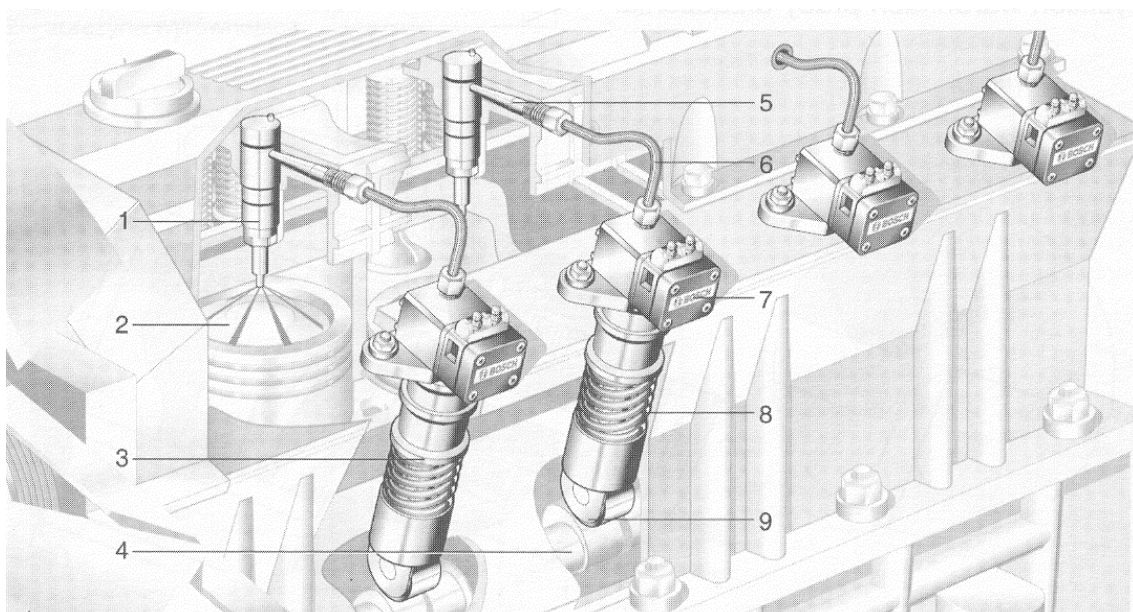
Napęd tłoczka jest realizowany bezpośrednio poprzez popychacz albo pośrednio dźwignią od dodatkowej krzywki wałka rozrządu.

Nadmiar paliwa jest odprowadzany do zbiornika, co powoduje chłodzenie pompowtryskiwaczy i polepszenie warunków jego pracy.



Rys. 47. Schemat działania zespołów UI: a) skok ssania, b) skok wstępny, c) skok tłoczenia, d) skok resztkowy, 1) krzywka napędowa, 2) tłoczek, 3) sprężyna powrotna, 4) przestrzeń wysokiego ciśnienia, 5) igła zaworu elektromagnetycznego, 6) przestrzeń zaworu elektromagnetycznego, 7) kanał dopływowy, 8) kanał przelewowy, 9) cewka, 10) gniazdo zaworu elektromagnetycznego, 11) igła rozpylacza [6, s. 22].

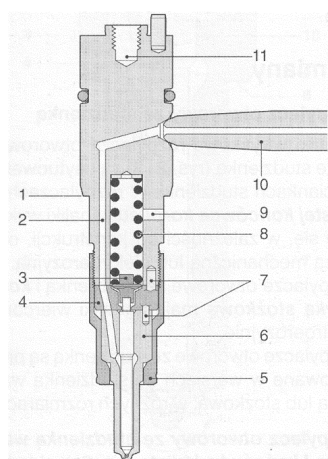
Odmianą zespołu pompowtryskiwaczy UI jest zespół pompa-przewód-wtryskiwacz (UP), który odróżnia się zastosowaniem krótkich przewodów wtryskowych łączących indywidualne pompy z wtryskiwaczem.



Rys. 48. Budowa zespołu UP: 1) obsada wtryskiwacza, 2) komora spalania, 3) pompa, 4) wał rozrządu, 5) króciec, 6) przewód wtryskowy, 7) zawór elektromagnetyczny, 8) sprężyna, 9) popychacz rolkowy [6, s. 32].

Wtryskiwacze

W układach wtryskowych z pompowtryskiwaczami (podobnie jak w układach Common Rail) rozpylacz stanowi integralną część wtryskiwacza. Wtryskiwacze są mocowane w głowicy silnika za pomocą przykręcanego kołnierza, jarzma dociskowego, nakrętki dociskowej lub są wkręcane bezpośrednio w głowicę. Często stosowane są wtryskiwacze stopniowe, które mogą być mocowane w miejscach gdzie jest bardzo mało miejsca.



1. stopień obudowy,
2. kanał dopływowy,
3. popychacz,
4. wkładka,
5. nakrętka mocująca rozpylacz,
6. korpus rozpylacza,
7. kołek ustalający,
8. sprężyna,
9. otwór przelewowy,
10. króciec przewodu wtryskowego,
11. gwintowany otwór pomocniczy do wyjmowania wtryskiwacza.

Rys. 49. Budowa wtryskiwacza stopniowego [6, s. 37].

W nowoczesnych układach wtryskowych rozpylacze muszą być wykonane bardzo dokładnie z wysokogatunkowych stali szlifowanych i polerowanych oraz utwardzanych powierzchniowo. Odchyłka kształtu wynosi rzędu 0,001 mm a luz igły w korpusie od 0,002 do 0,004 mm. Precyzyjne kanaliki są wiercone elektroerozyjnie oraz zaokrąglane metodą szlifowania przepływowego, ich średnica wynosi około 0,12 mm.

Montaż zespołu pompowtryskiwacza musi być przeprowadzony zgodnie z aktualną dokumentacją serwisową. Musi być on zamocowany w prawidłowym położeniu a po zamontowaniu musi być przeprowadzona regulacja pompowtryskiwacza śrubą ustawczą.

4.3.2. Pytania sprawdzające

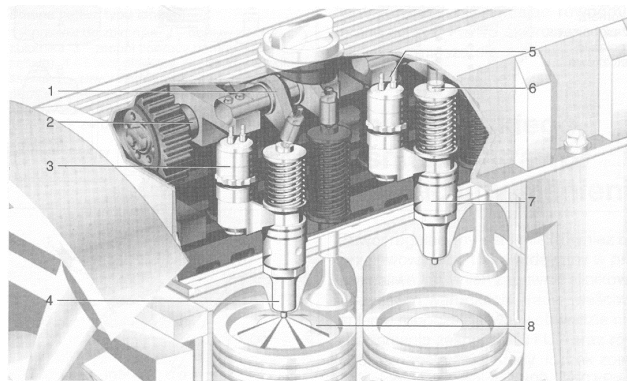
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zalety posiadają układy zasilania z pompowtryskiwaczami?
2. Jaki rodzaj rozpylaczy jest stosowany w pompowtryskiwaczach?
3. Jak działają układy zasilania z pompowtryskiwaczami?
4. Jakie elementy można wyróżnić w układach UI/UP?
5. Dlaczego w nowoczesnych układach wtryskowych bardzo ważne jest zachowanie całkowitej czystości?
6. Jakich warunków należy przestrzegać w czasie demontażu i montażu układów zasilania z pompowtryskiwaczami?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Odszukaj w pojeździe elementy układu zasilania pompowtryskiwaczami UI. Przeanalizuj budowę układu. Nazwij wskazane na rysunku elementy.



Rysunek do ćwiczenia 1 [6, s. 22].

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować dokumentację serwisową układu zasilania pojazdu,
- 2) odszukać elementy układu wtryskowego w pojeździe,
- 3) wyjaśnić budowę oraz zasadę działania układów wtryskowych UI,
- 4) przeanalizować rysunek układu zasilania UI,
- 5) nazwać przedstawione części,
- 6) określić cechy przedstawionych części elementów,
- 7) zaprezentować swoje ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód lub silnik z zespołem wtryskowym z pompowtryskiwaczami UI,
- dokumentacje serwisowe układów zasilania pompowtryskiwaczami,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Dokonaj wymiany wtryskiwacza zespołu wtryskowego UP.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zapoznać się z dokumentacją serwisową układu zasilania UP,
- 3) przygotować samochód (silnik) do ćwiczenia,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi przez ich wzrokowe oględziny,
- 5) dokonać demontażu pokrywy zaworów,
- 6) dokonać demontażu przewodu wtryskowego,
- 7) dokonać wybudowania kompletnego zespołu wtryskiwacza UP,
- 8) dokonać montażu części w odwrotnej kolejności do demontażu,
- 9) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód (lub silnik)z zespołem wtryskowym UP,
- dokumentacja serwisowa układu zasilania UP,
- zestaw narzędzi,
- klucz dynamometryczny,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Dokonaj analizy sposobu napędu pompowtryskiwaczy w silniku.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zapoznać się z dokumentacją serwisową układu zasilania,
- 3) przygotować samochód do ćwiczenia,
- 4) dokonać demontażu pokrywy zaworów,
- 5) odszukać pompowtryskiwacze oraz ich elementy napędowe,
- 6) opisać sposób napędzania pompowtryskiwaczy,
- 7) dokonać montażu pokrywy zaworów,
- 8) opisać i zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód lub silnik z pompowtryskiwaczami,
- dokumentacja serwisowa układów zasilania UI oraz UP,
- zestaw narzędzi,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.3.4. Sprawdzian postępów

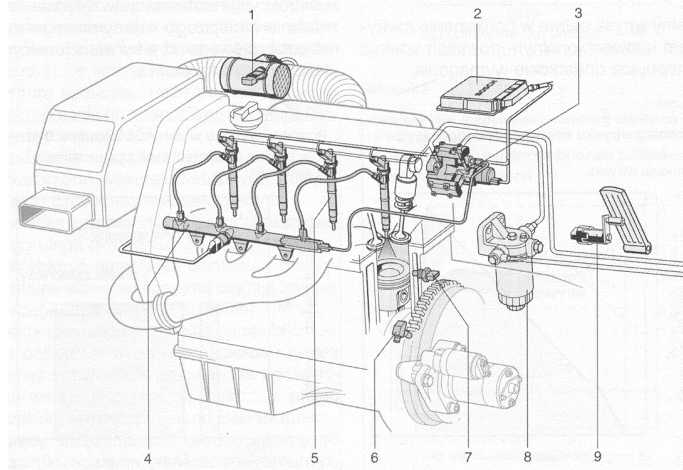
Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozpoznać układ zasilania silnika z pompowtryskiwaczami?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zlokalizować w pojeździe wskazany element układu wtryskowego z pompowtryskiwaczami?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozpoznać i nazwać części składowe pompowtryskiwaczy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) omówić działanie pompowtryskiwaczy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać wymiany elementów układu zasilania z pompowtryskiwaczami?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Zasobnikowe układy wtryskowe Common Rail

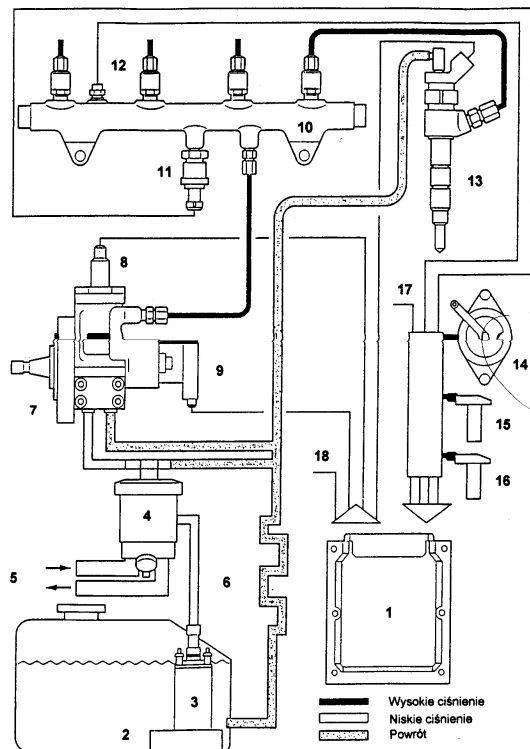
4.4.1. Materiał nauczania

W układach Common Rail proces wytwarzania ciśnienia i wtrysku jest rozdzielony. Ciśnienie wtrysku jest wytwarzane niezależnie od prędkości obrotowej silnika i jest utrzymywane w zasobniku zwanym kolektorem lub szyną. Chwilę wtrysku i dawkę paliwa oblicza sterownik, który uruchamia impulsami elektrycznymi zawory elektromagnetyczne lub piezohydrauliczne każdego wtryskiwacza.



1. masowy przepływomierz powietrza,
2. sterownik,
3. pompa wysokiego ciśnienia,
4. zasobnik wysokiego ciśnienia,
5. wtryskiwacze,
6. czujnik prędkości obrotowej wału korbowego,
7. czujnik temperatury cieczy chłodzącej,
8. filtr paliwa,
9. czujnik położenia pedału przyspieszenia.

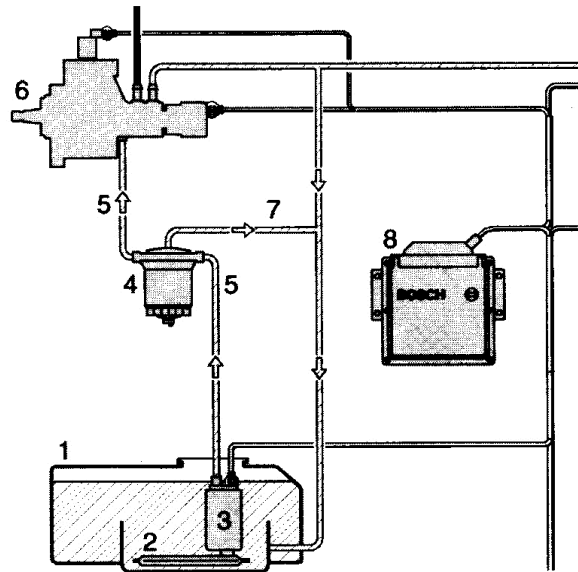
Rys. 50. Budowa zasobnikowego układu wtryskowego Common Rail [5, s. 7].



1. sterownik silnika,
2. filtr wstępny,
3. elektryczna pompa zasilająca,
4. filtr paliwa,
5. wlot i wylot paliwa,
6. obieg powrotny paliwa,
7. wysokociśnieniowa pompa paliwa,
8. elektromagnetyczny zawór odcinający,
9. zawór regulacji ciśnienia,
10. zasobnik,
11. zawór i czujnik ciśnienia,
12. zawór i czujnik ciśnienia,
13. wtryskiwacz paliwa,
14. sygnały z czujników,
15. sygnały z czujników,
16. sygnały z czujników,
17. sygnały z czujników,
18. sygnały sterujące do elementów wykonawczych.

Rys. 51. Schemat obiegu paliwa w zasobnikowym układzie Common Rail [2, s. 48].

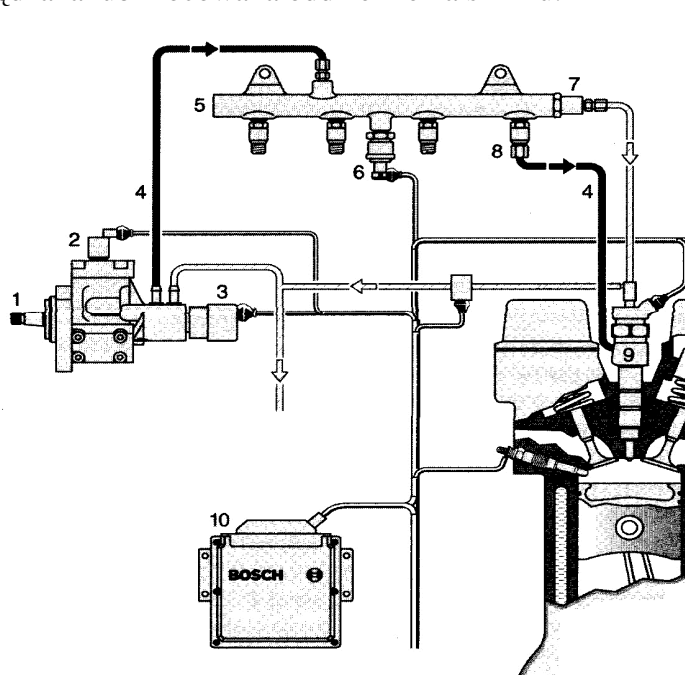
Obwód niskiego ciśnienia zawiera zbiornik paliwa (1) z filtrem wstępnego oczyszczania (2), pompę zasilającą (3), filtr paliwa (4), przewody niskiego ciśnienia (5), niskociśnieniową część pompy wysokiego ciśnienia (6), przewód przelewowy (7) oraz sterownik elektroniczny (8).



Rys. 52. Obwód niskiego ciśnienia układu wtryskowego Common Rail [5, s. 13].

Pompa zasilająca tłoczy paliwo pod ciśnieniem 0,2 do 0,3 MPa do pompy wysokiego ciśnienia. Może być ona elektryczną rolkową pompą wyporową lub mechanicznie napędzaną pompą zębatą.

Elektryczna pompa zasilająca pracuje stale, niezależnie od prędkości obrotowej silnika. Pompa zębata najczęściej jest wbudowana w pompę wysokiego ciśnienia i wspólnie z nią napędzana lub mocowana oddzielnie na silniku.

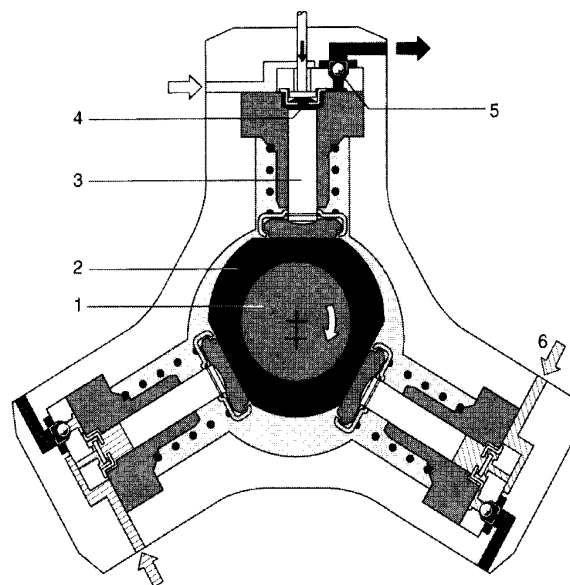


1. pompa wysokiego ciśnienia,
2. zawór wyłączający sekcję tłoczenia,
3. zawór regulacyjny ciśnienia,
4. przewody wysokiego ciśnienia,
5. zasobnik paliwa wysokiego ciśnienia,
6. czujnik ciśnienia zasobnika,
7. zawór redukcyjny ciśnienia,
8. ogranicznik przepływu,
9. wtryskiwacz,
10. sterownik.

Rys. 53. Obwód wysokiego ciśnienia układu wtryskowego Common Rail [5, s. 16].

W obwodzie wysokiego ciśnienia odbywa się wytwarzanie ciśnienia oraz rozdział paliwa i jego dawkowanie.

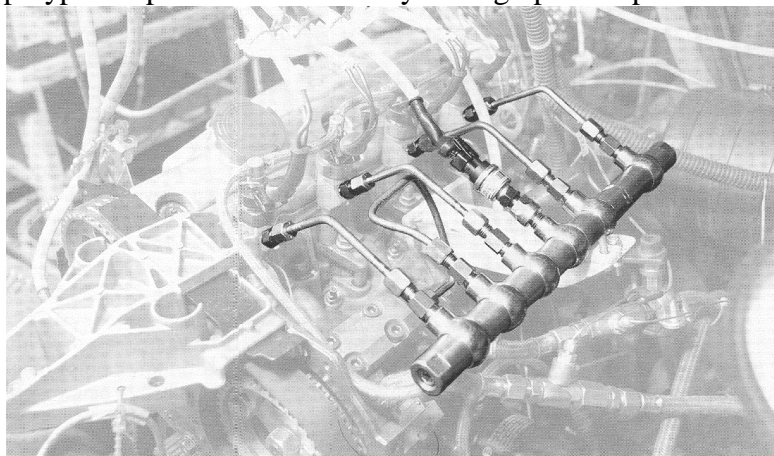
Pompa wysokiego ciśnienia jest głównym elementem układu, spręża ona paliwo do wartości ciśnienia 180 Pa, jest mocowana i napędzana podobnie jak konwencjonalna pompa wtryskowa. Paliwo w pompie jest sprężane przez trzy równomiernie rozłożone promieniowo tłoczki, co gwarantuje bardzo równomierne obciążenie układu pompy.



1. wałek napędowy,
2. krzywka mimośrodowa,
3. sekcja tłocząca,
4. zawór wlotowy,
5. zawór wylotowy,
6. dopływ paliwa.

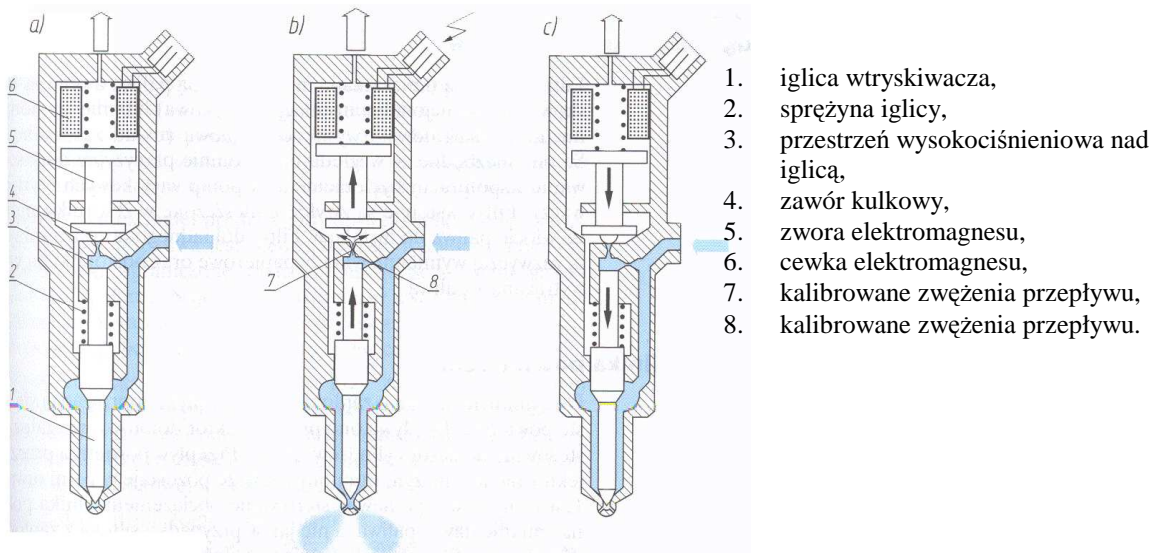
Rys. 54. Pompa wysokiego ciśnienia [5, s. 17].

Pompa wysokiego ciśnienia pracuje z dużym wydatkiem, dlatego jej wydajność jest dostosowywana do aktualnych potrzeb poprzez wyłączanie sekcji tłoczącej. Zawór regulacji ciśnienia utrzymuje w zasobniku paliwa właściwe ciśnienie. Zasobnik paliwa wysokiego ciśnienia gromadzi paliwo, tłumi drgania ciśnienia, zapewnia stałe ciśnienie wtrysku. Czujnik ciśnienia przekazuje sygnały do sterownika o aktualnej jego wartości. Zawór redukcyjny ciśnienia ogranicza ciśnienie w zasobniku do wartości 135 Pa. Ogranicznik przepływu zabezpiecza przed nadmiernym dawkowaniem poprzez odcinanie dopływu paliwa do wtryskiwacza w przypadku przekroczenia maksymalnego poboru paliwa.



Rys. 55. Układ Common Rail [5, s. 20].

W układach Common Rail występuje wtrysk małej dawki pilotowej i wtrysk dawki głównej. W układach Multijet dawka jest podzielona na pięć faz: pilotowa, przedwtrysk, dawka główna, powtrysk i dotrysk, co gwarantuje cichą i czystą pracę silnika. W układach zasobnikowych stosuje się wtryskiwacze z rozpylaczami otworowymi ze studzienką lub z gniazdem typu P o średnicy igły 4 mm.



Rys. 56. Zasada działania wtryskiwacza układu Common Rail: a) wtryskiwacz zamknięty, b) wtrysk paliwa, c) zakończenie wtrysku [8, s. 177].

W stanie zamkniętym iglica zamyka zawór, a ciśnienie paliwa równoważy się po obu jej stronach. Po przyłożeniu impulsu elektrycznego zwora elektromagnesu podnosi się powodując różnicę ciśnień pod i nad iglicą i wtrysk małej dawki paliwa. Dłuższy impuls elektryczny zwiększa wtryskiwaną dawkę. Dwa przewężenia ograniczają przepływ paliwa i kontrolują jego wielkość. Po ustaniu sygnału elektrycznego zwora i iglica wracają na swoje miejsca i wtrysk zostaje zakończony. W zasobnikowych układach wtryskowych wtryskiwacze są uruchamiane napięciem ponad 70 V.

Demontaż i montaż elementów elektronicznego układu wtryskowego

Demontaż i montaż układu wtryskowego powinien być przeprowadzony w oparciu o aktualną dokumentację serwisową, z użyciem właściwych narzędzi specjalnych oraz uniwersalnych. Należy przestrzegać przepisowych momentów dokręcania połączeń gwintowych, stosowania nowych uszczelnień oraz właściwej kolejności montażu. Podczas prac z układem zasilania należy zachować szczególną czystość. Nawet najdrobniejsze zanieczyszczenia (wielkości włosa) mogą spowodować uszkodzenie układu. Po montażu zawsze należy napełnić układ w ten sposób, aby nie dopuścić nawet do chwilowej pracy zespołów na sucho. Rozpylone pod wysokim ciśnieniem paliwo jest łatwopalne oraz łatwo przenika przez skórę człowieka powodując zakażenie organizmu. Pompy paliwa, wtryskiwacze nie podlegają demontażowi, wymianie podlega cały zespół. Przy montażu stosujemy właściwą kolejność oraz przepisowe momenty dokręcania połączeń śrubowych. W układach zasobnikowych nie występuje regulacja ustawienia kąta wtrysku z powodu elektronicznego sterowania wtryskiwacza.

Zdemontowany wtryskiwacz z powodu bardzo małego luzu musi być przechowywany w oleju napędowym ze względu na jego zatarcie. Zgodnie z dokumentacją serwisową nowy wtryskiwacz po wyjęciu z opakowania musi zostać w ciągu kilkunastu minut zabudowany i uruchomiony. Podczas montażu wtryskiwaczy należy zwrócić uwagę na jego właściwe położenie w celu zachowania kierunku rozpylania paliwa w komorze spalania.

Wtryskiwacze układów zasobnikowych wymagają kalibracji polegającej na zapisaniu w pamięci sterownika pojazdu przy pomocy komputera diagnostycznego ich kodu literowo-cyfrowego. Dokładne dane zawsze podaje aktualna literatura serwisowa.

Sterowniki układów wtryskowych są bardzo czułe na wszelkie przepięcia, dlatego zawsze przed demontażem konieczne jest wcześniejsze odłączenie zasilania elektrycznego.

Przed dotknięciem sterownika należy odprowadzić ładunki elektrostatyczne poprzez dotknięcie nadwozia z powodu możliwości uszkodzenia bardzo czułej elektroniki.

Przewody wtryskowe z powodu wysokich ciśnień bardzo często przy demontażu podlegają wymianie na nowe.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to są zasobnikowe układy wtryskowe?
2. Jakie zalety posiadają układy Common Rail?
3. Jaki rodzaj wtryskiwaczy jest stosowany w układach Common Rail?
4. Jakie elementy można wyróżnić w układach Common Rail?
5. Na czym polega wtryskiwanie wielu dawek paliwa?
6. Dlaczego w nowoczesnych układach wtryskowych bardzo ważne jest zachowanie całkowitej czystości?
7. Jakich warunków należy przestrzegać w czasie demontażu i montażu elektronicznych układów wtryskowych Common Rail?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Znajdź w pojeździe wskazane elementy układu zasilania silnika ZS. Scharakteryzuj zastosowany rodzaj i właściwości użytych materiałów korzystając z dostępnych katalogów.

Nazwa zespołu, podzespołu lub części	Właściwości materiałów konstrukcyjnych
Zbiornik paliwa	
Wkład filtra paliwa	
Przewody zasilające	
Przewody wtryskowe	
Wtryskiwacz	
Korpus pompy wysokiego ciśnienia	
Sekcja tłocząca pompy wysokiego ciśnienia	
Zasobnik paliwa wysokiego ciśnienia	

Sposób wykonania ćwiczenia

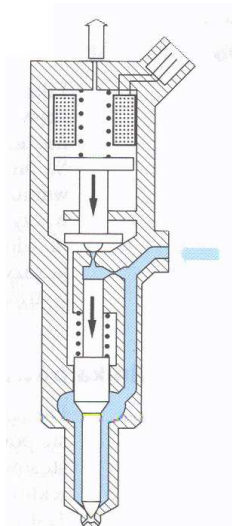
Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z dokumentacją serwisową układu zasilania ZS,
- 2) odszukać wskazane części w pojeździe,
- 3) przeanalizować katalogi wyrobów aparatury wtryskowej,
- 4) zapisać charakterystykę materiałów,
- 5) zaprezentować wyniki swojej pracy.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- samochód z układem wtryskowym Common Rail,
 - dokumentacja serwisowa układów zasilania ZS,
 - katalogi aparatury wtryskowej Common Rail,
 - literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Odszukaj w pojeździe wtryskiwacze układu Common Rail. Zwróć uwagę na ich zasilanie paliwem i sterowanie. Na podstawie przedstawionego schematu opisz działanie wtryskiwaczy układu Common Rail.



Rysunek do ćwiczenia 2 [8, s. 177].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z dokumentacją serwisową układów Common Rail,
- 2) odszukać wtryskiwacze w pojeździe,
- 3) przeanalizować i opisać sposób działania wtryskiwaczy Common Rail,
- 4) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z układem wtryskowym Common Rail,
- dokumentacja serwisowa układów wtryskowych Common Rail,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) rozpoznać układu zasilania Common Rail? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) zlokalizować w pojeździe wskazany element układu Common Rail? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) rozpoznać i nazwać części składowe układu Common Rail? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) wyjaśnić działanie układu Common Rail? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) scharakteryzować budowę i działanie wtryskiwaczy Common Rail? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) dokonać wymiany elementów układu Common Rail? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym. Zadania są wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi:
 - w pytaniach wielokrotnego wyboru zaznacz prawidłową odpowiedź X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Czas trwania testu – 45 minut.
9. Maksymalna liczba punktów, jaką można osiągnąć za poprawne rozwiązanie testu wynosi 20 pkt.

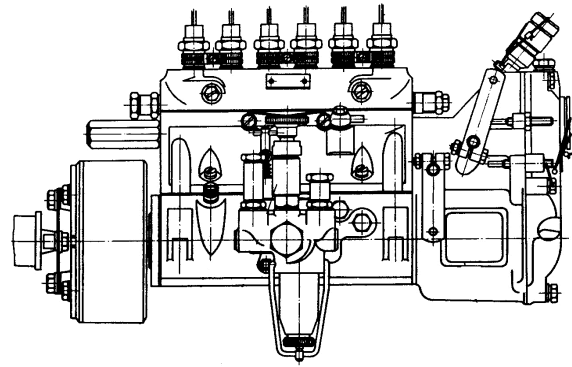
Celem przeprowadzanego pomiaru dydaktycznego jest sprawdzenie poziomu wiadomości i umiejętności, jakie zostały ukształtowane w wyniku zorganizowanego procesu kształcenia w jednostce modułowej Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym. Spróbuj swoich sił. Pytania nie są trudne i jeżeli zastanowisz się, to na pewno udzielisz odpowiedzi.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

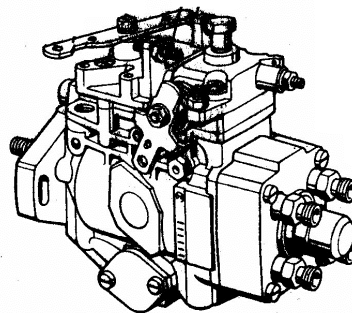
1. W skład układu zasilania silnika z zapłonem samoczynnym **nie wchodzi**
 - a) wtryskiwacz.
 - b) pompa wtryskowa.
 - c) filtr paliwa.
 - d) alternator.
2. W skład części wysokociśnieniowej wchodzi
 - a) wtryskiwacz.
 - b) zbiornik paliwa.
 - c) pompa podająca.
 - d) filtr paliwa.
3. Napęd pompy wtryskowej nie może być przekazywany poprzez
 - a) pasek rozrządu.
 - b) łańcuch rozrządu.
 - c) pasek wielorowkowy.
 - d) koła zębate.

4. Na rysunku przedstawiono
- rozdzielaczową pompę wtryskową.
 - rzędowną pompę wtryskową.
 - pompę Common Rail.
 - pompo-wtryskiwacze.



5. W pompie rzędownej ilość sekcji odpowiada ilości
- suwów pracy.
 - zaworów silnika.
 - pomp zasilających.
 - cyldrów.
6. Wielkość dawki w pompach rzędownych jest zmieniana poprzez
- ruch przepustnicy.
 - obrót tłoczka.
 - zmianę ciśnienia.
 - zmianę czasu wtrysku.

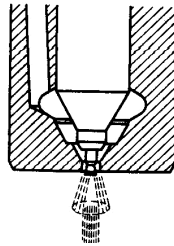
7. Na rysunku przedstawiono
- pompę rozdzielaczową.
 - pompę rzędowną.
 - pompowtryskiwacze.
 - pompę zasobnikową.



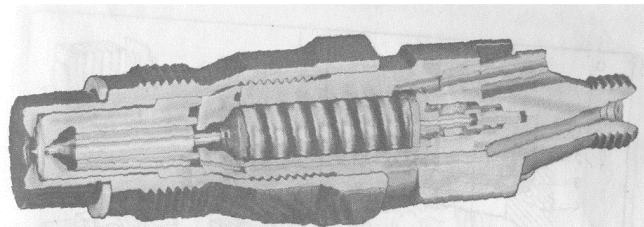
8. Tłokorozdzielacz ma za zadanie
- tłoczyć i rozdzielać paliwo w pompie rzędownej.
 - tłoczyć i rozdzielać paliwo w pompie rozdzielaczowej.
 - zasysać paliwo z filtra i podawać do przewodów wtryskowych.
 - odprowadzić nadmiar paliwa od dawki głównej.
9. W układach wtryskowych stosuje się pompy z napędem
- mechanicznym.
 - pneumatycznym.
 - elektrycznym.
 - hydraulicznym.
10. Regulator prędkości obrotowej w układach wtryskowych ZS stosowany jest w celu
- regulacji kąta wtrysku.
 - regulacji kąta tłoczenia.
 - regulacji ciśnienia paliwa.
 - regulacji wielkości dawki paliwa.

11. W układach wtrysku bezpośredniego stosuje się wtryskiwacze
- jednopunktowe.
 - czopikowe.
 - czopikowe dławiące.
 - otworowe.

12. Wielkością charakterystyczną wtryskiwacza jest
- ciśnienie otwarcia.
 - czas otwarcia.
 - skok iglicy rozpylacza.
 - ilość podkładek regulacyjnych.



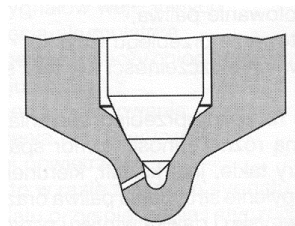
13. Na rysunku przedstawiono
- wtryskiwacz czopikowy.
 - rozpylacz czopikowy.
 - wtryskiwacz otworowy.
 - rozpylacz otworowy.



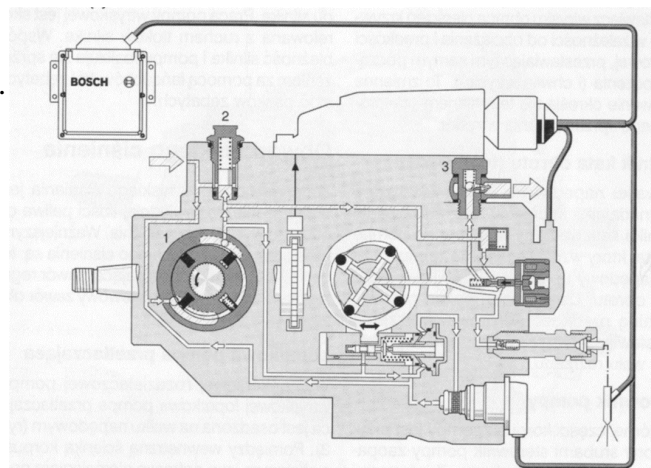
14. Na rysunku przedstawiono przekrój
- wtryskiwacza otworowego.
 - wtryskiwacza czopikowego.
 - tłokorozdzielacza.
 - sekcji tłoczącej.

15. Regulacja ciśnienia otwarcia wtryskiwacza polega na zmianie
- ciśnienia paliwa.
 - zaworu regulacyjnego.
 - grubości podkładek.
 - sprężyny.

16. Rysunek przedstawia rozpylacz
- otworowy ze studzienką.
 - otworowy z gniazdem przyłgni.
 - stopniowy.
 - czopikowy.

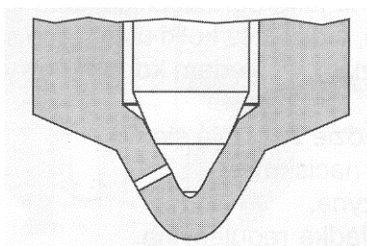


17. Rysunek przedstawia schemat obwodu niskiego ciśnienia
- pompowtryskiwacza UI.
 - pompowtryskiwacza U.
 - elektronicznej pompy wtryskowej.
 - pompy Common Rail.



18. Na rysunku przedstawiono rozpylacz

- a) otworowy ze studzienką.
- b) otworowy z gniazdem przyłgni.
- c) stopniowy.
- d) czopikowy.

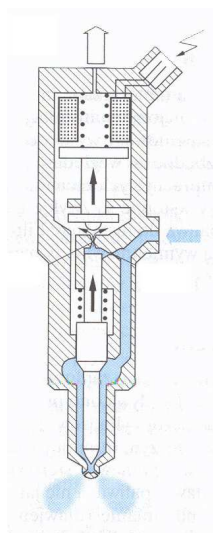


19. Układy Common Rail należą do grupy układów

- a) pompowtryskiwaczy.
- b) niskiego ciśnienia.
- c) zasobnikowych.
- d) UPS.

20. Na rysunku przedstawiono wtryskiwacz układu

- a) pompowtryskiwacza.
- b) rozruchowego.
- c) pompy rozdzielczej VR.
- d) Common Rail.



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
	Razem:				

6. LITERATURA

1. Falkowski H.: Aparatura wtryskowa. WKiŁ, Warszawa 1990
2. Janiszewski T.: Elektroniczne układy wtryskowe silników wysokoprężnych. WKiŁ, Warszawa 2004
3. Kasedorf J.: Zasilanie wtryskowe olejem napędowym. WKiŁ, Warszawa 1990
4. Informator techniczny Bosch. Promieniowe rozdzielaczowe pompy wtryskowe VR. WKiŁ Warszawa 2000
5. Informator techniczny Bosch. Układ wtryskowy Common Rail. WKiŁ Warszawa 2000
6. Informator techniczny Bosch. Układy wtryskowe UIS/UPS. WKiŁ Warszawa 2000
7. Peszak J.: Systemy zasilania silników samochodowych. Politechnika Śląska, Gliwice 1992
8. Rychter T.: Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 2006