



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Janusz Górny

Wykonywanie montażu i demontażu silnika czterosuwowego 723[04].Z1.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:

mgr inż. Robert Wanic
mgr inż. Igor Lange

Opracowanie redakcyjne:

mgr Janusz Górny

Konsultacja:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].Z1.03 Wykonywanie montażu i demontażu silnika czterosuwowego, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu mechanik pojazdów samochodowych.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Budowa i zasada działania silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą oraz chłodzonego powietrzem	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	21
4.1.3. Ćwiczenia	22
4.1.4. Sprawdzian postępów	27
4.2. Montaż i demontaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą oraz chłodzonego powietrzem	28
4.2.1. Materiał nauczania	28
4.2.2. Pytania sprawdzające	45
4.2.3. Ćwiczenia	45
4.2.4. Sprawdzian postępów	47
5. Sprawdzian osiągnięć	48
6. Literatura	54

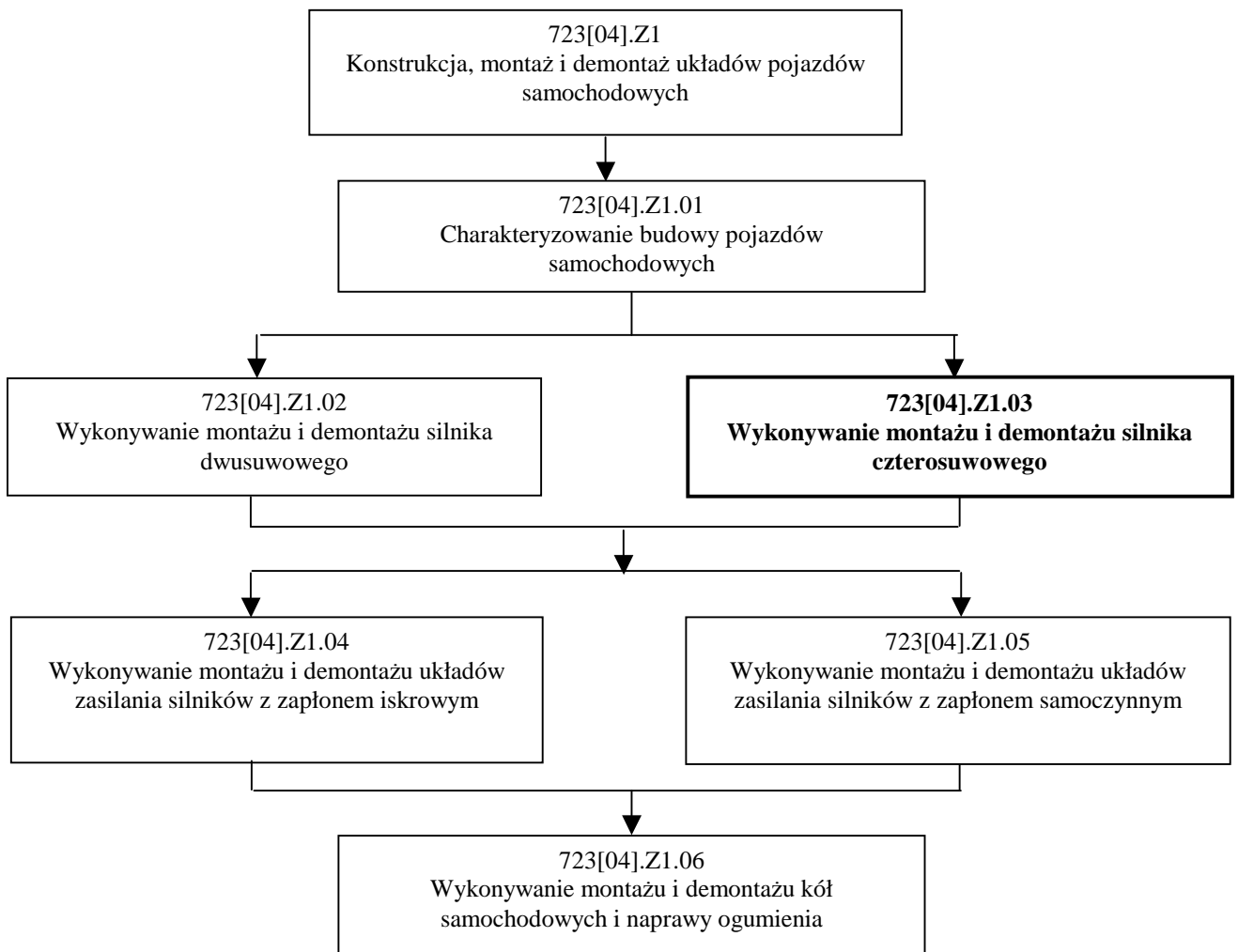
1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy dotyczącej montażu i demontażu silnika czterosuwowego.

W poradniku znajdziesz:

- 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 – wiadomości teoretyczne niezbędne do osiągnięcia założonych celów kształcenia i opanowania umiejętności zawartych w jednostce modułowej,
- zestaw pytań, abyś mógł sprawdzić, czy już opanowałeś określone treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań. Zaliczenie testu potwierdzi opanowanie materiału całej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

Miejsce jednostki modułowej w strukturze modułu 723[04].Z1 „Konstrukcja, montaż i demontaż układów pojazdów samochodowych” jest wyeksponowane na schemacie zamieszczonym na stronie 4.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozróżniać konstrukcje pojazdów samochodowych,
- wykonywać montaż i demontaż podstawowych układów pojazdów samochodowych,
- charakteryzować budowę pojazdów samochodowych,
- przestrzegać zasady bezpiecznej pracy, przewidywać zagrożenia i zapobiegać im,
- stosować jednostki układu SI,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- selekcjonować, porządkować i przechowywać informacje,
- interpretować podstawowe prawa fizyczne,
- rozpoznawać proste związki chemiczne,
- interpretować związki wyrażone za pomocą wzorów, wykresów, schematów, diagramów, tabel,
- użytkować komputer,
- 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 silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem i chłodzonego cieczą,
- wyjaśnić zasadę działania silnika czterosuwowego,
- odczytać wykres indykatorowy silnika czterosuwowego,
- zdemontować silnik czterosuwowy chłodzony powietrzem i cieczą,
- określić części składowe silnika,
- scharakteryzować właściwości materiałów, które zostały zastosowane na części silnika,
- zmontować silnik czterosuwowy z zachowaniem warunków montażu,
- określić rodzaje stosowanych cieczy chłodzących i ich właściwości,
- ocenić jakość wykonywanych prac,
- skorzystać z dokumentacji technicznej,
- zastosować przepisy bhp i ochrony ppoż. na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Budowa i zasada działania silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą oraz chłodzonego powietrzem

4.1.1. Materiał nauczania

Ze względu na sposób zapłonu mieszanki palnej w cylindrach tłokowe silniki spalinowe dzieli się na:

- silniki spalinowe o zapłonie iskrowym (ZI), w których zapłon mieszanki następuje od iskry elektrycznej między elektrodami świecy zapłonowej,
- silniki spalinowe o zapłonie samoczynnym (ZS), w których paliwo wtrysnięte do cylindra zapala się od silnie nagrzanego w wyniku wysokiego sprężenia powietrza. Innymi spotykanymi nazwami silników ZS są: silnik wysokoprężny albo silnik Diesla.

W czasie pracy silnika spalinowego jego części intensywnie się nagzewają wskutek wydzielania dużej ilości ciepła przy spalaniu paliwa oraz w wyniku tarcia. Temperatura spalania mieszanki dochodzi do 2000°C, a nawet przekracza tę wartość. Z tego względu silniki spalinowe muszą być chłodzone. Rozróżnia się dwa zasadnicze rodzaje silników ze względu na sposób chłodzenia:

- chłodzone powietrzem,
- chłodzone cieczą.

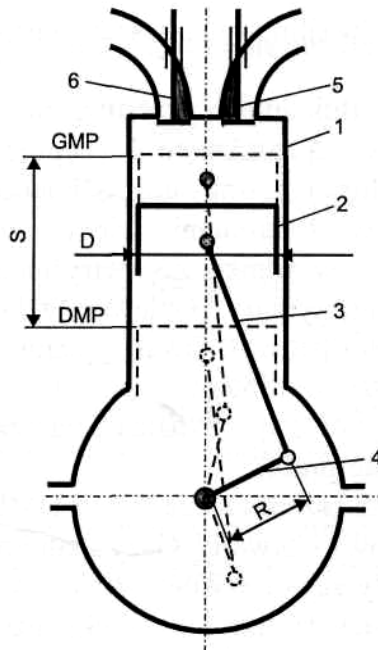
Inny sposób podziału silników spalinowych uwzględnia cykl pracy w cylindrze silnika.

Z tego punktu widzenia silniki dzielimy na:

- dwusuwowe, w których cykl pracy zachodzi w czasie jednego obrotu wału korbowego silnika (działanie tego rodzaju silnika omówiono w poprzednim ćwiczeniu),
- czterosuwowe, w których cykl pracy zachodzi raz na dwa obroty wału korbowego. Zasadnicze elementy składowe silnika czterosuwowego to kadłub (obudowa), w którym jest osadzony lub wytoczony cylinder, tłok, sworzeń tłokowy, korbowód, wał korbowy, wał rozrządu oraz zawory dolotowy i wylotowy.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat tłokowego silnika spalinowego. Tłok silnika (2) wykonuje w cylindrze (1) ruch postępowo-zwrotny od górnego martwego punktu GMP (inaczej nazywanego zwrotem zewnętrznym ZZ) do dolnego martwego punktu DMP (zwanego również zwrotem wewnętrznym ZW) oraz od dolnego punktu DMP do punktu górnego GMP. Tłok silnika jest połączony z korbowodem (3) za pomocą sworznia tłokowego. Korbowód łączy się z wałem korbowym (4). Cylinder silnika zamykają zawory: dolotowy (6) i wylotowy (5) umieszczone najczęściej w głowicy silnika. Odległość między GMP i DMP nazywa się skokiem tłoka i oznacza literą *S*. Średnicę cylindra oznaczamy literą *D*.

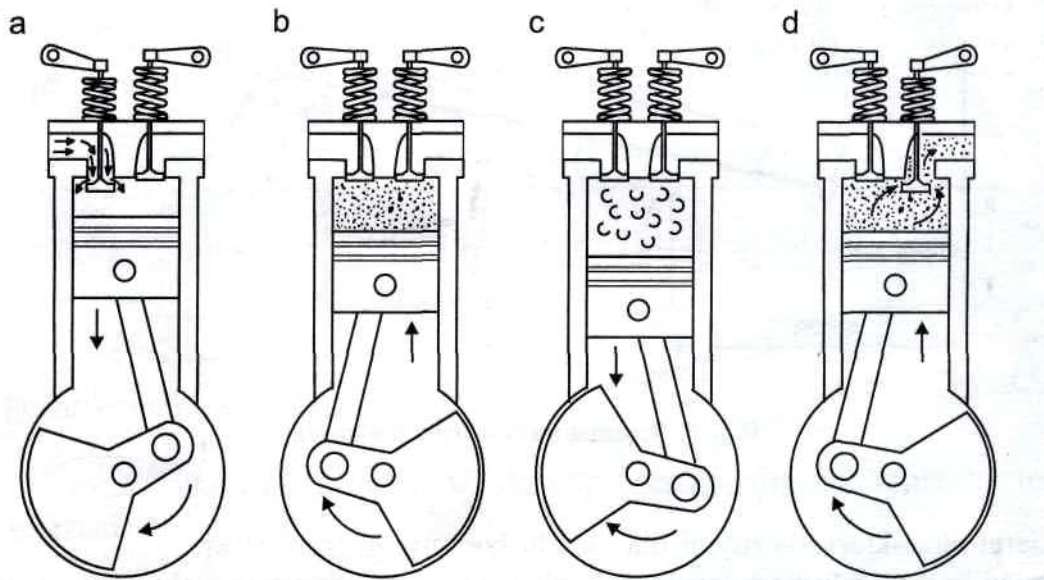
Silniki czterosuwowe mogą być chłodzone powietrzem lub cieczą. Zasada pracy silników czterosuwowych o zapłonie iskrowym (ZI) i o zapłonie samoczynnym (ZS) jest bardzo podobna, różni się jedynie sposobem tworzenia i zapalenia mieszanki.



Rys. 1. Schemat czterosuwowego silnika spalinowego [1, s. 7].

W silniku czterosuwowym na jeden cykl pracy przypadają cztery suwy:

- suw dolotu (ssania) – rys. 2 a,
- suw sprężania – rys. 2 b,
- suw pracy (rozprężania) – rys. 2 c,
- suw wylotu (wydechu) – rys. 2 d.



Rys. 2. Schemat działania silnika czterosuwowego [5, s. 28].

W czasie suwu dolotu (rys. 2 a) tłok silnika przesuwa się od górnego położenia GMP do położenia dolnego DMP. W tym czasie zawór wylotowy jest zamknięty, a przez otwarty zawór dolotowy dopływa świeży ładunek (w silniku ZI mieszanka paliwa z powietrzem, a w silniku ZS – powietrze).

Podczas suwu sprężania (rys. 2 b) tłok silnika przesuwa się od położenia DMP do położenia GMP. Zawory dolotowy i wylotowy są zamknięte. Następuje sprężanie mieszanki palnej (lub powietrza – w silniku ZS).

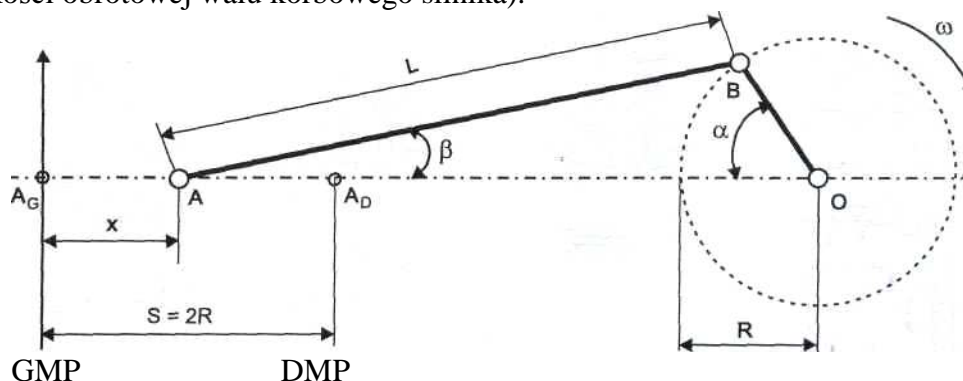
Przed dojściem tłoka do GMP następuje zapłon mieszanki od iskry elektrycznej przeskakującej między elektrodami świecy zapłonowej silnika ZI (lub wtrysk paliwa pod wysokim ciśnieniem – w silniku ZS; wtrysnięte paliwo tworzy z powietrzem mieszankę, która zapala się samoczynnie, ponieważ wewnątrz cylindra panuje wyższa temperatura od temperatury zapłonu paliwa). Gwałtownemu spalaniu mieszanki w cylindrze silnika towarzyszy bardzo duży wzrost ciśnienia i temperatury.

W czasie suwu pracy (rys. 2 c) gazy powstałe ze spalania mieszanki cisną na tłok i przesuują go w dół od GMP do DMP wykonując pracę.

Podczas suwu wylotu (rys. 2 d) tłok przemieszcza się od DMP do GMP. Zawór dolotowy jest zamknięty, natomiast zawór wylotowy – otwarty. Gazy spalinowe, mające jeszcze dość wysokie ciśnienie, wypływają przez otwarty zawór wylotowy na zewnątrz cylindra. Po suwie wylotu rozpoczyna się następny cykl pracy silnika. W silniku czterosuwowym jeden cykl pracy przypada na dwa obroty wału korbowego.

Podstawowe wielkości charakteryzujące silnik spalinowy

Układ korbowy silnika spalinowego, złożony z tłoków, korbowodów, wału korbowego i koła zamachowego, spełnia istotną rolę. Jego zadaniem jest zamiana ruchu postępowo-zwrotnego tłoka na ruch obrotowy wału korbowego. Układ ten jest silnie obciążony, bowiem działają na niego bardzo duże siły ciśnienia pochodzące od gazów spalinowych z jednej strony, z drugiej siły masowe od mas wirujących (siły te narastają wraz ze wzrostem prędkości obrotowej wału korbowego silnika).



Rys. 3. Schemat mechanizmu korbowego [1, s. 8].

Wielkościami charakterystycznymi dla układu korbowego (rys. 3) są:

- R – promień korby wału korbowego (odległość OB pomiędzy osią wału korbowego O i osią czopa korbowego B).
- L – długość korbowodu (odległość AB między osią główki korbowodu A i osią stopy korbowodu B).
- S – skok tłoka (odległość $A_G A_D$ równa $2R$; $S = 2R$). Skokowi tłoka odpowiada obrót korby wału korbowego silnika o 180° .

- $\lambda = \frac{R}{L}$ – stosunek promienia korby do długości korbowodu.

- ω prędkość kątowa wału korbowego w rad/s, ($\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$, gdzie n – prędkość obrotowa wału korbowego w obr/min).

Znając powyższe wartości można obliczyć drogę tłoka, jego prędkość i przyspieszenie oraz siły masowe układu tłokowo-korbowego. Konstruktorzy silników obliczają te siły w celu wyrównowazenia silników spalinowych.

Innymi wielkościami charakteryzującymi silnik spalinowy są: objętość skokowa cylindra, objętość komory spalania, objętość skokowa silnika (pojemność skokowa), stopień sprężania.

Przestrzeń wewnątrz cylindra zawarta między położeniami GMP i DMP tłoka nosi nazwę objętości skokowej cylindra V_s . Jest ona równa iloczynowi pola czynnej powierzchni denka tłoka i skoku tłoka S

$$V_s = F_t \cdot S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S$$

gdzie:

F_t – pole czynnej powierzchni denka tłoka równe w przybliżeniu polu przekroju poprzecznego, cylindra, S – skok tłoka.

Sumę objętości wszystkich cylindrów silnika nazywamy pojemnością (objętością skokową) silnika V_{ss} .

Przestrzeń nad tłokiem znajdującym się w GMP nazywamy objętością komory sprężania (zwanej również komorą spalania) V_k . Sumę objętości komory sprężania V_k i objętości skokowej cylindra V_s nazywamy objętością całkowitą cylindra V_c .

$$V_c = V_k + V_s$$

Objętość skokowa V_{ss} silnika jest sumą objętości wszystkich cylindrów i wynosi:

$$V_{ss} = i \cdot V_s$$

gdzie:

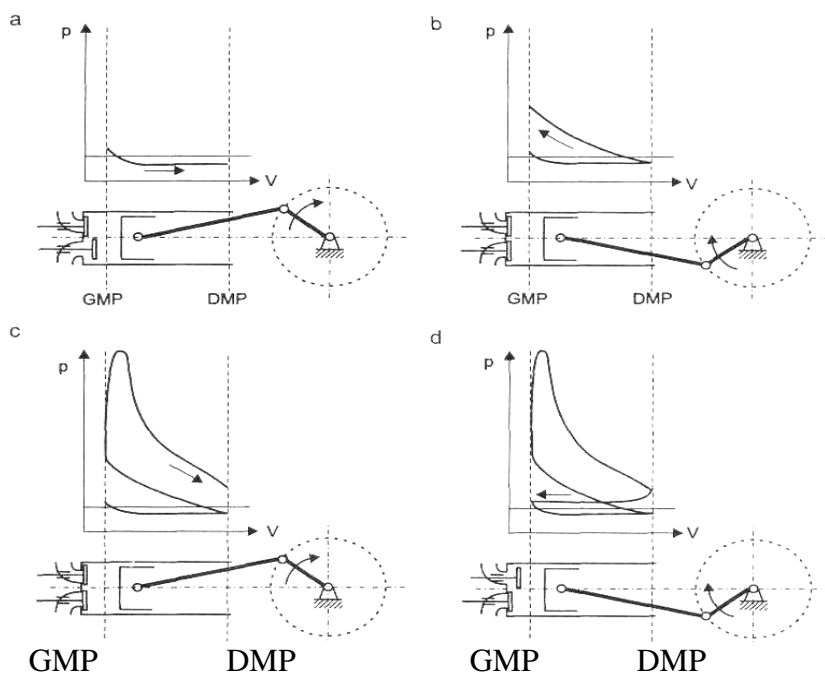
i – liczba cylindrów silnika.

Stosunek objętości całkowitej cylindra V_c do objętości komory sprężania V_k nazywamy stopniem sprężania ε .

Stopień sprężania ε określa ile razy zmniejszyła się objętość robocza cylindra podczas ruchu tłoka od DMP do GMP. W silnikach o zapłonie iskrowym stopień sprężania wynosi 9–14, w silnikach o zapłonie samoczynnym – 14–24 (stąd nazwa silniki wysokoprzężne).

Wykres indykatorowy silnika czterosuwowego

Na rysunku 4 zilustrowano przebieg pracy i fazy tworzenia wykresu indykatorowego silnika czterosuwowego o zapłonie iskrowym (ZI). Wykres powstaje w układzie współrzędnych p (ciśnienie) – V (objętość).



Rys. 4. Wykres indykatorowy silnika czterosuwowego [1, s. 10].

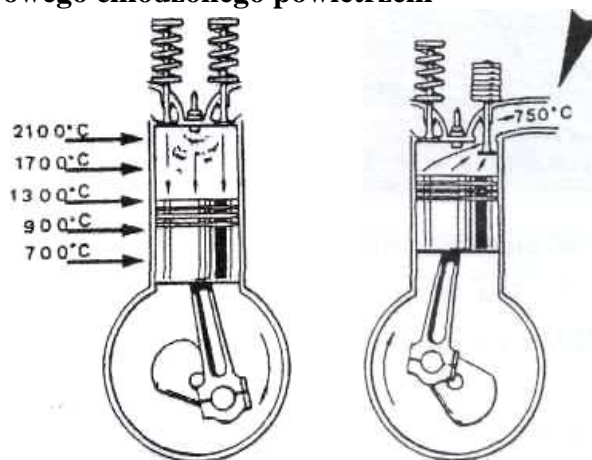
Zassanie mieszanki paliwowo-powietrznej do cylindra przez otwarty zawór dolotowy następuje w wyniku przesuwania się tłoka od górnego martwego punktu GMP do dolnego martwego punktu DMP. Wzrostowi objętości roboczej cylindra towarzyszy spadek ciśnienia (patrz relacje wykresu $p - V$, rys. 4 a).

Suw sprężania zilustrowano na rysunku 4 b. Przy zamkniętych obydwu zaworach następuje sprężanie mieszanki paliwowo-powietrznej w cylindrze. Tłok przesuwa się od dolnego martwego punktu DMP do górnego martwego punktu GMP. Objętość robocza maleje, wzrasta ciśnienie.

Przed dojściem tłoka do GMP następuje zapłon sprężonej mieszanki od iskry elektrycznej na elektrodach świecy zapłonowej. Występuje gwałtowny wzrost ciśnienia (p) i temperatury w cylindrze. Na tłok działają wówczas bardzo duże siły pochodzące od gazów spalinowych, pchające go w kierunku DMP (rośnie objętość V). Następuje wówczas kolejny suw – rozprężanie, nazywany również suwem pracy (rys. 4 c), który trwa do chwili początku otwarcia zaworu wylotowego.

W czasie następnego suwu wylotu (rys. 4 d) tłok przesuwa się od DMP do GMP. Zawór wylotowy jest otwarty, gazy spalinowe (w wyniku zmniejszenia objętości V) są usuwane z cylindra. Po tym suwie cały cykl się powtarza. Wykres z rysunku 4 d ma dwie pętle w kształcie zdeformowanej ósemki. Górna pętla obrazuje pracę wykonaną w cylindrze silnika przez gazy spalinowe i jest pracą dodatnią, natomiast pętla dolna przedstawia pracę ujemną, zużytą na zassanie świeżej mieszanki i usunięcie gazów spalinowych z cylindra. Praca efektywna, którą otrzymujemy z silnika w czasie jednego pełnego cyklu jest różnicą powierzchni pól obu pętli.

Budowa silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem



Rys. 5. Przykładowy rozkład temperatur w cylindrze silnika [1, s. 11].

W czasie pracy części silnika przejmują ciepło od gorących gazów spalinowych. Najbardziej nagrzewają się tłoki, głowica, zawory i cylindry silnika (na rysunku 5 przedstawiono przykładowy rozkład temperatur w cylindrze silnika).

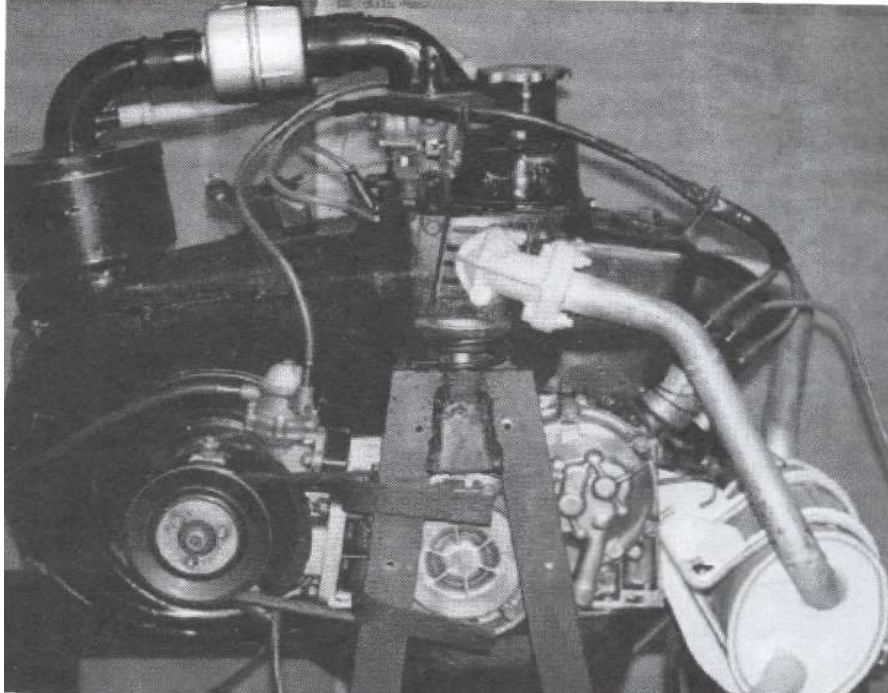
W celu zabezpieczenia silnika przed przegrzaniem należy go chłodzić. Jednym ze sposobów jest chłodzenie silnika powietrzem. Chłodzenie powietrzem znalazło zastosowanie między innymi w silnikach motocyklowych oraz w silnikach samochodowych o mniejszej pojemności. Przykładem takiego rozwiązania są samochody Fiat 126p z silnikami o pojemności 600 lub 650 cm^3 (rys. 6).

W silnikach chłodzonych powietrzem stosuje się cylindry uźebrowane, czasem uźebrowana jest także głowica, bowiem skuteczność chłodzenia zależy od powierzchni, z której jest odprowadzane ciepło. Powietrze potrzebne do chłodzenia dostarcza dmuchawa,

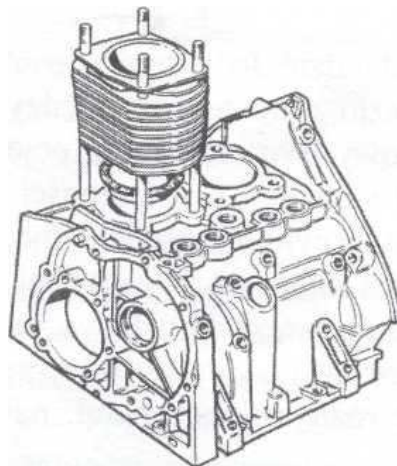
przy czym rozdział tego powietrza na poszczególne cylindry silnika zapewniają osłony blaszane nazywane „owiewkami”.

Intensywność chłodzenia można regulować różnymi sposobami, najczęściej poprzez dławienie przepływu powietrza:

- na wlocie do dmuchawy,
- pomiędzy dmuchawą a silnikiem,
- na wylocie powietrza z silnika.

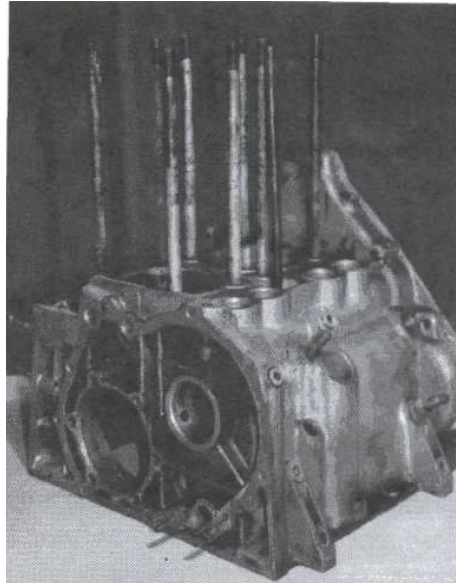


Rys. 6. Silnik czterosurowy samochodu Fiat 126p chłodzony powietrzem [1, s. 12].

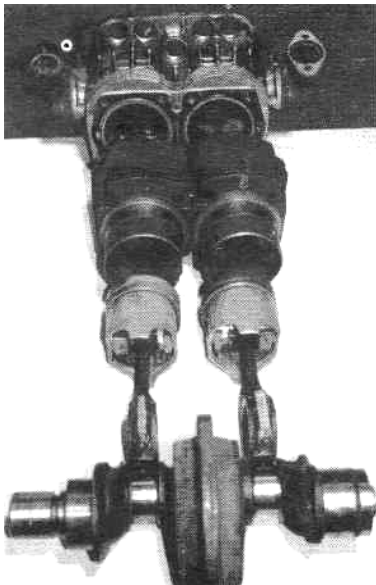


Rys. 7. Kadłub silnika czterosurowego chłodzonego powietrzem wraz z cylindrem [1, s. 12].

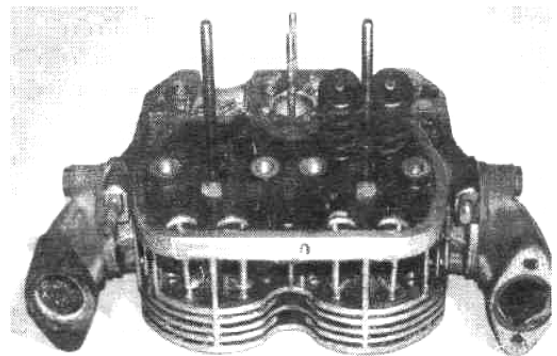
Ponadto stosuje się samoczynną regulację intensywności chłodzenia za pomocą termostatu. Czterosurowy chłodzony powietrzem silnik Fiata 126p składa się z kadłuba (rys. 7 i 8), w którym czopy głównego wału korbowego są ułożyskowane ślizgowo w niedzielonych panewkach cienkościennych. Na końcu wału jest zamocowane koło zamachowe z wieńcem zębatym dla rozrusznika. Na czopach korbowych wału są zamocowane korbowody w łożyskach ślizgowych (tzw. panewki korbowe).



Rys. 8. Kadłub silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem (Fiat 126p) po zdjęciu cylindra [1, s. 12].



Rys. 9. Części układu tłokowo-korbowego silnika: wał korbowy, korbowody, tłoki, uźebrowane cylindry, głowica silnika [1, s. 13].

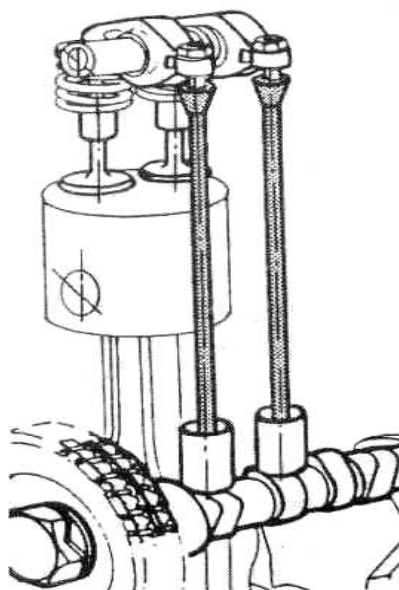


Rys. 10. Głowica silnika z kolankami wylotowymi [1, s. 13].

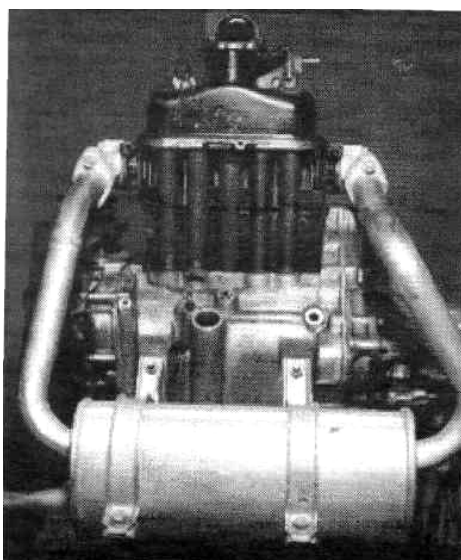
Drugi koniec korbowodu jest połączony obrotowo z tłokiem za pomocą sworznia. Tłoki pracują w uźebrowanych cylindrach (rys. 9) wykonując ruch postępowo-zwrotny. Cylindry są mocowane na górnej powierzchni kadłuba za pomocą śrub dwustronnych wkręconych w kadłub. Silnik od góry zamyka głowica. Pomiedzy głowicą a cylindrami jest umieszczona uszczelka. W głowicy są wciśnięte prowadnice zaworów i gniazda zaworów.

W prowadnicach zaworów pracują zawory dolotowe i wylotowe.

Zawory są dociskane do gniazd za pomocą sprężyn zamykając otwory kanałów dolotowych i wylotowych z cylindra. Otwieraniem zaworów sterują krzywki wału rozrządu. Wał rozrządu jest napędzany od wału korbowego silnika za pomocą łańcucha. Obraca się dwa razy wolniej niż wał korbowy. Krzywki wału rozrządu unoszą popychacze, a za ich pośrednictwem drążki popychaczy poruszają dźwignie zaworów. Wychylająca się dźwignia zaworu powoduje ugięcie sprężyny i otwarcie zaworu.



Rys. 11. Układ rozrządu silnika Fiat 126p [1, s. 13].



Rys. 12. Silnik czterosuwowy chłodzony powietrzem bez osłon układu chłodzenia [1, s. 14].



Rys. 13. Silnik czterosuwowy chłodzony powietrzem bez górnej osłony wentylatora układu chłodzenia [1, s. 14].

Mechanizm sterowania zaworów jest przykryty pokrywą głowicy mocowaną za pomocą śrub dwustronnych do głowicy. W pokrywie znajduje się otwór wlewu oleju zamykany korkiem wyposażonym w zawór ciśnieniowy. Do bocznych powierzchni głowicy są przykręcone króćce (żeliwne kolanka) służące do mocowania rur tłumika wydechu.

W głowicę silnika są wkręcane świece zapłonowe. Silnik chłodzony powietrzem jest obudowany blaszanymi osłonami. Dolne osłony okrywają wentylator (dmuchawę) zamocowany na osi prądnicy i napędzany od wału korbowego paskiem klinowym.

Powietrze, pobierane z zewnątrz samochodu, jest tłoczone przez dmuchawę w trzech kierunkach:

- górnym – do filtra powietrza i rury dolotowej gaźnika,

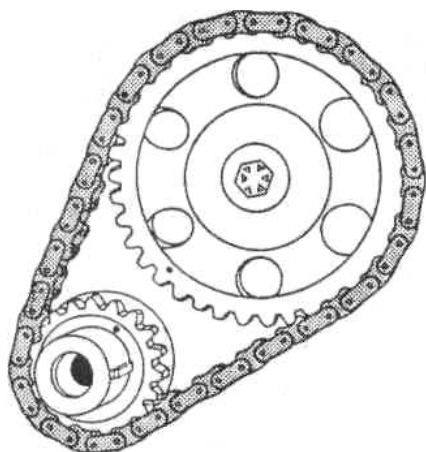
- środkowym – na głowicę silnika i uźebrowanie cylindrów,
- dolnym – do szczeliny miski olejowej silnika w celu schłodzenia oleju.

Środkowy strumień powietrza, kierowany po nagraniu na prawą część silnika, omywa termostat zamocowany do górnej ścianki prawej osłony. Termostat jest połączony sztywnym ciągnem z przepustnicą powietrza. Pod wpływem wzrostu temperatury puszka termostatu wydłuża się i za pomocą ciągnia uchyla przepustnicę umożliwiając wypływ gorącego powietrza na zewnątrz osłon silnika. Gdy temperatura obniży się, termostat zamyka przepustnicę zapewniając lepsze warunki cieplne pracy silnika.

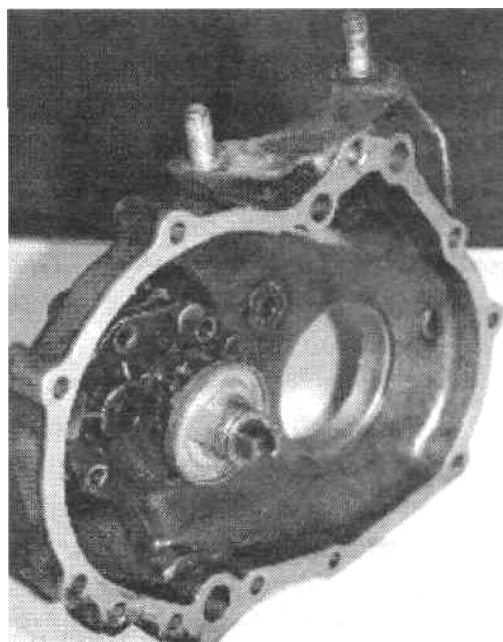
W górnej osłonie dmuchawy jest zamocowany filtr powietrza, z którego powietrze jest kierowane rurą dolotową do gaźnika przykręconego do głowicy.

Do kadłuba silnika jest zamocowana pompa paliwa oraz rozdzielacz zapłonu (aparat zapłonowy). Pompa paliwa uzyskuje napęd z wału rozrządu za pośrednictwem popychacza. Wał rozrządu jest napędzany od wału korbowego silnika łańcuchem (rys. 14).

Z wału rozrządu odbiera napęd rozdzielacz zapłonu, za pomocą przekładni zębatej. Smarowanie ciśnieniowe silnika zapewnia pompa oleju napędzana bezpośrednio od wału rozrządu (rys. 15).



Rys. 14. Napęd wału rozrządu silnika i pompy oleju silnika Fiat 126p [1, s. 15]



Rys. 15. Pompa oleju silnika Fiat 126p [1, s. 15].

Pompa oleju zasysa olej silnikowy z miski przykręconej do dolnej powierzchni kadłuba przez siatkowy filtr wewnętrzny i tłoczy go kanałem do filtru odśrodkowego pełnego przepływu. Zawór redukcyjny utrzymuje prawidłowe ciśnienie oleju w układzie w granicach 0,25–0,30 MPa. Filtr pełnego przepływu zatrzymuje zanieczyszczenia mechaniczne podczas obrotu wału korbowego silnika na skutek działania siły odśrodkowej. Zanieczyszczenia te trafiają na odpowiednio uźebrowane powierzchnie filtru, gdzie zostają zatrzymane i ubite.

Oczyszczony olej przepływa pod ciśnieniem przez otwór wału korbowego do łożysk korbowych i głównych. Po przesmarowaniu łożysk korbowych przez ukośne otwory w łbach korbowodów wytryskuje na wewnętrzną powierzchnię tłoków, sworznie tłokowe, główki korbowodów i gładzie cylindrów.

Znaczna część oleju przepływa na drugi koniec wału korbowego i otworem przy łożysku głównym przedostaje się do kanału oleju w kadłubie silnika. Z tego kanału olej napływa do czujnika ciśnienia.

Kanał oleju jest połączony również z rurką doprowadzającą olej do osi dźwigni zaworów, gdzie smaruje łożyskowanie dźwigni zaworów oraz zawory. Osobnym kanałem w kadłubie silnika olej jest doprowadzany do wału rozrządu smarując łożyska, krzywki wału rozrządu oraz popychacze. Po przesmarowaniu współpracujących części silnika olej ścieka do miski olejowej.

Materiały konstrukcyjne do budowy silników czterosurowych chłodzonych powietrzem

Tłoki wykonuje się z materiałów o ograniczonej rozszerzalności cieplnej i odporności na ścieranie oraz bardzo dobrym przewodnictwie cieplnym. Tłoki odlewa się ze stopów lekkich, zwykle aluminium z krzemem. Spotyka się także tłoki ze stopów magnezu.

Pierścienie tłokowe uszczelniające wykonuje się z żeliwa stopowego o drobnoziarnistej strukturze, a pierścienie zgarniające, zwykle składane (wieloczęściowe), ze stali lub żeliwa. W celu ułatwienia dotarcia pierścieni tłokowych do gładzi cylindra albo zwiększenia ich trwałości pierścienie powleka się metalami (powłoki ochronne), takimi jak cyna, kadm, nikiel, molibden, miedź lub chrom albo związkami metali (np. węgliki chromu i molibdenu).

Sworznie tłokowe zwykle wykonuje się ze stali węglowej lub stopowej o niskiej zawartości węgla, natomiast powierzchnię zewnętrzną utwardza się za pomocą nawęglania.

Korbowody są odkuwane ze stali stopowych (kucie matrycowe) albo odlewane ze specjalnych gatunków żeliwa. Są one poddawane obróbce cieplnej. Śruby korbowodów wykonuje się ze stali stopowej o dużej wytrzymałości. Główna i łeb korbowodu silników czterosurowych są łożyskowane ślizgowo. Tulejki główki korbowodu wykonuje się z brązów (np. brąz cynowy) albo ze stopów aluminium.

Wały korbowe silników czterosurowych odkuwa się ze stali stopowych (np. chromowo-molibdenowych) albo odlewa ze specjalnych żeliw (sferoidalne, perlityczne, stopowe) lub staliw stopowych. Łożyska ślizgowe łba korbowodu (tzw. łożyska korbowe), łożyska główne wału korbowego oraz półpierścienie oporowe wału korbowego są wielowarstwowymi cienkościennymi panewkami o podłożu z taśmy stalowej wyłożonym warstwą stopów łożyskowych (stopy cynowo-olowiowe, brązy ołowiowe, stopy aluminium).

Kadłuby silników czterosurowych najczęściej są odlewane z żeliwa stopowego albo ze stopów lekkich, np. stopów aluminium z krzemem lub stopów magnezu.

Głowice silników czterosurowych odlewa się głównie ze stopów aluminium (np. stopy aluminium z krzemem), rzadziej z żeliwa niskostopowego lub stopów magnezu. Uszczelki głowic wykonuje się zwykle ze specjalnych tworzyw sztucznych zbrojonych elementami metalowymi. Kolektory dolotowe są najczęściej odlewane ze stopów lekkich (np. stopy aluminium) lub wykonane ze specjalnych tworzyw sztucznych. Kolektory wylotowe są na ogół odlewami z żeliwa żaroodpornego (np. żeliwo stopowe z dodatkiem chromu).

Budowa i zasada działania układu chłodzenia cieczą silnika czterosurowego

Współczesne czterosurowe silniki spalinowe są w większości chłodzone cieczą w zamkniętym obiegu wymuszonym.

Ciecze chłodzące używane do chłodzenia silników muszą odpowiadać następującym warunkom:

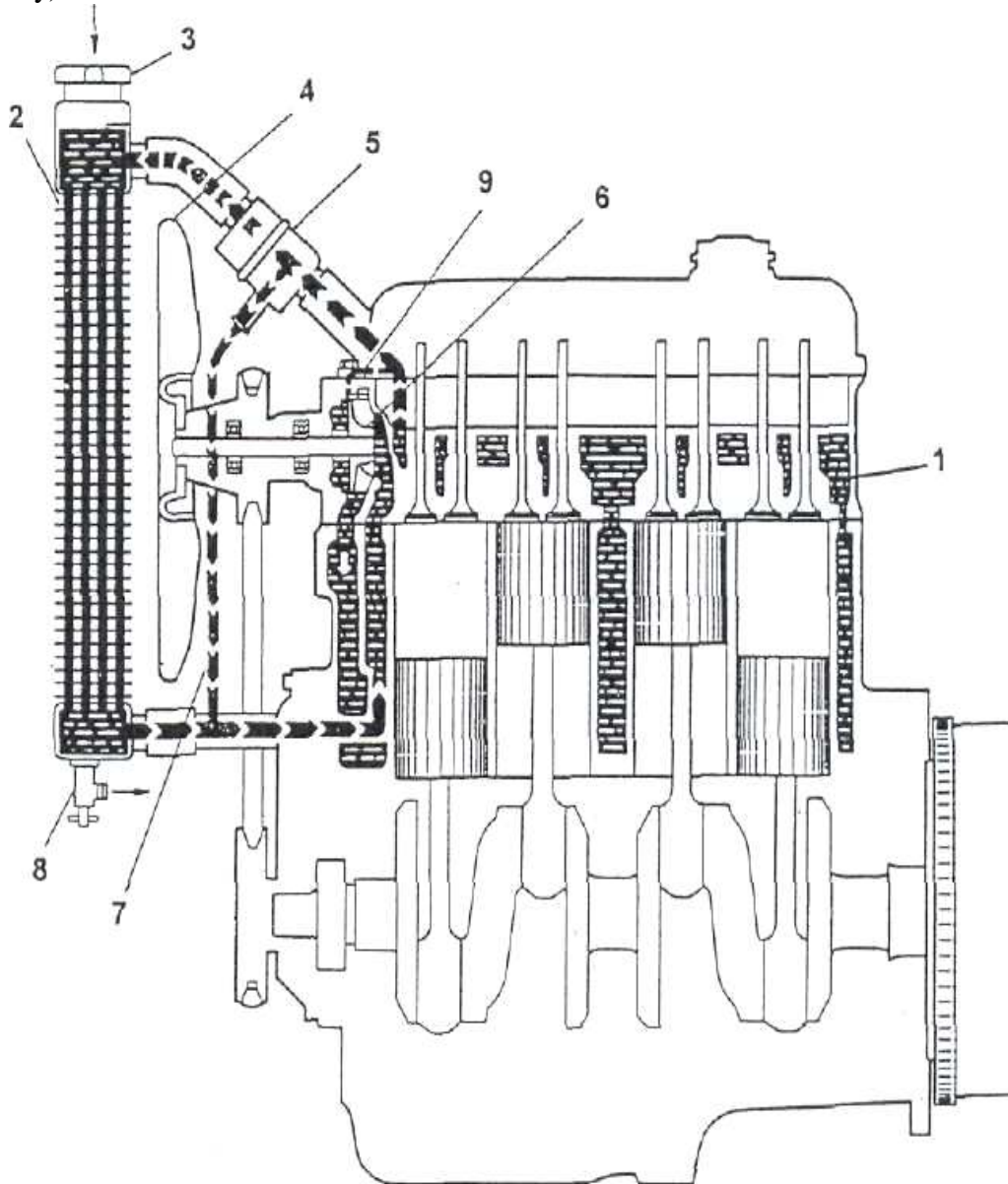
- powinny mieć wysoką temperaturę wrzenia,
- nie powinny krzepnąć w niskiej temperaturze,
- nie mogą wywoływać korozji części metalowych ani niszczenia części niemetalowych (gumy, tworzyw sztucznych itp.),
- nie powinny się pieniać.

W budowie układów: tłokowo-korbowego, rozrządu i smarowania silników czterosurowych chłodzonych powietrzem oraz silników chłodzonych cieczą nie ma

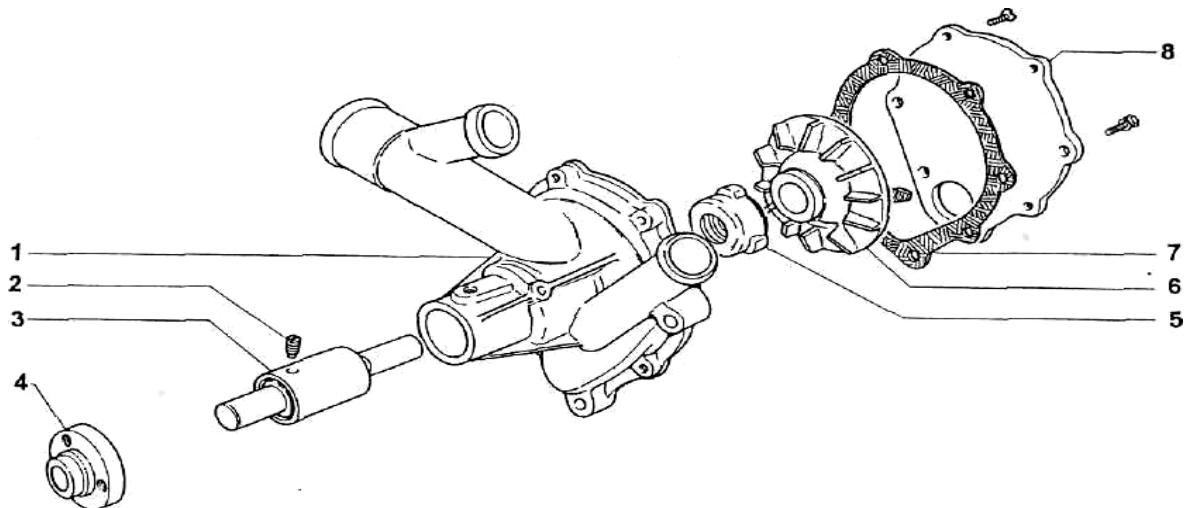
zasadniczych różnic. Budowę tych układów opisano w zeszycie 3. Układy chłodzenia tych silników różnią się zasadniczo.

W skład układu chłodzenia cieczą silnika czterosuwowego wchodzi: kanały (płaszcz) w kadłubie i głowicy silnika, chłodnica, zbiornik wyrównawczy, wentylator, termostat, pompa cieczy chłodzącej oraz osprzęt (przewody łączące, kurki spustowe, korki, odpowietzniki, czujnik i wskaźnik temperatury).

Pompa cieczy chłodzącej – w większości rozwiązań odśrodkowa, jest mocowana do kadłuba silnika i napędzana najczęściej paskiem klinowym (lub wieloklinowym) od koła pasowego wału korbowego. W niektórych rozwiązaniach pompa cieczy chłodzącej jest napędzana paskiem zębatym napędu rozrządu (silniki z wałem rozrządu umieszczonym w głowicy).



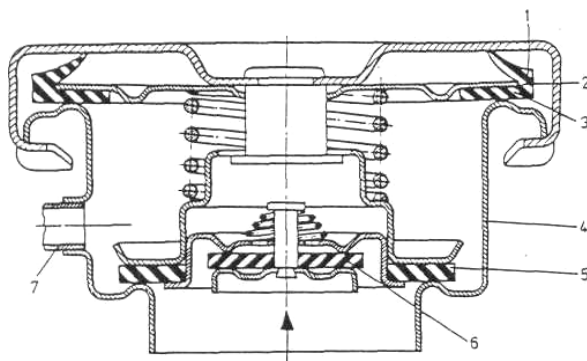
Rys. 16. Schemat układu chłodzenia cieczą silnika czterosuwowego: 1) kanały silnika, 2) chłodnica, 3) korek wlewu chłodnicy, 4) wentylator, 5) termostat, 6) pompa cieczy chłodzącej, 7) przewód boczny, 8) kurek spustowy, 9) odpowietznik [2, s. 6].



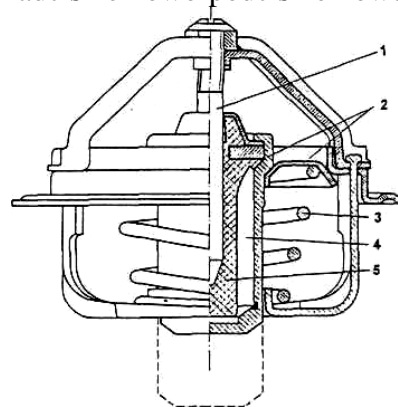
Rys. 17. Zespół odśrodkowej pompy cieczy chłodzącej silnika samochodu Fiat 125p: 1) – obudowa pompy, 2) wkręt dociskowy, 3) wałek pompy z łożyskiem, 4) piasta koła pasowego, 5) uszczelniać wałka pompy, 6) wirnik pompy, 7) uszczelka, 8) pokrywa pompy [2, s. 6].

Pompa pobiera chłodną ciecz z chłodnicy i przetłacza ją do kanałów silnika. Przepływając kanałami w kadłubie i głowicy ciecz się nagrzewa, odbierając ciepło od gorącego silnika i przepływa z powrotem do chłodnicy. W chłodnicy strumień gorącej cieczy rozdziela się na wiele drobnych strug, zapewniając odpowiednią intensywność i skuteczność chłodzenia. Chłodnica ma dwa zbiorniki cieczy połączone rdzeniem. Ze względu na kierunek przepływu cieczy w rdzeniu rozróżnia się chłodnice o pionowym i poziomym przepływie cieczy. W chłodnicach o pionowym przepływie cieczy występują zbiorniki górny i dolny, w chłodnicach zaś o poziomym przepływie – zbiorniki lewy i prawy.

W chłodnicy o pionowym przepływie, np. w samochodzie Fiat 125p, gdzie zbiornik wyrównawczy układu chłodzenia jest zamknięty korkiem, górny zbiornik chłodnicy jest zamknięty korkiem wlewu wyposażonym w zawory nadciśnieniowo-podciśnieniowe (rys. 18).



Rys. 18. Przekrój korka chłodnicy silnika samochodu Fiat 125p: 1) trzpień, 2) zawór kompletny, 3) sprężyna, 4) przestrzeń wypełniona mieszanką, 5) osłona gumowa [2, s. 7].



Rys. 19. Przekrój termostatu silnika Fiat 125p: 1) zawór wlotowy korka (podciśnieniowy), 2) uszczelka korka, 3) zawór wylotowy korka (nadciśnieniowy), 4) gardziel, 5) zawór przelewowy (nadciśnieniowy), 6) zawór wlotowy chłodnicy (podciśnieniowy), 7) króciec przelewu do zbiornika wyrównawczego [2, s. 7].

Do sterowania chłodzeniem silnika służą urządzenia regulujące obieg cieczy w układzie chłodzenia (termostat) oraz urządzenia regulujące intensywność strumienia powietrza przepływającego przez chłodnicę (wentylator lub wentylatory chłodnicy).

Termostat stanowi szczelne naczynie o elastycznych ściankach, wypełnione eterem, alkoholem, Woskiem lub powietrzem, połączone z zaworem regulującym ilość cieczy przepływającej do chłodnicy. Pod wpływem temperatury cieczy, w której termostat jest zanurzony, zmienia się objętość zawartego w nim środka wypełniającego, naczynie wydłuża się lub kurczy, powodując otwieranie się lub zamykanie zaworu regulującego ilość cieczy chłodzącej przepływającej do chłodnicy silnika.

Gdy ciecz chłodząca w silniku jest zimna, termostat zamyka przepływ cieczy do chłodnicy. Względnie mała ilość cieczy chłodzącej, krążącej wówczas w silniku w tzw. krótkim obiegu, szybko się nagrzewa, umożliwiając silnikowi szybsze osiągnięcie temperatury pracy. Wzrost temperatury cieczy powoduje, że termostat otwiera zawór, umożliwiając przepływ cieczy chłodzącej do chłodnicy (tzw. długi obieg) zapobiegając przegrzaniu silnika.

Chłodzenie jest regulowane ponadto wentylatorem zwiększającym intensywność przepływu powietrza odbierającego ciepło od cieczy przepływającej przez chłodnicę. Wentylatory chłodnicy mają napęd mechaniczny lub elektryczny. Wentylatory mechaniczne mogą pracować ciągle albo okresowo, jeżeli są włączane za pośrednictwem sprzęgła lepkościowego lub elektromagnetycznego. Wentylatory elektryczne, czyli napędzane silnikiem elektrycznym, mogą mieć jedną lub więcej prędkości. Są one sterowane czujnikami jedno- lub wielostopniowymi, o ściśle określonych granicznych temperaturach włączenia i wyłączenia, albo elektronicznie poprzez przekaźniki. W samochodach wyposażonych w klimatyzację zwykle występują dwa wentylatory chłodnicy.

Zbiornik wyrównawczy stanowi rezerwę objętościową zamkniętego układu chłodzenia, gdy podczas wzrostu temperatury ciecz chłodząca zwiększa swą objętość, oraz umożliwia zasysanie cieczy do chłodnicy podczas stygnięcia cieczy. Ponadto zbiornik służy do nalewania cieczy podczas napełniania układu chłodzenia oraz do sprawdzania jej poziomu (poziom cieczy sprawdzany w zimnym silniku powinien znajdować się między odpowiednimi znakami wykonanymi na zbiorniku).

Podczas obsługi układu chłodzenia należy pamiętać, że nie wolno odkręcać korka zbiornika wyrównawczego nagrzanego silnika, gdyż gorąca ciecz pod ciśnieniem stwarza niebezpieczeństwo poparzenia (należy odczekać aż silnik ostygnie i ciśnienie w układzie spadnie). Ciecz stosowana w zamkniętych układach chłodzenia jest mieszaniną wody i specjalnych środków o obniżonej temperaturze krzepnięcia. W miarę upływu czasu traci ona swe własności, dlatego należy ją okresowo wymieniać (częstość wymiany podaje się w instrukcjach obsługi samochodów).

Do opróżniania układu chłodzenia służy specjalny kurek spustowy cieczy w chłodnicy (w razie jego braku odłącza się dolny przewód cieczy chłodzącej od chłodnicy) oraz kurek spustowy w kadłubie silnika (jeśli występuje). Należy pamiętać także o otwarciu zaworu nagrzewnicy, która jest podłączona do układu chłodzenia, oraz o odkręceniu odpowietrzników układu chłodzenia (jeśli występują) i korka wlewu zbiornika wyrównawczego.

W wielu samochodach (np. Citroen), ze względu na skomplikowany sposób odpowietrzania układu chłodzenia, zaleca się stosowanie specjalnego urządzenia do wymiany cieczy chłodzącej. Niekiedy, szczególnie w pojazdach użytkowych o otwartych układach chłodzenia, stosuje się jeszcze wodę jako ciecz chłodzącą. Stwarza to jednak szczególne niedogodności w okresie zimowym, gdyż trzeba stosować uciążliwe sposoby przeciwdziałania zamarznięciu wody powodującemu zniszczenie silnika.

Materiały konstrukcyjne wykorzystywane do budowy silników czterosuwowych chłodzonych cieczą

Tłoki wykonuje się z materiałów o ograniczonej rozszerzalności cieplnej i odporności na ścieranie oraz bardzo dobrym przewodnictwie cieplnym. Tłoki odlewa się ze stopów lekkich, zwykle aluminium z krzemem. Spotyka się także tłoki ze stopów magnezu i tytanu.

Pierścienie tłokowe uszczelniające wykonuje się z żeliwa stopowego o drobnoziarnistej strukturze, a pierścienie zgarniające, zwykle składane (wieloczęściowe), ze stali lub żeliwa. Czasami, w zastosowaniach specjalnych, pierścienie tłokowe mogą być wykonane z innych materiałów (np. stopy magnezu). W celu ułatwienia dotarcia pierścieni tłokowych do gładzi cylindra albo zwiększenia ich trwałości pierścienie powleka się często metalami (powłoki ochronne), takimi jak cyna, kadm, nikiel, molibden, miedź lub chrom albo związkami metali (np. węgliki chromu i molibdenu).

Sworznie tłokowe zwykle wykonuje się ze stali węglowej lub stopowej o niskiej zawartości węgla, natomiast powierzchnię zewnętrzną utwardza się za pomocą nawęglania.

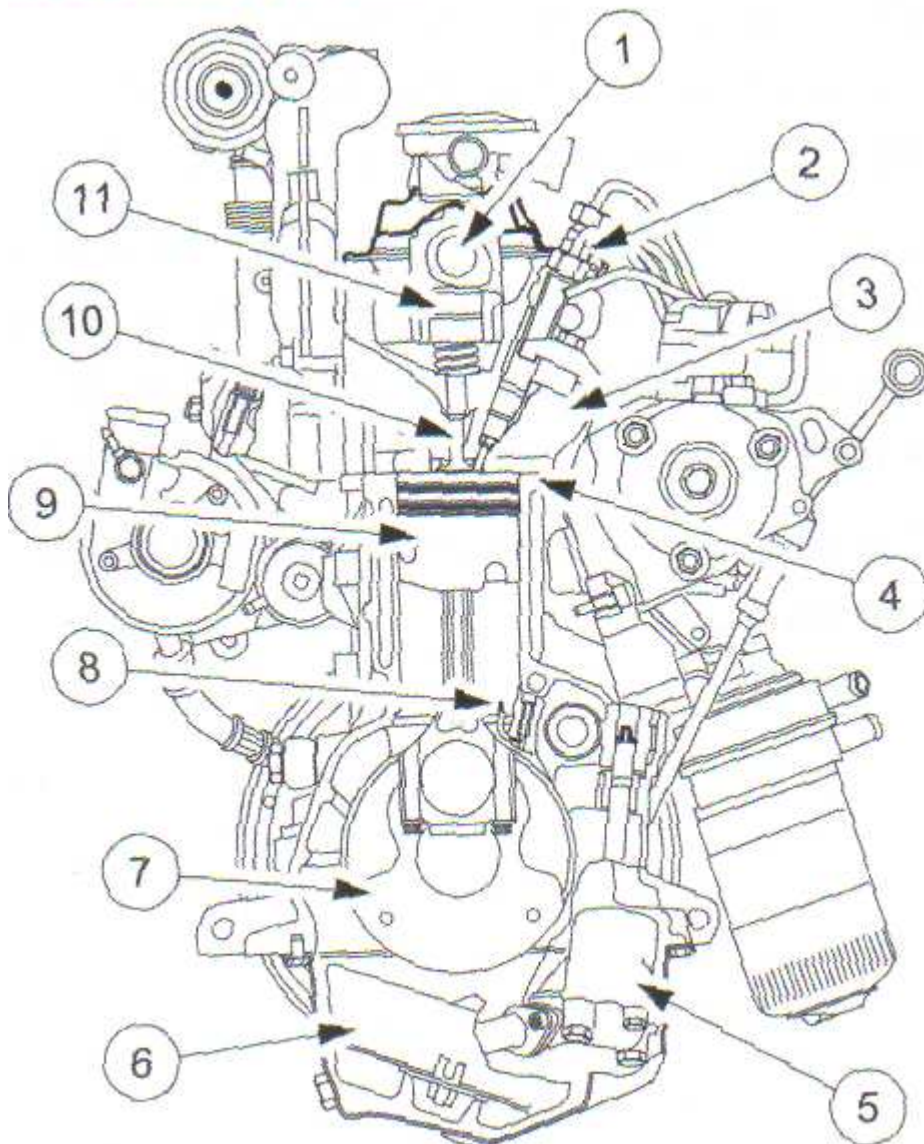
Korbowody są odlewane ze specjalnych gatunków żeliwa lub stopów magnezu albo odkuwane ze stali stopowych (kucie matrycowe). Są one poddawane obróbce cieplnej. Śruby korbowodów wykonuje się ze stali stopowej o dużej wytrzymałości. Główna i łeb korbowodu silników czterosuwowych są łożyskowane ślizgowo. Tulejki główki korbowodu wykonuje się ze specjalnych rodzajów brązów (np. brąz cynowy) albo ze stopów aluminium.

Wały korbowe silników czterosuwowych odkuwa się ze stali stopowych (np. chromowo-molibdenowych) albo odlewa ze specjalnych żeliw (sferoidalne, perlityczne, stopowe) lub staliw stopowych. Łożyska ślizgowe łba korbowodu (tzw. łożyska korbowe), łożyska główne wału korbowego oraz półpierścienie oporowe wału korbowego są wielowarstwowymi cienkościennymi panewkami o podłożu z taśmy stalowej wyłożonym warstwą stopów łożyskowych (stopy cynowo-olowiowe, brązy ołowiowe, stopy aluminium).

Kadłuby silników czterosuwowych najczęściej odlewa się z żeliwa stopowego albo ze stopów lekkich, np. stopów aluminium z krzemem lub stopów magnezu.

Głowice silników czterosuwowych odlewa się głównie, ze stopów aluminium (np. stopy aluminium z krzemem), rzadziej z żeliwa niskostopowego lub stopów magnezu. Uszczelki głowic tzw. miękkie wykonuje się ze specjalnych tworzyw sztucznych zbrojonych elementami metalowymi.

Uszczelki metalowe tzw. twarde wytwarza się z różnych metali (miedź, aluminium, miękka stal). Kolektory dolotowe odlewa się najczęściej ze stopów lekkich (np. stopy aluminium) lub wykonuje się je ze specjalnych tworzyw sztucznych. Rzadziej stosuje się odlewy żeliwne oraz rury lub wytłoczki stalowe. Kolektory wylotowe są na ogół odlewami z żeliwa żaroodpornego (np. żeliwo stopowe z dodatkiem chromu). Czasami, w zastosowaniach specjalnych, używa się kolektorów wykonanych z grubej blachy stalowej albo kształtowych rur stalowych.



Rys. 20. Budowa czterosuwowego silnika Diesel: 1) wałek rozrządu, 2) wtryskiwacz, 3) głowica cylindrów, 4) blok cylindrów, 5) pompa oleju, 6) rurka poboru oleju, 7) wał korbowy, 8) dysza natrysku oleju, 9) tłoki, 10) zawór, 11) hydrauliczny popychacz szklankowy [2, s. 14].

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

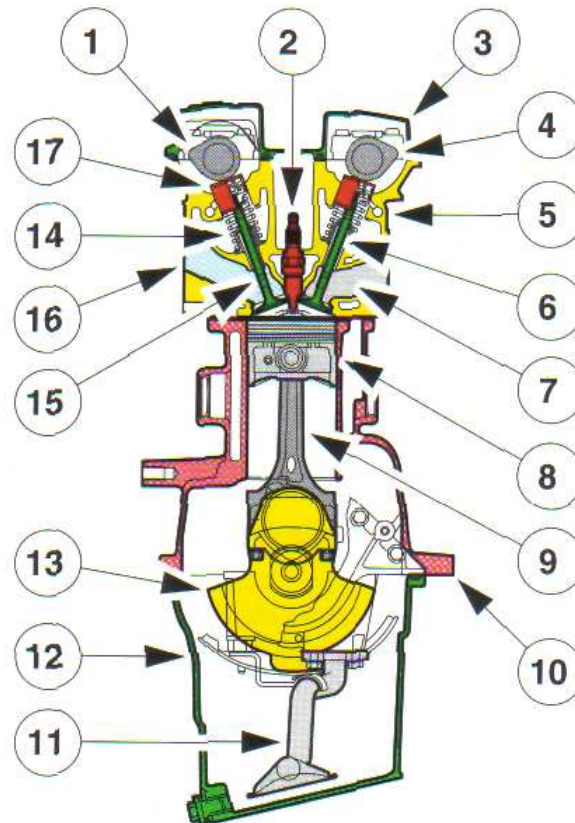
1. Jakie procesy zachodzą w kolejnych suwach pracy silnika czterosuwowego?
2. Z jakich podstawowych zespołów składa się czterosuwowy silnik chłodzony powietrzem?
3. Jakie temperatury występują w cylindrze silnika spalinowego?
4. W jaki sposób może być chłodzony silnik spalinowy?
5. Jakie podstawowe wielkości charakteryzują silnik spalinowy i jakie zależności występują między nimi?
6. Jakie siły działają na układ korbowy silnika spalinowego podczas jego pracy?
7. Co to jest wykres indykatorowy silnika czterosuwowego?
8. W jaki sposób odprowadza się ciepło w silniku czterosuwowym chłodzonym cieczą?
9. Jakie rodzaje układów chłodzenia cieczą występują w silnikach czterosuwowych?

10. Z jakich podstawowych zespołów składa się układ chłodzenia czterosuwowego silnika chłodzonego cieczą?
11. Jakie warunki musi spełniać ciecz używana do chłodzenia silników czterosuwowych?
12. Jakie zadania spełnia termostat w układzie chłodzenia?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymień podstawowe elementy silnika czterosuwowego benzynowego przedstawionego na rysunku.



Rysunek do ćwiczenia 1 [2, s. 27].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) rozpoznać elementy silnika czterosuwowego,
- 2) wypisać nazwy przedstawionych części,
- 3) zaprezentować wyniki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze przedstawiające budowę silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Opisz szczegółowo zadania elementów przedstawionych na rysunku do ćwiczenia 1.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

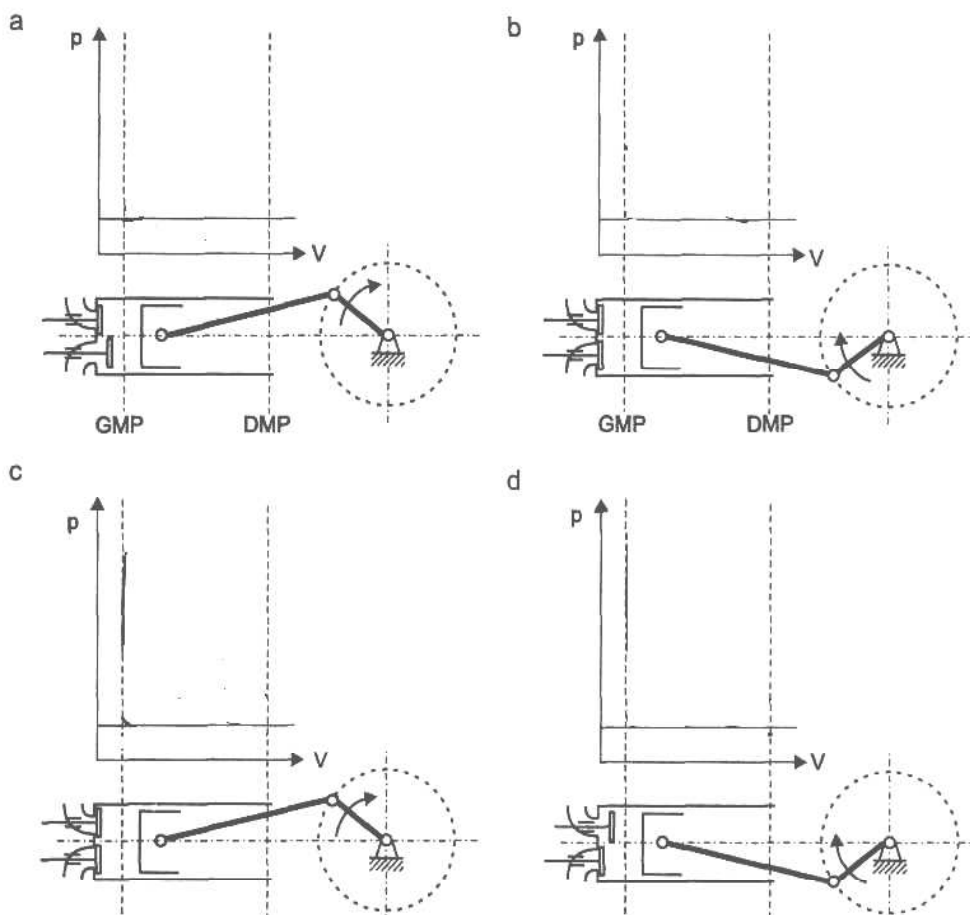
- 1) rozpoznać elementy silnika czterosuwowego,
- 2) wypisać nazwy elementów silnika czterosuwowego,
- 3) scharakteryzować budowę i zadania przedstawionych elementów,
- 4) zaprezentować wyniki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze przedstawiające elementy silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Narysuj krzywe wykresu indykatorowego w kolejnych suwach pracy silnika czterosuwowego.



Rysunek do ćwiczenia 3 [1, s. 10].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odczytać jaki suw przedstawia rysunek,
- 2) określić procesy zachodzące w cylindrze podczas ruchu tłoka,

- 3) ustalić zależność pomiędzy objętością i ciśnieniem w kolejnych suwach,
- 4) nanieść zmiany ciśnienia i objętości w układzie współrzędnych,
- 5) zaprezentować swoją pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze przedstawiające pracę silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Dobierz materiały konstrukcyjne na poszczególne części silnika czterosuwowego.

Część silnika	Materiały konstrukcyjne
Głowice	
Kadłuby	
Wały korbowe	
Sworznie tłokowe	
Korbowody	

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

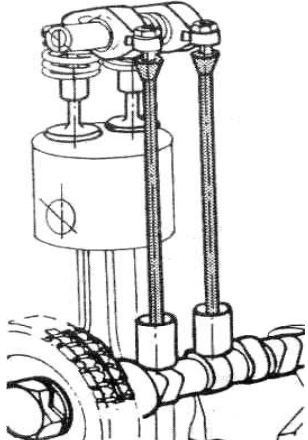
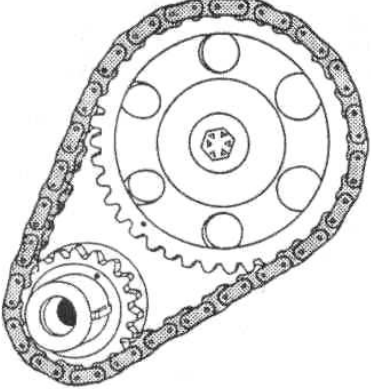
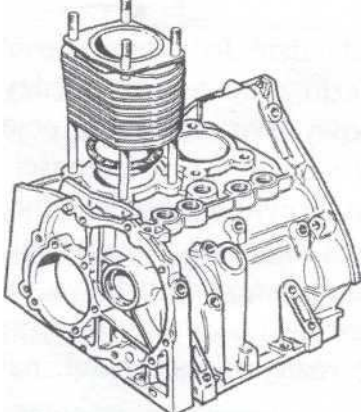
- 1) określić materiały konstrukcyjne dla elementów silnika czterosuwowego,
- 2) zapisać nazwy materiałów konstrukcyjnych,
- 3) zaprezentować swoją pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczna silników czterosuwowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 5

Rozpoznań i nazwij części składowe silnika czterosuwowego.

Podzespół silnika	Nazwa podzespołu
	
	
	

Rysunek do ćwiczenia 4 [1, s. 20].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

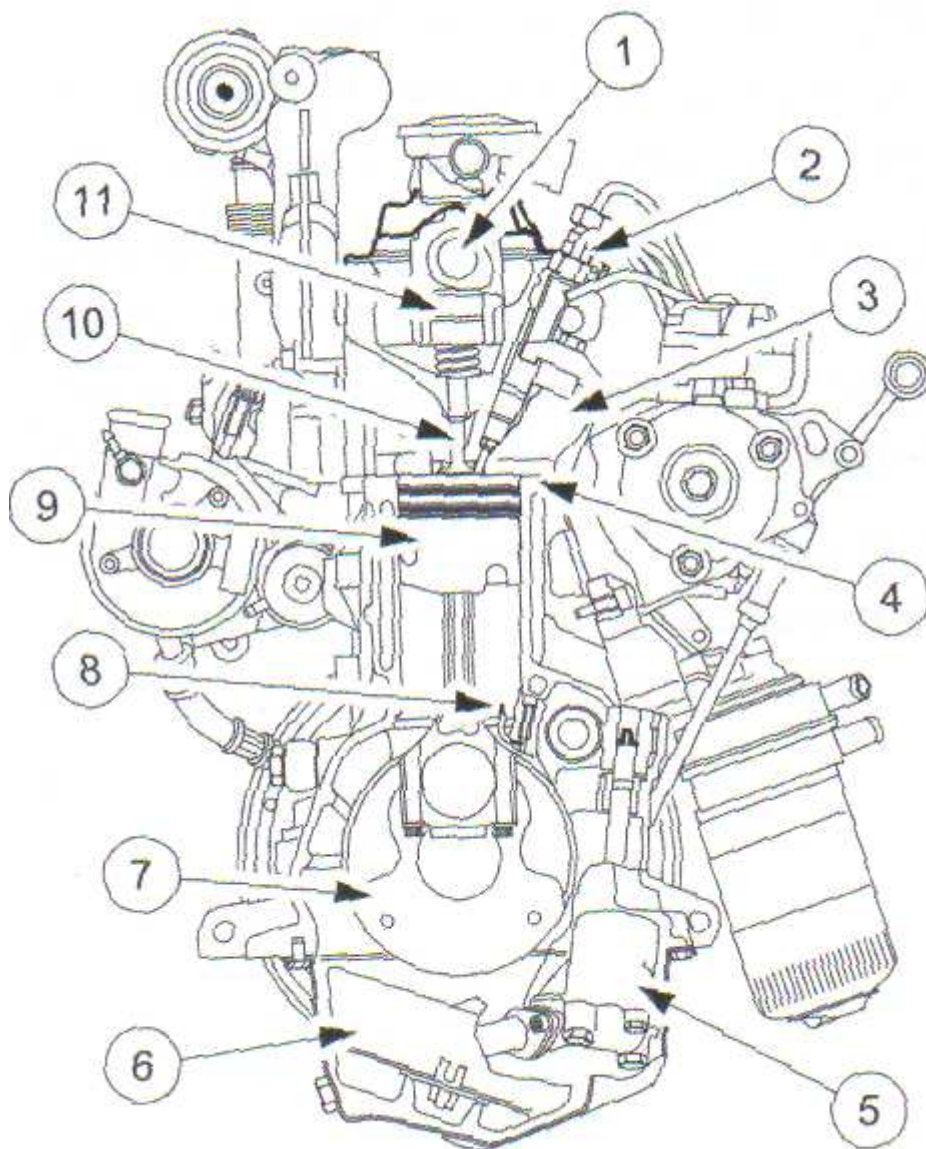
- 1) dokonać analizy funkcji podzespołu,
- 2) określić nazwę i zastosowanie podzespołu,
- 3) zapisać wyniki w tabeli,
- 4) zaprezentować pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- modele silników,
- plansze przedstawiające elementy silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 6

Rozpoznaj i nazwij części składowe silnika czterosuwowego z zapłonem samoczynnym.



Rysunek do ćwiczenia 6 [2, s. 14].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) rozpoznać elementy silnika czterosuwowego z zapłonem samoczynnym,
- 2) wypisać nazwy przedstawionych części,
- 3) zaprezentować wyniki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze przedstawiające budowę silnika czterosuwowego z zapłonem samoczynnym,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić elementy budowy silnika czterosuwowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić materiały konstrukcyjne elementów silnika czterosuwowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić kolejno suwy występujące podczas pracy silnika czterosuwowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić etapy pracy czterosuwowego silnika spalinowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić siły działające na tłok w czasie pracy silnika spalinowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić pojemność skokową cylindra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) obliczyć stopień sprężania silnika spalinowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) wymienić sposoby chłodzenia spalinowego silnika czterosuwowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Montaż i demontaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą oraz chłodzonego powietrzem

4.2.1. Materiał nauczania

Zależnie od usytuowania silnika i mechanizmów napędowych silnik wymontowuje się albo łącznie ze skrzynką biegów lub całym zablokowanym zespołem napędowym, albo oddzielnie, pozostawiając inne mechanizmy w samochodzie. Sposób demontażu zależy od wymiarów i masy zespołu napędowego, dostępu do niego, a także od tego, czy związane z silnikiem zespoły mają być naprawiane, czy nie. W samochodach osobowych zachodzi niekiedy konieczność miejscowego uniesienia silnika.

W samochodach ciężarowych wyjmuje się sam silnik, po uprzednim odłączeniu go od skrzynki biegów. Ze względu na znaczny ciężar zespołów wymontowanie silnika z samochodu ciężarowego lub autobusu jest czynnością trudną, wymagającą zachowania dużej ostrożności. W samochodach, w których silnik jest wysunięty przed kabinę kierowcy i obudowany obdachowaniem, wyjęcie silnika jest łatwiejsze niż w pojazdach, w których jest on usytuowany obok siedzenia kierowcy. Aby wyjąć silnik umieszczony obok siedzenia kierowcy, najczęściej należy najpierw wysunąć go do przodu, a dopiero potem przesunąć do góry. W samochodach takich zawieszenie silnika często jest tak skonstruowane, że umożliwia wsuwanie i wysuwanie silnika po specjalnych prowadnicach.

Odrębną grupę stanowią samochody z odchylanymi do przodu kabinami kierowcy. Takie rozwiązanie zapewnia dobry dostęp do silnika i znacznie ułatwia jego wyjmowanie. W niektórych samochodach – zwłaszcza w autobusach – stosuje się tzw. silniki podpodłogowe. Aby wyjąć taki silnik, należy go opuścić, a następnie wysunąć (w bok) spod pojazdu.

Przed przystąpieniem do wyjmowania silnika z samochodu należy odłączyć przewody od akumulatorów, zlać ciecz z układu chłodzenia, olej z miski olejowej (ewentualnie ze skrzynki biegów), odłączyć i wyjąć chłodnicę (z wyjątkiem niektórych samochodów, z których silnik wyjmuje się łącznie z chłodnicą), odłączyć przewody elektryczne, paliwowe i olejowe, odłączyć układ wylotowy oraz ciągną sterowania gaźnika (lub pompy wtryskowej), a niekiedy również ciągną sterowania skrzynką biegów.

Następnie, zależnie od potrzeb, wymontowuje się niektóre elementy osprzętu silnika (filtr powietrza, prądnicę, rozrusznik itp.) utrudniające jego wyjęcie. Po takim przygotowaniu zwalnia się śruby zawieszenia łączące silnik z ramą. Jeżeli silnik jest zamocowany wisząco, to przed poluzowaniem śrub należy go mocno podeprzeć. Sposób podparcia powinien być taki, żeby po odłączeniu silnika element podpierający nie uszkodził miski olejowej, delikatnych nawiewów kadłuba itp. Do wyjmowania silników stosuje się najczęściej suwnice, żurawie przesuwne lub wciągarki. Niektóre silniki mają konstrukcyjnie przewidziane uchwyty do lin lub otwory do wkręcania takich uchwytów. Silnik nie mający uchwytów należy opasać linami, w sposób uniemożliwiający ich zsuniecie się lub uszkodzenie delikatnych elementów silnika.

Po wyjęciu silnik należy umyć i przystąpić do dalszej rozbiórki. Najwygodniej demontuje się silnik zamocowany w obrotowym stojaku. Może to być np. stojak uniwersalny, to znaczy umożliwiający mocowanie rozmaitych silników. Niekiedy wykonuje się stojaki przewożne, dzięki czemu mogą one również służyć jako wózki montażowe.

W pierwszej kolejności demontuje się części osprzętu, których nie zdjęto przed wymontowaniem silnika z samochodu (kolektor dolotowo-wylotowy, pompę wodną, wentylator itp.). Jeżeli silnik został wymontowany łącznie ze skrzynką biegów, to odłącza się ją, uważając aby nie uszkodzić wałka sprzęgłowego lub osadzonej na nim tarczy ciernej

sprzęgła. Następnie demontuje się głowicę. Najpierw należy odkręcić pokrywę dźwigniek zaworowych, odkręcić śruby mocujące wsporniki osi dźwigniek i zdjąć elementy mechanizmu rozrządu zamocowane na głowicy. Wyjmuje się także dźwignie popychaczy.

Samą głowicę należy zdejmować bardzo ostrożnie, aby nie uszkodzić uszczelki podgłowicowej ani przylegających do niej powierzchni głowicy lub kadłuba. Gdy głowica nie daje się unieść, nie należy podważać jej za pomocą ostrymi narzędziami, lecz wykorzystać ciśnienie sprężania w cylindrach, powstające przy energicznym pokręceniu wałem korbowym silnika.

Demontaż układu korbowego rozpoczyna się zwykle od zdjęcia koła pasowego i innych elementów osadzonych na przedniej części wału (np. tłumika drgań skrętnych). W tym celu zwykle posługuje się specjalnymi ściągaczami. Następnie zdejmuje się sprzęgło oraz koło zamachowe. Podczas demontażu sprzęgła należy zachować właściwą kolejność luzowania śrub mocujących (odkręcać kolejno naprzemianległe śruby), aby zapobiec odkształceniu się jego obudowy. Dostęp do komory korbowej uzyskuje się przez zdjęcie miski olejowej. Następnie należy wymontować przewody olejowe i pompę olejową. W celu wyjęcia korbowodów (wraz z tłokami) odkręca się pokrywy łożysk korbowych (uważając, aby nie uszkodzić panewek). Następnie odkręca się pokrywy łożysk głównych, wyjmuje panewki i cały wał korbowy.

Warunki techniczne montażu silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem oraz cieczą, przepisy bhp i przeciwpożarowe

Podstawowym warunkiem prawidłowego montażu silnika jest właściwa kolejność wykonania czynności monterskich, opisana w dalszej części tego zeszytu.

Ponadto bardzo ważnym warunkiem prawidłowego montażu jest dokręcenie łączonych elementów (głównie śrub i nakrętek) określonym, prawidłowym momentem siły. Dzięki temu zostanie zapewniona odpowiednia trwałość połączenia i niezawodność działania łączonych elementów.



Rys. 21. Klucze dynamometryczne [1, s. 17].

Tabela 1. Momenty dokręcania wybranych śrub i nakrętek [opracowane własne].

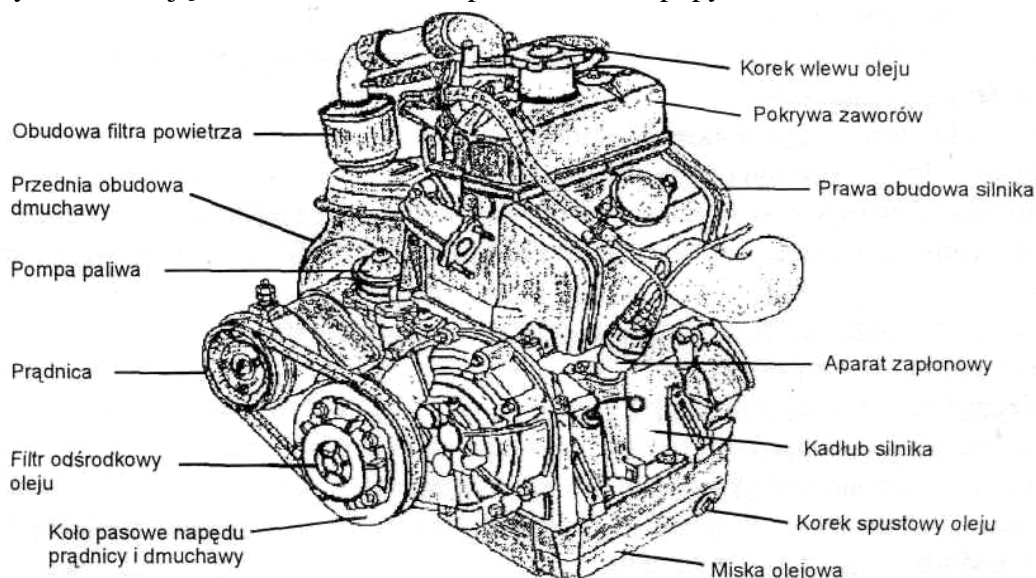
Dokręcany element	Wymiar gwintu	Moment dokręcania w [Nm]
Świeca zapłonowa	M14x 1,25	28
Nakrętka mocująca głowicę do kadłuba silnika	EM10x 1,25	40 45 (dla silnika 650E)
Nakrętka śruby łożyska korbowodu	E8	34
Śruba mocująca koło zamachowe na wale korbowym	TEM8 x 1,25	34
Śruba mocująca obudowę łożyska od strony napędu rozrządu oraz od strony koła zamachowego	M8	34
Śruba mocująca koło zębate napędu wału rozrządu	TEM6 x 1 x 10	10
Nakrętka mocująca wentylator do prądnicy	M10x 1,25	33

Nakrętka mocująca koło pasowe do prądnicy	M10x 1,25	33
Śruba mocowania alternatora do korpusu (dla silnika z alternatorem)	TEM8 x 1,25	26
Nakrętka mocowania wirnika wentylatora do alternatora (dla silnika z alternatorem)	M12x 1,25	69
Nakrętka mocowania koła pasowego do alternatora (dla silnika z alternatorem)	M12 x 1,25	49
Śruba mocująca wspornik osi dźwigni zaworów	EM8 x 1	10

Demontaż silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem

Demontaż silnika chłodzonego powietrzem zostanie omówiony na przykładzie silnika samochodu Fiat 126p, przyjmując oznaczenia stron silnika według jego usytuowania w samochodzie. Przebieg demontażu jest następujący:

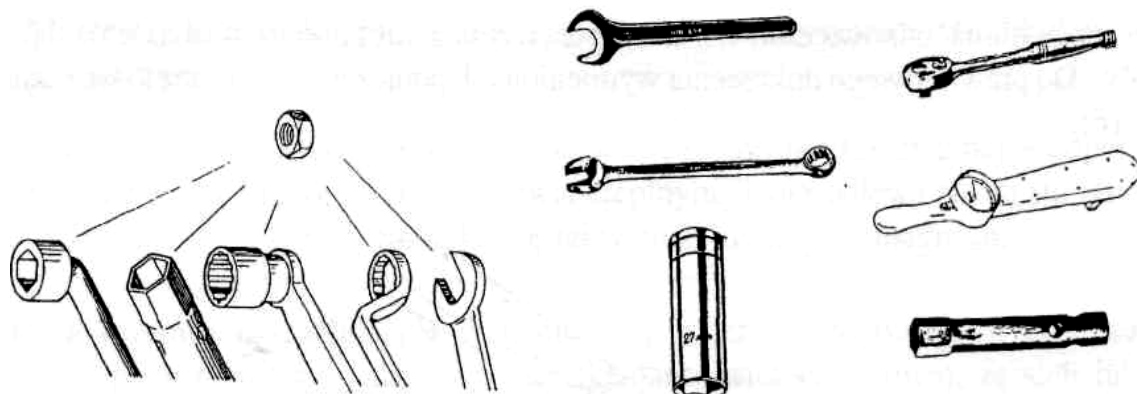
- zdjąć przewody wysokiego napięcia z końcówek przeciwzakłóceńowych świec zapłonowych oraz kopułki aparatu zapłonowego,
- zdjąć gumowy przewód łączący pokrywę głowicy z rurą dolotową przy obudowie filtra powietrza, kluczem płaskim lub sztorcowym odkręcić pokrywę od głowicy i zdjąć ją wraz z uszczelką,
- z przodu i z tyłu silnika odkręcić od dwóch żeliwnych króćców wylotowych kołnierze rur tłumika, odkręcić od kadłuba dwa wsporniki tłumika wydechu i zdemontować kompletny tłumik z uszczelkami,
- wyjąć z silnika miarkę oleju (z prawej strony kadłuba),
- po zwolnieniu zaczepów zdjąć pokrywę filtra powietrza, wyjąć wkład filtra, odkręcić od gaźnika króciec dolotowy i zdemontować sztywne cięgno łączące ramię przepustnicy z dźwignią pośrednią osadzoną na górnej pokrywie osłony dmuchawy, zdemontować przewód igielitowy łączący gaźnik z pompą paliwa,
- odkręcić nakrętki mocujące i zdjąć gaźnik z głowicy wraz z uszczelkami i podkładkami,
- odkręcić nakrętki mocujące pompę paliwa znajdującą się z lewej strony kadłuba i wymontować ją wraz z uszczelkami, podkładkami i popychaczem,



Rys. 22. Widok silnika samochodu Fiat 126p [1, s. 19].

- z prawej strony kadłuba: odkręcić nakrętkę uchwytu mocującego rozdzielacz zapłonu i wymontować go, wykręcić czujnik ciśnienia oleju,
- zdjąć pasek klinowy napędu dmuchawy po uprzednim odkręceniu nakrętek mocujących

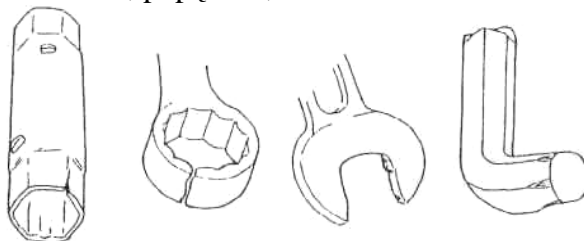
- zewnętrzną część koła pasowego i wyjęciu podkładek dystansowych,
- wymontować prawą osłonę silnika z termostatem i przepustnicą powietrza po wykręceniu śrub mocujących osłonę.



Rys. 23. Przykładowy zestaw kluczy do naprawy pojazdów samochodowych [1, s. 18].

Należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowy dobór narzędzi do montażu zapewniających właściwy i sprawny przebieg czynności (zestaw narzędzi przedstawiono na rys. 23). Obsługa i naprawa pojazdów samochodowych często wymaga, oprócz narzędzi uniwersalnych, narzędzi specjalnych przeznaczonych do danej marki i typu pojazdu, które dostarcza producent. W czasie pracy przy silniku na stanowisku naprawy należy przestrzegać przepisów bhp oraz przepisów przeciwpożarowych.

W pomieszczeniu powinien panować porządek. Niedopuszczalne są plamy oleju ani smaru na podłodze, gdyż mogą być przyczyną wypadku. Pomieszczenie powinno mieć sprawną wentylację, sprawną instalację elektryczną, prawidłowe oświetlenie. Narzędzia nie mogą być uszkodzone: wyszczerbione, popękane, rozkalibrowane.



Rys. 24. Uszkodzone narzędzia pracy [1, s. 18].

Silnik powinien być pewnie zamocowany w stojaku. Do przenoszenia silnika należy stosować urządzenia dźwigniowe. Na stanowisku naprawy silnika nie wolno używać otwartego ognia. Zabroniona jest wszelka praca silnika spalinowego. Pomieszczenie do naprawy powinno być wyposażone w niezbędne środki gaśnicze.

Praktyczne wykonanie ćwiczenia polega na demontażu czterosuwowego silnika chłodzonego powietrzem na podzespoły i części składowe, zapisaniu nazw poszczególnych elementów oraz na prawidłowym zmontowaniu silnika, zgodnie z warunkami montażu. Przed zamontowaniem silnika na stanowisku naprawy należy spuścić olej, umyć go i oczyścić. Na stanowisku silnik powinien być zamontowany na specjalnym stojaku do naprawy silników. Zdemontowane podzespoły i części należy odkładać do przygotowanych pojemników. Części współpracujące należy odpowiednio oznaczyć, aby w czasie montażu nie zostały zamienione. W czasie wykonywania ćwiczenia należy przestrzegać przepisów bhp i przeciwpożarowych.

Montaż silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem

Do montażu muszą być użyte czyste i sprawdzone części oraz podzespoły – sprawne technicznie, aby silnik po montażu pracował prawidłowo.

Dużym ułatwieniem będzie wcześniejsze zmontowanie i przygotowanie podzespołów, takich jak:

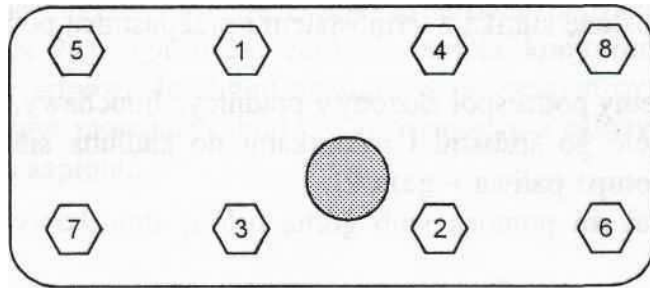
- prądnica z osłoną dmuchawy i dmuchawą silnika,
- górna pokrywa osłony dmuchawy z obudową filtra powietrza i zamocowaną na niej dźwignią pośrednią sterowania przepustnicą gaźnika,
- prawa osłona silnika z termostatem i przepustnicą,
- głowica silnika z zaworami (kompletna),
- oś z zespołem dźwigni zaworów,
- kompletna pokrywa napędu rozrządu z pompą oleju, zaworem redukcyjnym i pierścieniem uszczelniającym,
- cylindry z wprowadzonymi do nich kompletnymi tłokami i korbowodami, ale bez panewek i dolnych pokryw korbowodów,
- tłumik wydechu z obejmami i wspornikami.

W czasie montażu należy założyć nowe uszczelki papierowe.

Montaż silnika należy wykonać w kolejności odwrotnej do opisanej przy demontażu rozpoczynając od zamontowania do kadłuba silnika wału korbowego:

- wprowadzić wał korbowy czopem z otworami do gniazda kadłuba od strony koła zamachowego, przesunąć go wzdłuż tak, aby drugi koniec wału dał się wprowadzić do gniazda od strony napędu łańcuchowego; czopy wału posmarować olejem silnikowym,
- wprowadzić do kadłuba od strony koła zamachowego papierową uszczelkę obudowy łożyska, posmarować olejem silnikowym powierzchnię ślizgową panewki głównej, wmontować kompletną obudowę łożyska z panewką główną i pierścieniem uszczelniającym, wstępnie przykręcić śruby mocujące kołnierz obudowy łożyska do kadłuba silnika,
- założyć na czop główny wału korbowego od strony napędu rozrządu posmarowaną olejem silnikowym panewkę główną wraz z obudową (pokrywą) i przykręcić wstępnie śrubami kołnierz obudowy łożyska do kadłuba silnika,
- obrócić wał korbowy w celu sprawdzenia prawidłowości montażu łożysk głównych i dokręcić śruby mocujące kołnierze obudowy łożysk głównych kluczem dynamometrycznym, momentem 34 [Nm],
- wmontować w kadłub silnika wał rozrządu, po uprzednim powleczeniu krzywek i czopów wału rozrządu olejem silnikowym; wał rozrządu wprowadzać od strony napędu rozrządu,
- założyć pierścień oporowy na tylny czop wału korbowego (od strony napędu rozrządu),
- założyć pierścień odległościowy na tylny czop wału korbowego i do otworu w obudowie panewki głównej,
- założyć małe koło napędu rozrządu na czop wału korbowego po wcześniejszym wprowadzeniu w rowek czopa wału wpustu czółenkowego,
- włożyć uszczelki i podkładki pompy paliwa do otworu w kadłubie, wsunąć popychacz pompy paliwa i obrócić wałem rozrządu tak, by popychacz wysunął się na maksymalną odległość ponad płaszczyznę ostatniej uszczelki; zmierzyć suwmiarką, czy ta odległość mieści się w granicach 1–1,5 mm; w razie innego rezultatu należy dobrać stosowną grubość uszczelki,
- ustawić wał korbowy tak, aby znak (kreska) na bocznej powierzchni koła łańcuchowego rozrządu osadzonego na wale był skierowany w stronę osi wału rozrządu,
- założyć łańcuch na duże koło rozrządu tak, aby płytki tłumiące drgania były skierowane na zewnątrz w stosunku do osi koła; swobodny koniec płytek powinien być skierowany

- przeciwnie do kierunku ruchu łańcucha,
- założyć łańcuch na małe koło łańcuchowe wału korbowego silnika po ustawieniu znaków na obu kołach łańcuchowych dokładnie naprzeciwko siebie, obrócić wałem rozrządu w celu uzyskania możliwości wkręcenia śrub mocujących (z podkładkami) duże koło napędu rozrządu; sprawdzić ustawienie znaków na kołach napędu rozrządu; po dokręceniu śrub kluczem dynamometrycznym momentem 10N·m zagiąć podkładki zabezpieczające śruby przed odkręceniem,
 - przykręcić kompletną pokrywę napędu rozrządu z uszczelką papierową do kadłuba silnika, pamiętając o wcześniejszym zwilżeniu olejem silnikowym pompy oleju, zaworu redukcyjnego ciśnienia oleju i uszczelki,
 - na przedni czop wału korbowego założyć koło zamachowe silnika i przykręcić je momentem 34 N·m (w czasie dokręcania koło zamachowe powinno być unieruchomione); przy montażu czopy korbowe wału powinny być ustawione w górnym położeniu, a znak (płytkie nawiercenie) na bocznej powierzchni koła oznaczający GMP – ustawiony pionowo do góry,
 - na tylny czop wału korbowego zamontować koło pasowe napędu prądnicy i dmuchawy, dokręcić śrubę mocującą momentem 14 N·m,
 - zamontować pokrywę filtra odśrodkowego pamiętając o założeniu pierścienia uszczelniającego w rowek koła pasowego wału korbowego i przykręcić śruby momentem 8 N·m,
 - obrócić wał korbowy tak, aby przeciwciężar znalazł się nad osią wału, a czopy korbowe w położeniu DMP; na górną powierzchnię kadłuba silnika założyć uszczelki papierowe cylindrów,
 - kolejno do każdego otworu w kadłubie włożyć cylinder z kompletnym tłokiem i korbowodem bez pokrywy dolnej tak, aby wycięcia w dolnej części cylindra były skierowane ku przeciwciężarowi wału korbowego; korbowody oznaczeniami („1”, „2”) wybitymi na łbach powinny być skierowane w stronę wału rozrządu; cylinder nr 1 z korbowodem powinien być zamontowany od strony napędu rozrządu; zabezpieczyć cylindry przed wysunięciem się przez nałożenie tulejek na śruby dwustronne kadłuba (tzw. szpilki) i skręcenie nakrętkami,
 - powlec czopy korbowe wału olejem silnikowym, założyć łeb korbowodu z półpanewką na czop wału, a następnie półpanewkę dolną i pokrywę łba korbowodu oraz skręcić wstępnie korbowód; tę samą operację powtórzyć dla drugiego cylindra; dokręcić nakrętki korbowodów momentem 34 N·m; sprawdzić prawidłowość montażu obracając wałem korbowym silnika,
 - zamontować do kadłuba pierścień uszczelniający oraz kołnierz rury wewnętrznego filtra oleju wraz z filtrem,
 - przykręcić do dolnej płaszczyzny kadłuba miskę olejową z uszczelką, dokręcić śruby momentem 7,5 N·m; na miskę olejową zamontować osłonę powietrza napływającego z dmuchawy,
 - zamontować wspornik zawieszenia elastycznego silnika na górnej powierzchni pokrywy napędu łańcuchowego,
 - włożyć do otworów w kadłubie silnika popychacze układu rozrządu, po wcześniejszym powleczeniu otworów popychaczy olejem silnikowym,
 - zamontować do kadłuba silnika stalowy przewód układu smarowania dźwigni zaworów oraz osłony rurowe wraz z uszczelkami (uszczelki jednorazowego użytku), nacięcia na górnych częściach osłon ustawić równoległe do osi wału korbowego,
 - założyć uszczelkę głowicy na górną powierzchnię cylindrów, napis na uszczelce „GÓRA” lub „ALTO” powinien być zwrócony w kierunku głowicy,

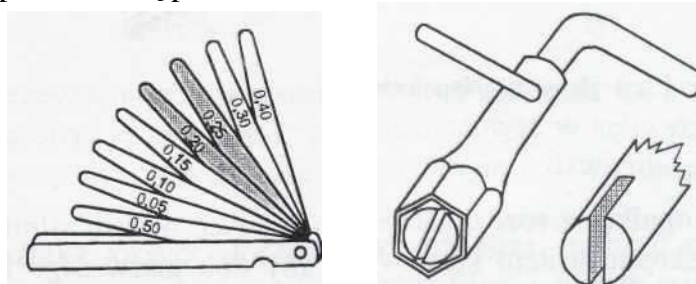


Rys. 25. Kolejność dokręcania nakrętek głowicy [1, s. 23].

- nałożyć kompletną głowicę na śruby dwustronne kadłuba i dokręcić nakrętki głowicy na krzyż kluczem dynamometrycznym wstępnie momentem około 16 N·m, a następnie momentem właściwym 40 N·m (dla silnika 650E 45 N·m); kolejność dokręcania nakrętek głowicy przedstawiono na rysunku 25,
- włożyć przez otwory w głowicy drażki popychaczy zakończeniem kulistym do dołu i zamontować kompletną oś z dźwigniami zaworów; wsporniki osi przykręcić kluczem dynamometrycznym momentem 10 [Nm].

Wyregulować luz zaworów (dla zaworów dolotowych 0,20 mm, dla wylotowych 0,25 mm) w następujący sposób:

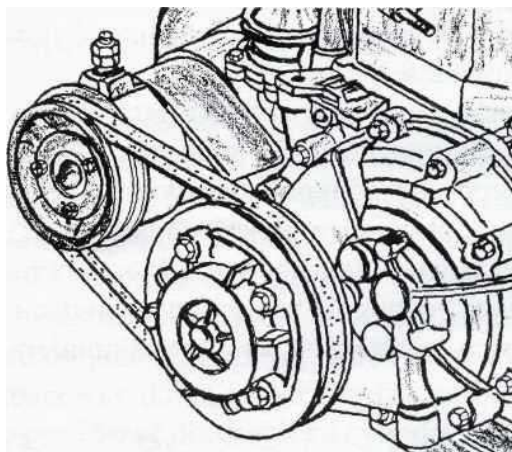
- obrócić wał korbowy tak, aby tłok pierwszego cylindra znalazł się w GMP (zwrocie zewnętrznym) po suwie sprężania – znak na pokrywie filtra odśrodkowego powinien znaleźć się naprzeciwko strzałki na pokrywie napędu rozrządu – obydwie zawory pierwszego cylindra powinny być wówczas zamknięte,
- pomiędzy trzonek zaworu wylotowego pierwszego cylindra i dźwignię zaworu wsunąć blaszkę (tzw. listek) szczelinomierza 0,25 mm i zmierzyć luz; w przypadku nieprawidłowego luzu przeprowadzić regulację używając specjalnego klucza; nałożyć klucz na śrubę regulacyjną zaworu, przy unieruchomionej śrubie regulacyjnej poluzować nakrętkę kontruującą, śrubą regulacyjną kręcić tak, aby szczelinomierz można było przesunąć z lekkim oporem pomiędzy trzonkiem i dźwignią zaworu; utrzymując nieruchomo śrubę regulacyjną dokręcić nakrętkę kontruującą i sprawdzić, czy szczelinomierz przesunąć się prawidłowo,



Rys. 26. Szczelinomierz i specjalny klucz do regulacji luzu zaworów [1, s. 23]

- w ten sam sposób wyregulować luz zaworu dolotowego wykorzystując listek szczelinomierza o grubości 0,20 mm,
- obrócić wał korbowy silnika o 180°, aby tłok drugiego cylindra znalazł się w położeniu GMP (zwrocie zewnętrznym) po suwie sprężania, wówczas obydwie zawory tego cylindra będą zamknięte; wyregulować luzy zaworów w identyczny sposób jak dla pierwszego cylindra; wkręcić świece zapłonowe z końcówkami przeciwwzłóceniowymi momentem 28 Nm, nałożyć gumowe osłony ochronne na świece,
- zamontować prawą osłonę silnika z termostatem i przepustnicą powietrza, przykręcić śruby mocujące osłonę,

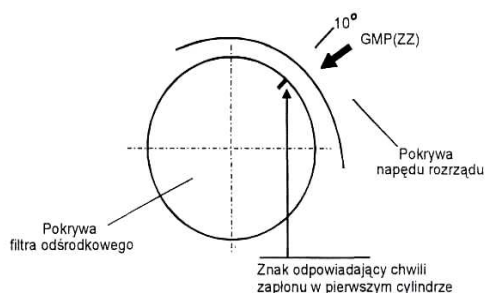
- przygotować kompletny podzespół złożony z prądnicy, dmuchawy, osłony przedniej i tylnej dmuchawy, przykręcić go śrubami i nakrętkami do kadłuba silnika; przykręcić uchwyt przewodu paliwa (pompa paliwa – gaźnik),
- założyć i zamocować za pomocą śrub górną osłonę dmuchawy wraz z obudową filtra powietrza,
- przykręcić nakrętki mocujące pompę paliwa (z lewej strony kadłuba) wraz z uszczelkami, podkładkami i popychaczem,
- założyć gaźnik z uszczelkami oraz podkładkami i przykręcić go nakrętkami mocującymi do głowicy,
- zamontować sprężynę powrotną dźwigni sterowania przepustnicą,
- założyć na piastę prądnicy koło pasowe z podkładkami dystansowymi oraz pasek klinowy napędu dmuchawy (pasek klinowy założyć również na koło pasowe wału korbowego),
- dokręcić nakrętki mocujące koło pasowe prądnicy, sprawdzając ugięcie paska klinowego (powinno wynosić 10–15 mm pod działaniem siły 100 N),
- wkręcić czujnik ciśnienia oleju z uszczelką z prawej strony kadłuba, założyć uszczelkę rozdzielacza zapłonu,



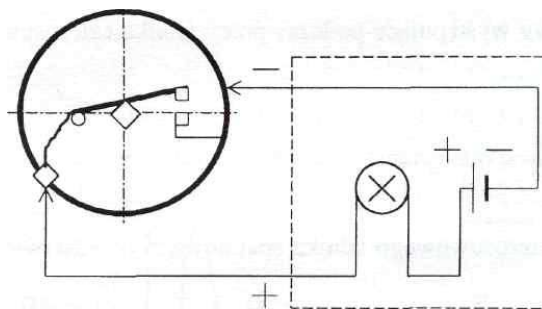
Rys. 27. Napęd prądnicy i dmuchawy silnika [1, s. 24].

- zdjąć pokrywę (kopułkę) z rozdzielacza zapłonu, powlec olejem silnikowym koło zębate rozdzielacza, przekręcić wałem korbowym tak, aby tłok pierwszego cylindra znalazł się w suwie sprężania w górnym martwym punkcie (GMP – inaczej zwrot zewnętrzny ZZ),
- obydwie zawory zamknięte; następnie obrócić wał korbowy przeciwnie do kierunku ruchu o 10° (wyprzedzenie zapłonu) do położenia, w którym znak na pokrywie filtra odśrodkowego pokryje się ze znakiem na pokrywie napędu rozrządu oznaczającym 10° przed GMP (ZZ),
- wprowadzić końcówkę napędową rozdzielacza zapłonu do otworu w kadłubie silnika tak, aby koło zębate rozdzielacza zazębiło się z kołem zębatym na wale rozrządu, a palec rozdzielacza zapłonu był ustawiony naprzeciwko styku „1”; zamontować uchwyt rozdzielacza zapłonu i przykręcić go wstępnie nakrętką z podkładką, tak aby można było obracać rozdzielaczem zapłonu; do precyzyjnej regulacji można posłużyć się lampką kontrolną z baterią,
- biegun ujemny baterii podłączamy do obudowy rozdzielacza zapłonu, biegun dodatni łączymy przez żarówkę lampki kontrolnej do zacisku przerywacza rozdzielacza zapłonu; zgaśnięcie żarówki lampki kontrolnej w czasie obracania obudową rozdzielacza odpowiada chwili zapłonu w pierwszym cylindrze; po ustawieniu zapłonu dokręcić uchwyt mocujący obudowę rozdzielacza i założyć osłonę (kopułkę) na obudowę rozdzielacza zapłonu,

- nałożyć końce przewodu paliwa z założoną obejmą gumową na króćce pompy paliwa i gaźnika oraz zacisnąć je zaciskami, a obejmę zamocować w uchwycie,



Rys. 28. Znaki do ustawienia kąta wyprzedzenia zapłonu w silniku samochodu Fiat 126p [1, s. 25].



Rys. 29. Schemat podłączenia lampki kontrolnej z baterią do ustalenia chwili rozwarcia styków przerywacza rozdzielacza zapłonu [1, s. 25].

- połączyć ramię przepustnicy gaźnika cięgnem sztywnym z dźwignią pośrednią sterowania przepustnicy,
- przykręcić do gaźnika króciec doprowadzający powietrze, założyć rurę filtra powietrza z uszczelkami gumowymi oraz kompletną pokrywę filtra z filtrem powietrza, zamocować pokrywę filtra zaciskami,
- powlec olejem silnikowym dźwignie zaworów, założyć uszczelkę pokrywy głowicy,
- przykręcić pokrywę głowicy oraz połączyć przewodem gumowym pokrywę głowicy i pokrywę filtra powietrza,
- przykręcić do głowicy silnika króćce wylotowe z uszczelkami, zamocować do kadłuba silnika dolne wsporniki tłumika,
- założyć kompletny tłumik wydechu, między króćce wylotowe i kołnierze rur wylotowych włożyć uszczelki, przykręcić tłumik, nakrętki króćców zabezpieczyć przed odkręceniem zaginając podkładki z blachy,
- osadzić przewody wysokiego napięcia w końcówkach przeciwzakłóceńowych świec zapłonowych oraz w otworach pokrywy (kopułki) rozdzielacza zapłonu (świecę zapłonową pierwszego cylindra należy połączyć z otworem w kopułce oznaczonym „1”),
- w otwór z prawej strony kadłuba włożyć miarkę poziomu oleju.

Tak zmontowany silnik jest przygotowany do uruchomienia. Przed uruchomieniem wlać do silnika olej silnikowy. Próbę uruchomienia silnika należy przeprowadzić na odpowiednim, przystosowanym do tego celu stanowisku, zachowując warunki bhp.

Warunki techniczne montażu silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą, przepisy bhp i przeciwpożarowe

Podstawowym warunkiem prawidłowego montażu silnika jest zachowanie właściwej kolejności wykonania czynności monterskich, opisanej w dalszej części tego zeszytu.

W silnikach czterosuwowych chłodzonych cieczą bardzo istotnym warunkiem prawidłowego montażu jest zachowanie właściwych momentów dokręcania połączeń gwintowych dzięki dokręcaniu ich kluczem dynamometrycznym. Zapewni to odpowiednią trwałość i niezawodność działania połączonych elementów silnika oraz szczelność układów chłodzenia i smarowania. Momenty dokręcania śrub i nakrętek wybranych elementów silnika samochodu Fiat 125p zestawiono w tablicy 2.

Tabela 2. Momenty dokręcania śrub i nakrętek wybranych elementów silnika samochodu Fiat 125p [opracowanie własne].

Element dokręcany	Wymiar gwintu	Moment dokręcania [Nm]
Świeca zapłonowa	M14 x 1,25	28
Śruba mocująca głowicę do kadłuba silnika	M12x 1,5	98
Śruby mocujące pokrywy łożysk głównych	M12x 1,5	103
Śruby mocujące pokrywy łożysk korbowych	M11 x 1	68,5
Śruba mocująca koło zamachowe na wale korbowym	M10x 1,25	78
Nakrętka śruby dwustronnej, mocującej wsporniki osi dźwigni zaworów do głowicy	M8 x 1,25	18,5
Śruba mocująca napędzane koło zębate rozrzędu do wału rozrzędu	M10 x 1,25	49

Ponadto ważnym warunkiem prawidłowego montażu jest prawidłowy dobór narzędzi do montażu zapewniających właściwy i sprawny przebieg poszczególnych czynności, analogicznie jak przy demontażu silnika chłodzonego powietrzem.

Podczas obsługi i naprawy pojazdów samochodowych, oprócz narzędzi uniwersalnych, często zachodzi konieczność zastosowania narzędzi specjalnych, przeznaczonych do naprawy danej marki i typu pojazdu. Narzędzia specjalne znacznie ułatwiają wykonanie naprawy i zmniejszają jej czas oraz wysiłek mechanika.

Podczas pracy na stanowisku naprawy silników należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przepisów przeciwpożarowych analogicznie jak przy montażu i demontażu silnika chłodzonego powietrzem

Demontaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą

Praktyczne wykonanie tego zadania polega na demontażu silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą na podzespoły i części składowe, zapisaniu nazw poszczególnych elementów oraz na prawidłowym zmontowaniu silnika, zgodnie z warunkami montażu.

Silnik na stanowisku naprawy powinien być umyty, oczyszczony oraz opróżniony z oleju. Ponadto powinna być spuszczonej ciecz chłodząca z układu chłodzenia silnika. Nie wolno spuszczać cieczy chłodzącej z gorącego silnika, gdyż grozi to poparzeniem. Silnik na stanowisku powinien być zamontowany na stojaku do naprawy silników.

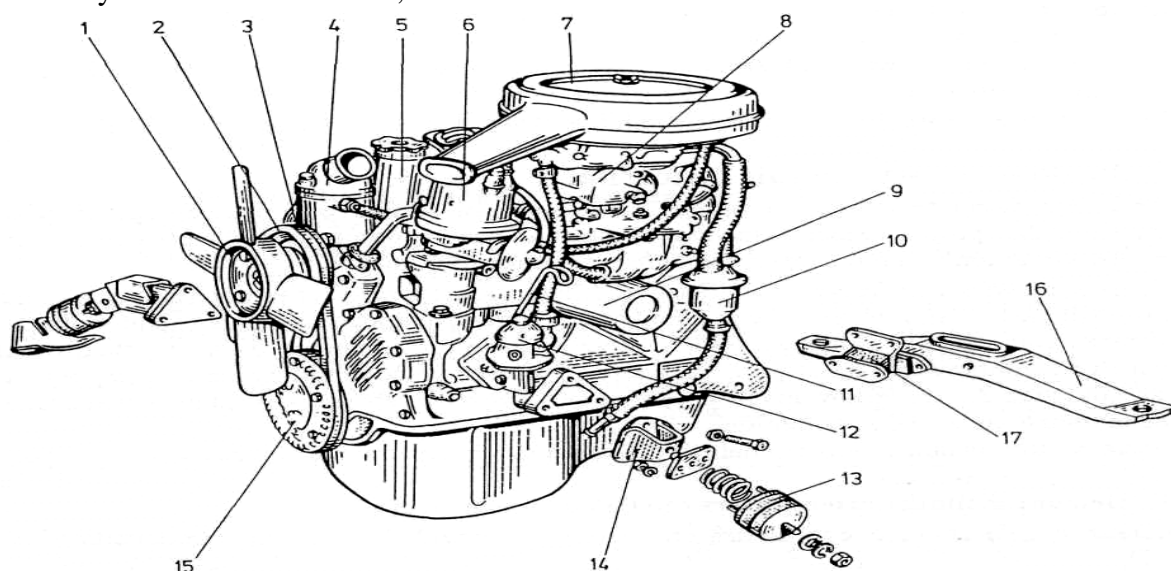
Zdemontowane podzespoły i części należy odkładać do przygotowanych pojemników. Części trzeba odpowiednio oznaczyć, aby w czasie montażu nie zostały zamienione. W czasie wykonywania ćwiczenia należy przestrzegać przepisów bhp i przeciwpożarowych.

Demontaż silnika chłodzonego cieczą omówiono na przykładzie silnika samochodu Fiat 125p.

Demontaż przeprowadza się w następującej kolejności:

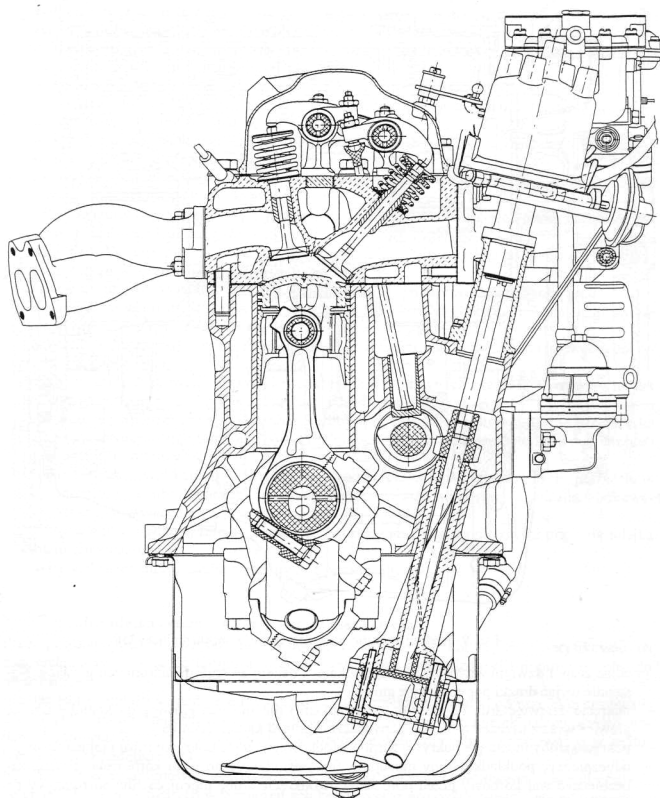
- odkręcić i zdjąć pokrywę filtra powietrza, wyjąć wkład filtra powietrza, wykręcić cztery na krętki mocujące filtr powietrza do gaźnika, odłączyć obudowę filtra powietrza od kolektora wylotowego i wymontować obudowę filtra powietrza,
- zdjąć przewody wysokiego napięcia ze świec zapłonowych oraz kopułki rozdzielacza zapłonu (aparatu zapłonowego),
- wykręcić świece zapłonowe kluczem do świec zapłonowych,
- zdjąć przewód podciśnienia z regulatora podciśnieniowego rozdzielacza zapłonu,
- odkręcić nakrętkę mocującą obudowę rozdzielacza zapłonu i wymontować rozdzielacz zapłonu,
- wykręcić czujnik ciśnienia oleju z kadłuba silnika i czujnik wskaźnika temperatury cieczy chłodzącej z obudowy termostatu,

- odkręcić górną śrubę wspornika alternatora, górną nakrętkę mocującą wspornik do kadłuba silnika i dolne nakrętki mocowania wspornika alternatora oraz wymontować pasek klinowy napędu wentylatora, pompy cieczy chłodzącej i alternatora,
- wyjąć kompletny alternator,
- odłączyć ciągnio sterowania przepustnicy od dźwigni przepustnicy mieszanki gaźnika,
- wykręcić cztery śruby mocujące pokrywę głowicy i zdjąć tę pokrywę,
- zdjąć przewody gumowe łączące: obudowę termostatu z pompą cieczy chłodzącej, rurkę wylotu z nagrzewnicy z pompą cieczy chłodzącej, rurkę wylotu z nagrzewnicy z kanałem dolotowym (podgrzewania mieszanki), po uprzednim poluzowaniu zacisków taśmowych na tych przewodach,
- wykręcić nakrętki mocowania obudowy termostatu, zdjąć pokrywę obudowy termostatu, wyjąć termostat oraz uszczelkę pokrywy,
- odkręcić śruby mocujące obudowę termostatu oraz wyjąć obudowę termostatu wraz z uszczelką,
- odkręcić śruby mocujące odpowietrznik do kadłuba silnika i zdjąć odpowietrznik; zsunąć przewód z pompy paliwa po poluzowaniu zacisku tego przewodu; po odkręceniu nakrętek mocujących kolektor dolotowy do głowicy silnika zdjąć go wraz z kompletnym gaźnikiem, a następnie odkręcić gaźnik od kolektora dolotowego; wymontować boczny filtr oleju z kadłuba silnika używając przyrządu do demontażu filtra oraz zdjąć uszczelkę tego filtru,
- odkręcić nakrętki mocujące kolektor wylotowy do głowicy silnika i zdjąć ten kolektor wraz z uszczelkami,
- odkręcić nakrętki mocujące pompę paliwa do kadłuba silnika, zdjąć pompę paliwa, uszczelki pompy, prowadnik popychacza oraz dźwignię popychacza, mieszczący się w otworze prowadnika,
- odkręcić śruby mocujące zespół pompa-wentylator do kadłuba silnika, odłączyć przewód elektryczny szczotki sprzęgła elektromagnetycznego wentylatora i zdjąć zespół pompa-wentylator z kadłuba silnika,

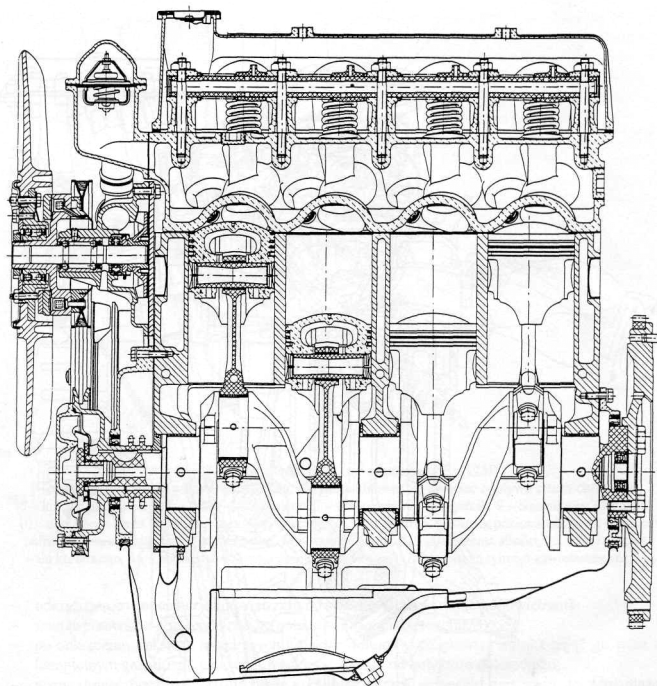


Rys. 30. Widok silnika 1300 cm³ samochodu Fiat 125p: 1) wentylator, 2) koło pasowe wentylatora, 3) pasek klinowy, 4) króciec odpływu cieczy chłodzącej, 5) króciec wlewu oleju, 6) rozdzielacz zapłonu, 7) filtr powietrza, 8) gaźnik, 9) boczny filtr oleju, 10) odolejacz układu odpowietrzania skrzyni korbowej, 11) prętowy wskaźnik poziomu oleju, 12) pompa paliwa, 13) poduszka zawieszenia silnika, 14) wspornik poduszki zawieszenia silnika, 15) koło pasowe, wału korbowego, 16) poprzeczka tylnego zawieszenia silnika, 17) poduszka tylnego zawieszenia silnika [2, s. 12].

- wymontować z głowicy zespół dźwigni zaworów ze wspornikami i osiami; w tym celu odgiąć podkładki zabezpieczające nakrętki śrub dwustronnych wsporników osi dźwigni zaworów, odkręcić nakrętki śrub dwustronnych z pięciu wsporników osi dźwigni zaworów oraz zdjąć zespół dźwigni zaworów ze wspornikami i osiami ze śrub dwustronnych głowicy. Następnie wyjąć dźwigni popychaczy z gniazd,
- odkręcić dziewięć śrub (z płaskimi podkładkami) mocujących głowicę do kadłuba i zdjąć głowicę wraz z uszczelką,
- wyjąć popychacze z gniazd kadłuba silnika,
- odkręcić śruby mocujące pokrywę filtra odśrodkowego,
- zdjąć pokrywę filtra i jej uszczelkę,
- odbezpieczyć podkładkę śruby mocującej filtr odśrodkowy do wału korbowego silnika zabezpieczyć wał korbowy przed obróceniem i odkręcić śrubę mocującą filtr odśrodkowy do wału korbowego silnika,
- zdjąć filtr odśrodkowy z wału korbowego silnika,
- odwrócić silnik na stanowisku i odkręcić śruby (z podkładkami sprężystymi) mocujące miskę olejową,
- wymontować pokrywę kół napędu rozrzędu wykręcając śruby (z podkładkami) mocujące tę pokrywę do kadłuba silnika,
- wykręcić dwie śruby (z podkładkami) i zdjąć podstawę rozdzielacza zapłonu oraz wyjąć koło zębate napędu pompy oleju i rozdzielacza zapłonu,
- odbezpieczyć i wykręcić śrubę koła łańcuchowego (napędzanego) rozrzędu, a następnie wyjąć podkładkę zabezpieczającą! podkładkę płaską; zdjąć koło łańcuchowe i łańcuch napędu rozrzędu,
- za pomocą odpowiedniego ściągacza zdjąć koło łańcuchowe napędzające rozrzędu, a następnie wyjąć wpust z gniazda wału korbowego,



Rys. 31. Przekrój poprzeczny silnika samochodu Fiat 125p [2, s. 13].



Rys. 32. Przekrój podłużny silnika 1500 cm³ samochodu Fiat125p [2, s. 14].

- wykręcić śruby mocujące koło zamachowe do wału korbowego oraz zdjąć koło zamachowe wraz z podkładką z wału korbowego,
- za pomocą odpowiedniego ściągacza wyciągnąć łożysko kulkowe wałka sprzęgłowego z otworu gniazda w wale korbowym,
- odkręcić śruby mocujące płytkę z przewodem doprowadzającym olej od pompy oleju do pokrywy przedniego łożyska głównego,
- odgiąć płytkę zabezpieczającą, odkręcić śrubę mocującą pompę oleju do kadłuba oraz wyjąć pompę oleju wraz ze smokiem (filtrem wstępnym),
- odkręcić śruby korbowodów oraz zdjąć pokrywy korbowodów wraz z półpanewkami; wyjąć od górnej strony kadłuba cztery podzespoły korbowód-tłok (z pierścieniami i sworzniem) oraz górne półpanewki korbowe,
- odkręcić śruby (z podkładkami zabezpieczającymi) tylnej pokrywy kadłuba i zdjąć tę pokrywę wraz z uszczelką,
- odkręcić śruby mocowania wszystkich pokryw łożysk głównych oraz zdjąć pokrywy łożysk głównych wraz z półpanewkami dolnymi; razem ze środkową pokrywą łożyska głównego zdjąć dolne półpierścienie oporowe wału korbowego; zdejmując pokrywę przedniego łożyska głównego należy wyjąć także tarczę uszczelniającą wraz z przednim pierścieniem uszczelniającym wał korbowy,
- wyjąć z kadłuba wał korbowy, a następnie górne półpanewki łożysk głównych (pozostałe w wytoczeniach kadłuba) i górne półpierścienie oporowe wału korbowego z gniazda środkowego łożyska głównego,
- odkręcić śruby przedniej tulejki ustalającej wał rozrządu, a następnie wyjąć przednią tulejkę ustalającą z kadłuba; wyjąć wał rozrządu z kadłuba przez otwór z przodu silnika.

Montaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą

Przed przystąpieniem do montażu należy dokładnie umyć wszystkie części i zweryfikować ich stan techniczny. Użycie do montażu niesprawnych części (uszkodzonych) doprowadziłoby do awarii silnika.

Montaż silnika należy rozpocząć od włożenia wału rozrządu do kadłuba od przedniej strony silnika. Przed zamontowaniem czopy wału i powierzchnie wewnętrzne tulejek należy powlec olejem silnikowym. Włożyć przednią tulejkę na końcówkę wału rozrządu i zamocować ją w kadłubie śrubami (z podkładkami).

Następnie trzeba zamontować wał korbowy. Należy zacząć od prawidłowego ułożenia górnych półpanewek łożysk głównych w wytoczeniach kadłuba oraz górnych półpierścieni oporowych w gnieździe (z przodu i z tyłu) środkowego wytoczenia łożyska głównego, a potem włożyć do kadłuba wał korbowy. Czopy wału korbowego oraz wewnętrzne powierzchnie półpanewek powinny być powleczone olejem silnikowym. Założyć pokrywy łożysk głównych wraz z dolnymi półpanewkami powleczonymi olejem silnikowym.

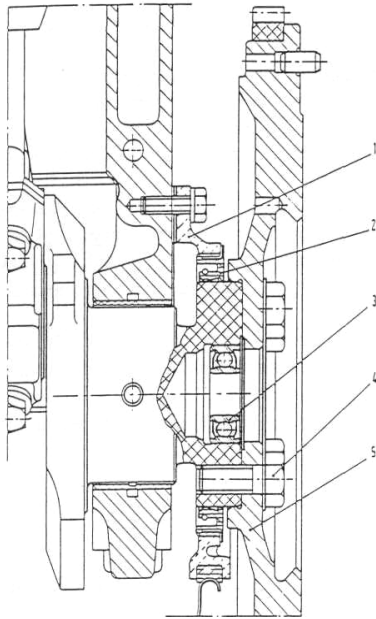
Przed montażem przedniej pokrywy łożyska głównego wmontować na wał korbowy tarczę uszczelniającą wraz z przednim pierścieniem uszczelniającym, a wzdłuż pokrywy środkowego łożyska głównego (z przodu i z tyłu) wprowadzić dolne półpierścienie oporowe wału korbowego. Przykręcić pokrywy łożysk głównych kluczem dynamometrycznym momentem 103 Nm. W dalszej kolejności należy:

- włożyć łożysko kulkowe wałka sprzęgłowego w otwór gniazda tylnego końca wału korbowego,
- założyć tylną pokrywę kadłuba wraz z uszczelką i zamocować ją do kadłuba za pomocą śrub (z podkładkami),
- obrócić wał korbowy w ten sposób, aby czopy korbowe pierwszego i czwartego cylindra (licząc od strony napędu rozrządu, czyli od przodu silnika) znalazły się w położeniu GMP.

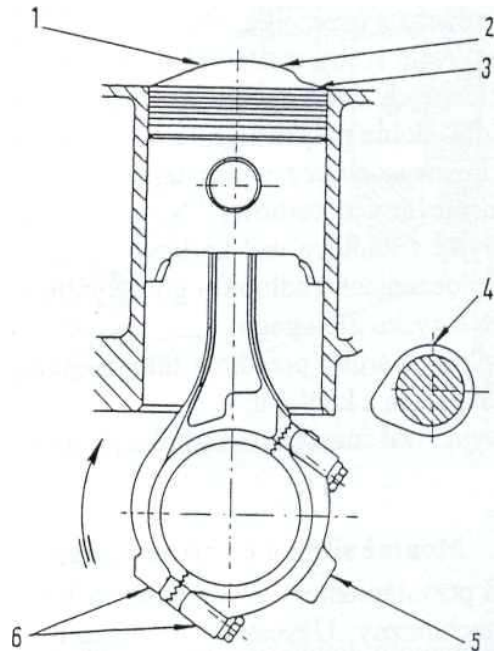
W tej pozycji założyć koło zamachowe zwracając uwagę, aby specjalny znak umieszczony na kole zamachowym znalazł się w górze, w jednej płaszczyźnie z czopami wału korbowego.

Koło zamachowe przykręcić śrubami (ze wspólną podkładką) dokręcając je kluczem dynamometrycznym momentem 78 Nm.

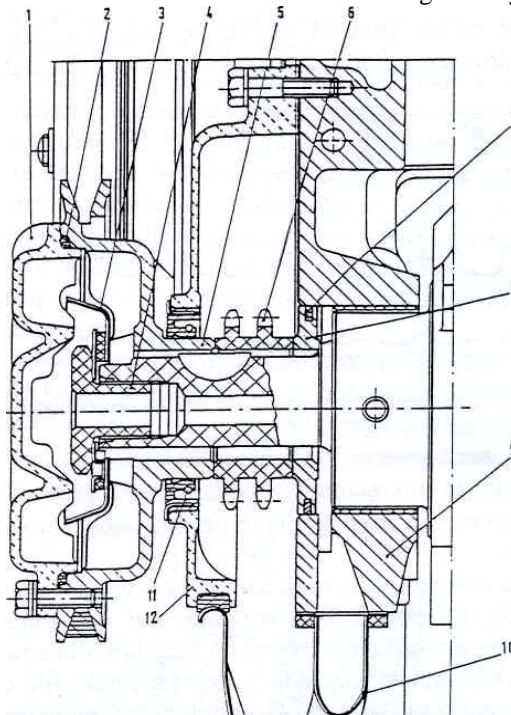
- od górnej strony kadłuba włożyć do odpowiednich cylindrów (według oznakowania numerem na korbowodzie i pokrywie i we właściwy sposób) podzespoły korbowód, tłok (z pierścieniami i sworzniem), powlekając wcześniej tłoki olejem silnikowym i wykorzystując obejmy montażowe ściskające pierścienie na tłoku w celu ułatwienia montażu. Następnie ułożyć górne i dolne półpanewki korbowe oraz pokrywy korbowodów na czopach wału korbowego. Śruby korbowodów dokręcić kluczem dynamometrycznym momentem 68,5 Nm,
- zamontować kompletną pompę oleju (ze smokiem i przewodem doprowadzającym olej do pokrywy przedniego łożyska głównego) do kadłuba silnika, przykręcając pompę do kadłuba za pomocą śruby z podkładką zabezpieczającą; włożyć uszczelkę pod kołnierz przewodu doprowadzenia oleju i dokręcić ten kołnierz śrubami,



Rys. 33. Fragment przekroju podłużnego silnika przez tylne łożysko główne wału korbowego: 1) tylna pokrywa kadłuba, 2) tylny pierścień uszczelniający wał korbowy, 3) łożysko kulkowe wałka sprzęgłowego, 4) śruba mocująca koło zamachowe, 5) koło zamachowe [2, s. 16].

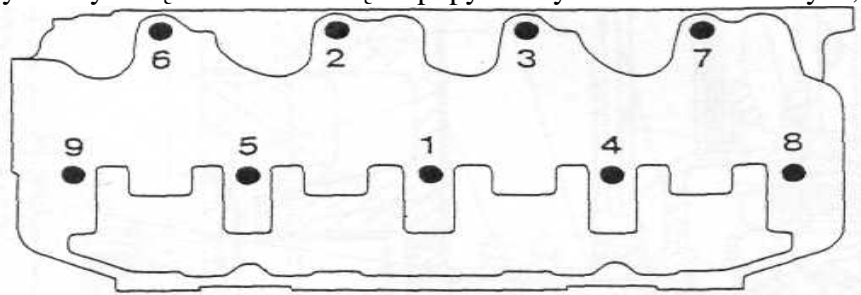


Rys. 34. Schemat ustawienia zespołu korbowód-tłok w cylindrze: 1) miejsce wybicia litery grupy selekcyjnej tłok-cylinder, 2) miejsce wybicia numeru grupy selekcyjnej tłok-sworzeń tłokowy, 3) wybranie materiału, 4) wał rozrządu, 5) miejsce wybicia grupy selekcyjnej otworu w głowce korbowodu, 6) miejsce wybicia numeru cylindra, do którego należy korbowód [2, s.16].



Rys. 35. Fragment przekroju podłużnego silnika przez odśrodkowy filtr oleju i przednie łożysko główne wału korbowego: 1) pokrywa filtra odśrodkowego, 2) uszczelka, 3) odrzutnik oleju, 4) śruba mocująca piastę koła pasowego do wału korbowego, 5) piasta koła pasowego i filtra odśrodkowego, 6) koło łańcuchowe napędu rozrządu, 7 - pierścień uszczelniający, 8 - tarcza pierścienia uszczelniającego, 9) pokrywa przedniego łożyska głównego wału korbowego, 10 - przewód doprowadzenia oleju do pokrywy przedniego łożyska głównego, 11) przedni pierścień uszczelniający wał korbowy, 12) pokrywa kół napędu rozrządu [2, s. 17].

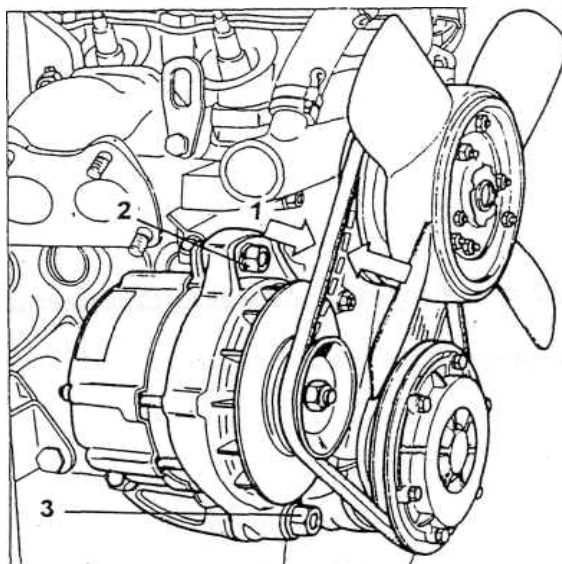
- włożyć wpust koła łańcuchowego napędzającego rozrząd i piastę filtra odśrodkowego w rowek wpustowy w wale korbowym; założyć koło łańcuchowe napędzające rozrząd na wał korbowy,
- większe koło łańcuchowe napędu rozrządu (wraz z łańcuchem) założyć na wał rozrządu w ten sposób, aby jego znak ustawczy znalazł się naprzeciw odpowiedniego znaku ustawczego na kole łańcuchowym wału korbowego,
- unieruchomić wał korbowy za pomocą odpowiedniego przyrządu, przykręcić koło łańcuchowe wału rozrządu śrubą z podkładką płaską i zabezpieczyć odginając języczek podkładki zabezpieczającej do otworu koła łańcuchowego. Następnie dokręcić ostatecznie śrubę kluczem dynamometrycznym momentem 49 Nm i zagiąć brzeg podkładki zabezpieczającej na łeb śruby,
- po odwróceniu kadłuba do normalnej pozycji włożyć popychacze powleczone olejem silnikowym w gniazda kadłuba silnika,
- na górną powierzchnię kadłuba założyć uszczelkę głowicy, a następnie kompletną głowicę silnika i przykręcić śruby mocowania głowicy (z płaskimi podkładkami) do kadłuba kluczem dynamometrycznym w dwóch etapach: najpierw momentem wstępnym 30 Nm, a następnie ostatecznie momentem 98 Nm, przestrzegając prawidłowej kolejności dokręcania śrub (patrz rys. 36),
- włożyć drążki popychaczy w ich gniazda, zwracając uwagę na fakt, że drążki popychaczy zaworów wylotowych są dłuższe niż drążki popychaczy zaworów dolotowych,



Rys. 36. Kolejność dokręcania śrub głowicy silnika samochodu Fiat 125p [2, s. 18].

- założyć zespół dźwigni zaworów wraz z osiami i wspornikami osi dźwigni na śruby dwustronne głowicy, przykręcić go nakrętkami (z podkładkami zabezpieczającymi) za pomocą klucza dynamometrycznego momentem 18,5 Nm i zabezpieczyć nakrętki przed odkręceniem odginając brzegi podkładek,
- sprawdzić ustawienie wału rozrządu silnika, a następnie wyregulować luzy zaworów. Luzy zaworów, mierzone w zimnym silniku, powinny wynosić: 0,20 mm dla zaworów dolotowych i 0,25 mm dla zaworów wylotowych; założyć przednią pokrywę kół napędu rozrządu wraz z uszczelką (do otworu pokrywy włożyć uszczelniacz) i dokręcić tę pokrywę śrubami (z podkładkami sprężystymi), zwracając uwagę na zróżnicowanie długości tych śrub (cztery dłuższe i cztery krótsze),
- na przedni czop wału korbowego założyć piastę odśrodkowego filtra oleju, odrzutnik oleju, podkładkę płaską i płytkę zabezpieczającą; przykręcić wymienione części do wału korbowego silnika, dokręcając śrubę kluczem dynamometrycznym momentem 137 Nm po unieruchomieniu wału korbowego, a następnie zabezpieczyć śrubę zaginając brzeg podkładki zabezpieczającej,
- zamontować pokrywę filtra odśrodkowego wraz z uszczelką gumową, dokręcając ją śrubami (z podkładkami sprężystymi),
- zamontować pompę paliwa z popychaczem i prowadnicą popychacza oraz z uszczelkami, przykręcając ją nakrętkami (z podkładkami sprężystymi) do kadłuba silnika,

- założyć odpowietrznik z uszczelką i przykręcić go do kadłuba silnika; przykręcić filtr boczny oleju z uszczelką do złącza w kadłubie silnika; zamontować kolektor dolotowy z uszczelkami (dwie boczne i jedna środkowa) do głowicy silnika, przykręcając go nakrętkami (z podkładkami zwykłymi i sprężystymi); górna tylna nakrętka mocuje również uchwyt przewodu wylotu cieczy z nagrzewnicy i ucho do podnoszenia silnika,
- zamontować kolektor wylotowy wraz z dwoma uszczelkami do głowicy silnika, przykręcając go nakrętkami (z podkładkami zwykłymi i sprężystymi),
- zamontować kompletny zespół pompa-wentylator ze sprzęgłem elektromagnetycznym wraz z uszczelką pompy i przykręcić go do kadłuba silnika śrubami (z podkładkami sprężystymi) oraz podłączyć przewód elektryczny sprzęgła elektromagnetycznego wentylatora; założyć obudowę termostatu z uszczelką i przykręcić ją śrubami (z podkładkami sprężystymi) do głowicy silnika, połączyć ją przewodem gumowym z pompą cieczy chłodzącej oraz zamocować zaciskami taśmowymi,
- połączyć rurkę wylotu z nagrzewnicy z pompą cieczy chłodzącej za pomocą przewodu gumowego oraz zacisków taśmowych, połączyć rurkę wypływu z nagrzewnicy z końcówką komory podgrzewania mieszanki przewodem dolotowego,
- umieścić termostat w obudowie, założyć uszczelkę pokrywy i przykręcić nakrętki (z podkładkami sprężystymi) pokrywy obudowy termostatu,
- wkręcić czujnik ciśnienia oleju w kadłub silnika i czujnik wskaźnika temperatury cieczy chłodzącej w obudowę termostatu oraz wkręcić w kadłub korek spustu cieczy chłodzącej; zamontować gaźnik wraz z uszczelkami i podkładką izolacyjną (nakrętki z podkładkami płaskimi), założyć przewód pompa paliwa-gaźnik i zamocować go zaciskami; zamontować rozdzielacz zapłonu i ustawić kąt wyprzedzenia zapłonu i przykręcić podstawę rozdzielacza zapłonu do wspornika rozdzielacza zapłonu,
- zamontować alternator z kołem pasowym do kadłuba silnika za pomocą dwóch wsporników, które należy dokręcić do kadłuba nakrętkami po założeniu paska klinowego. Wyregulować naciąg paska klinowego (rys. 37) i dokręcić śrubę regulacyjną górnego wspornika oraz nakrętkę samozabezpieczającą śruby dwustronnej dolnego wspornika,



Rys. 37. Sposób regulacji naciągu paska klinowego napędu pompy cieczy chłodzącej, wentylatora i alternatora: 1) ugięcie paska, 2) śruba górnego wspornika alternatora, 3) śruba dolnego wspornika alternatora [2, s. 19].

- założyć pokrywę głowicy z uszczelką, przykręcić ją śrubami (z podkładkami sprężystymi) kluczem dynamometrycznym momentem 28 [Nm],

- wkręcić świece zapłonowe i dokręcić je kluczem do świec zapłonowych,
- założyć przewody wysokiego napięcia na końce świec zapłonowych oraz końcówki kopułki rozdzielacza zapłonu,
- połączyć dźwignię przepustnicy mieszanki z dźwignią pośrednią na pokrywie głowicy,
- zamontować kompletne sprzęgło do koła zamachowego silnika,
- założyć miskę olejową silnika wraz z uszczelkami i przykręcić ją śrubami (przy każdym narożu dwie śruby powinny być o 2 mm dłuższe).

Po napełnieniu silnika olejem przez wlew w pokrywie głowicy do właściwego poziomu należy założyć korek wlewu. Poziom oleju sprawdzić za pomocą miarki. Tak przygotowany silnik jest gotowy do wmontowania do samochodu.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Od jakich czynności należy rozpocząć demontaż silnika chłodzonego powietrzem?
2. Jakie narzędzia są potrzebne do demontażu silnika chłodzonego powietrzem?
3. Jak należy przygotować montaż silnika chłodzonego powietrzem?
4. Które elementy wymagają wymiany na nowe podczas montażu silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem?
5. Które zespoły należy montować używając oleju silnikowego?
6. Do czego służy klucz dynamometryczny?
7. Które czynności wymagają użycia szczelinomierza?
8. Jakich przepisów bhp i przeciwpożarowych będziesz musiał przestrzegać podczas pracy na stanowisku, aby praca była bezpieczna?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj demontaż silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do wykonania demontażu silnika czterosuwowego,
- 3) zaplanować kolejność czynności w celu wykonania ćwiczenia,
- 4) przygotować silnik czterosurowy do demontażu,
- 5) zdemontować silnik czterosurowy,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- silnik Fiata 126p,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja techniczna silnika czterosurowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Wykonaj demontaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do wykonania demontażu silnika czterosuwowego,
- 3) zaplanować kolejność czynności w celu wykonania ćwiczenia,
- 4) przygotować silnik czterosuwowy do demontażu,
- 5) zdemontować silnik czterosuwowy,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- silnik samochodu Fiat 125p,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja techniczna silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Wykonywanie montażu silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem z zachowaniem warunków technologicznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do wykonania montażu silnika czterosuwowego,
- 3) zaplanować kolejność czynności w celu wykonania ćwiczenia,
- 4) dobrać elementy uszczelniające podlegające wymianie podczas ponownego montażu,
- 5) przygotować elementy silnika czterosuwowego do montażu,
- 6) wykonać montaż silnika czterosuwowego
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- elementy silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja techniczna silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Wykonaj montaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą z zachowaniem warunków technologicznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do wykonania montażu silnika czterosuwowego,
- 3) zaplanować kolejność czynności w celu wykonania ćwiczenia,

- 4) dobrać elementy uszczelniające podlegające wymianie podczas ponownego montażu,
- 5) przygotować elementy silnika czterosuwowego do montażu,
- 6) wykonać montaż silnika czterosuwowego,
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- elementy silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja techniczna silnika czterosuwowego,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić w jakiej kolejności należy montować zespoły silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) prawidłowo dokręcać nakrętki głowicy ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić w jakiej kolejności należy montować zespoły silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić w jakiej kolejności należy demontować zespoły silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić w jakiej kolejności należy demontować zespoły silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić przepisy które należy przestrzegać przy pracy na stanowisku naprawy silników czterosuwowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

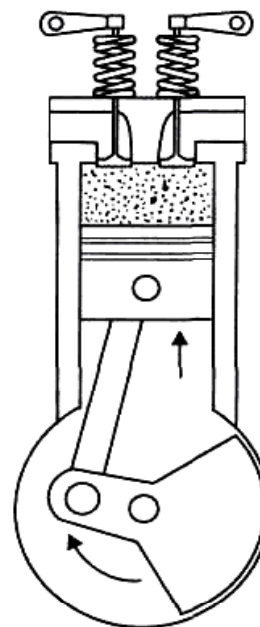
INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących wykonywania montażu i demontażu silnika czterosuwowego. 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.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

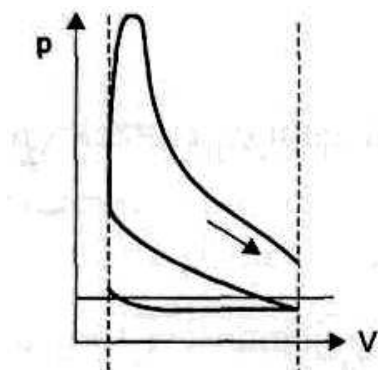
1. Rysunek przedstawia dla silnika czterosuwowego niskopiętowego suw
 - a) dolotu.
 - b) sprężania.
 - c) pracy.
 - d) wylotu.



2. W silniku czterosuwowym cykl pracy zachodzi raz na
 - a) pół obrotu wału korbowego.
 - b) obrót wału korbowego.
 - c) dwa obroty wału korbowego.
 - d) cztery obroty wału korbowego.

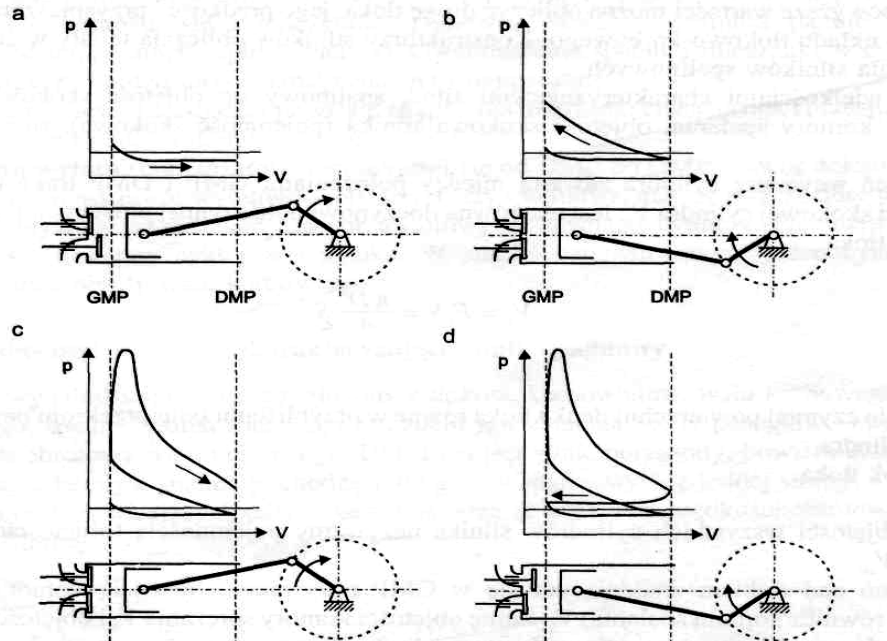
3. Pojemność skokową cylindra silnika o średnicy D i długości skoku tłoka S obliczamy ze wzoru
- $\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S$
 - $\frac{\pi \cdot S^2}{2} \cdot D$
 - $\frac{\pi \cdot S^2}{4} \cdot D$
 - $\frac{\pi \cdot D^2}{2} \cdot S$
 - $\frac{\pi \cdot D^2}{2} \cdot S$
4. Skokowi tłoka odpowiada obrót korby wału korbowego silnika czterosuwowego o
- 90° .
 - 180° .
 - 270° .
 - 360° .
5. Wykres indykatorowy silnika czterosuwowego tworzymy w układzie współrzędnych
- ciśnienie – objętość.
 - ciśnienie – temperatura.
 - objętość – temperatura.
 - temperatura – objętość.
6. Spalinowy silnik czterosuwowy jest może być chłodzony
- tylko powietrzem.
 - tylko cieczą.
 - powietrzem lub cieczą.
 - nie musi być chłodzony.
7. Przestrzeń cylindra zamkniętą przez tłok znajdujący się w GMP nazywa się
- objętością skokową silnika.
 - objętością skokową cylindra.
 - objętością całkowitą cylindra.
 - objętością komory spalania.

8. Na wykresie przedstawiono suw
- dolotu.
 - sprężania.
 - pracy.
 - wylotu.



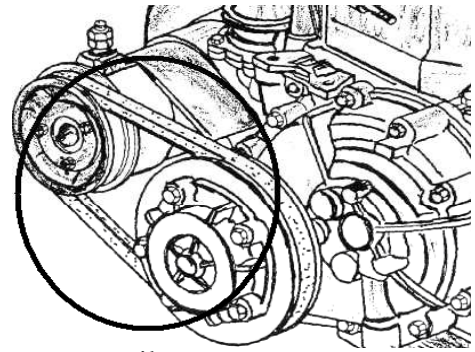
9. Tłoki wykonuje się z materiałów o
- dużej rozszerzalności cieplnej, małej odporności na ścieranie oraz bardzo dobrym przewodnictwem cieplnym.
 - dużej rozszerzalności cieplnej i odporności na ścieranie oraz bardzo dobrym przewodnictwem cieplnym.
 - małej rozszerzalności cieplnej i odporności na ścieranie oraz bardzo słabym przewodnictwem cieplnym.
 - małej rozszerzalności cieplnej i odporności na ścieranie oraz bardzo dobrym przewodnictwem cieplnym.

10. Na którym z rysunków przedstawiony została suw pracy



11. Którego z wymienionych warunków cieczy chłodzącej **nie powinny** spełniać
- powinny mieć wysoką temperaturę wrzenia.
 - nie powinny krzepnąć w niskiej temperaturze.
 - nie mogą wywoływać korozji części metalowych ani niszczenia części niemetalowych.
 - powinny się pieniać.
12. Korbowody wykonane są zwykle
- z aluminium.
 - z żeliwa.
 - ze stali stopowych.
 - ze stali węglowej.
13. Regulacja temperatury cieczy chłodzącej odbywa się za pomocą
- termometru.
 - termostatu.
 - termopary.
 - działania grawitacji.

14. Określ przeznaczenie zakreślonego układu.
- Przeniesienie napędu na prądnicę i dmuchawę.
 - Przeniesienie napędu na pompę olejową.
 - Przeniesienie napędu na układ rozrządu.
 - Przeniesienie napędu na układ jezdny.



15. Klucz dynamometryczny stosujemy do
- odkręcenia łączonych elementów właściwym momentem siły.
 - pomiaru szczelności połączeń podzespołów silnika.
 - dokręcenie łączonych elementów właściwym momentem siły.
 - osadzania pierścieni na tłoku.

16. Który z przedstawionych kluczy jest dynamometryczny

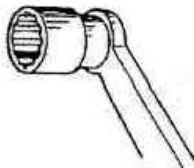
a)



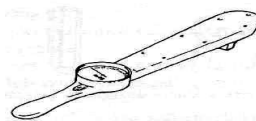
b)



c)



d)



17. Silnik czterosuwowy z zapłonem iskrowym nie osiągnie temperatury

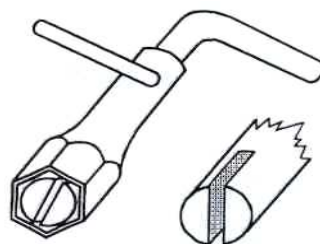
- 2900°C.
- 2100°C.
- 1300°C.
- 700°C.

18. Silnik czterosuwowy chłodzony powietrzem znalazł zastosowanie w samochodzie

- Polonez.
- Fiat 125p.
- Syrena.
- Fiat 126p.

19. Rysunek przedstawia

- klucz dynamometryczny.
- klucz imbusowy.
- szczelinomierz.
- klucz do regulacji luzów zaworów.



20. Przedstawione wyrażenie $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ służy do obliczenia
- stopnia sprężania silnika.
 - prędkości kątowej wału korbowego.
 - objętości skokowej cylindra.
 - sprawności silnika.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie montażu i demontażu silnika czterosuwowego

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Numer zadani a	Odpowiedź				Punktacja
	a	b	c	d	
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. Ługowski T.: Demontaż i montaż silnika czterosuwowego chłodzonego powietrzem. WKŁ Warszawa 2000
2. Ługowski T.: Demontaż i montaż silnika czterosuwowego chłodzonego cieczą. WKŁ Warszawa 2000
3. Morawski E.: Budowa, naprawa, eksploatacja – polonez – WKŁ Warszawa 2005
4. Kozłowski M.: Mechanik pojazdów samochodowych – Budowa i eksploatacja pojazdów część 2 – Vogel Wrocław 2000
5. Rawski F.: Technologia – Mechanik silników spalinowych WSiP Warszawa 1997
6. Szkolenia serwisowe – opracowanie własne