



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Janusz Górny

Wykonywanie naprawy silników samochodowych 723[04].Z2.01

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

Recenzenci:

mgr inż. Jan Kania

mgr inż. Robert Wanic

Opracowanie redakcyjne:

mgr Janusz Górny

Konsultacja:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].Z2.01 Wykonywanie naprawy silników samochodowych, 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 naprawa kadłubów silników spalinowych	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	15
4.1.3. Ćwiczenia	16
4.1.4. Sprawdzian postępów	17
4.2. Budowa i naprawa układów tłokowo-korbowych	18
4.2.1. Materiał nauczania	18
4.2.2. Pytania sprawdzające	31
4.2.3. Ćwiczenia	31
4.2.4. Sprawdzian postępów	33
4.3. Budowa i naprawa głowicy i układów rozrządu	34
4.3.1. Materiał nauczania	34
4.3.2. Pytania sprawdzające	44
4.3.3. Ćwiczenia	44
4.3.4. Sprawdzian postępów	46
4.4. Budowa i naprawa układów smarowania	47
4.4.1. Materiał nauczania	47
4.4.2. Pytania sprawdzające	52
4.4.3. Ćwiczenia	52
4.4.4. Sprawdzian postępów	53
5. Sprawdzian osiągnięć	54
6. Literatura	59

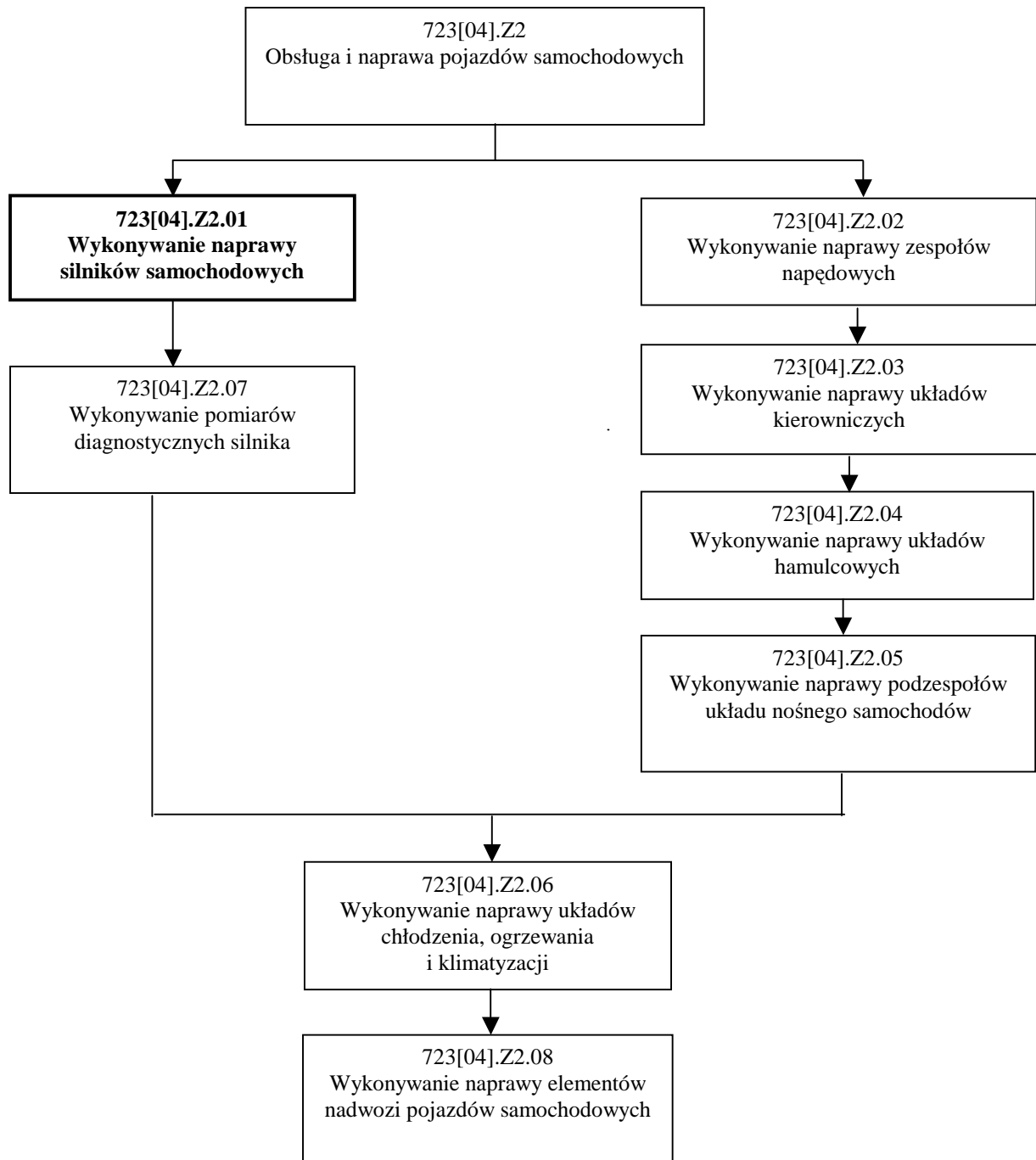
1. WPROWADZENIE

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

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].Z2 „Obsługa i naprawa 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:

- 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 układu tłokowo-korbowego silnika,
- rozróżnić rodzaje tłoków i pierścieni tłoków, sworzni tłoków, wałów korbowych i korbowodów,
- dobrać sposób naprawy silnika,
- wyjaśnić budowę kadłubów i scharakteryzować rozwiązania konstrukcyjne,
- określić rolę i zadania układu smarowania silnika,
- rozróżnić elementy ciśnieniowego układu smarowania silnika,
- określić zadania mechanizmów rozrządu,
- rozróżnić rodzaje mechanizmów i sposoby napędu wału rozrządu,
- rozróżnić rodzaje i materiały stosowane na wały rozrządu, zawory, popychacze, sprężyny zaworowe,
- rozróżnić rodzaje głowic i materiały stosowane do ich wytwarzania,
- zweryfikować poszczególne części silnika i jego podzespoły,
- określić zakres i sposób naprawy,
- dokonać demontażu, naprawy i montażu poszczególnych części silnika,
- zastosować przepisy bhp i ochrony przeciwpożarowej obowiązujące na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Budowa i naprawa kadłubów silników spalinowych

4.1.1. Materiał nauczania

Przygotowanie silnika do naprawy

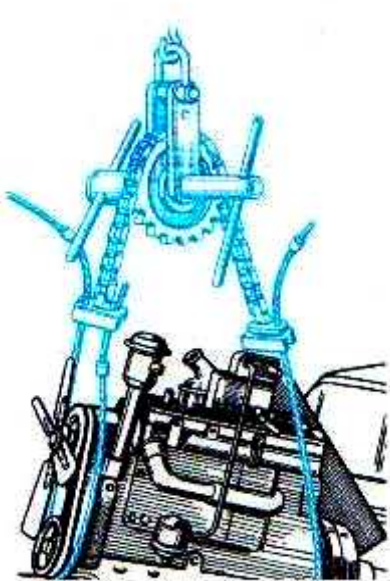
Przygotowanie silnika do naprawy obejmuje wyjęcie go z pojazdu, umycie oraz demontaż na zespoły i części.

Sposób wyjmowania silnika zależy od konstrukcji pojazdu. W samochodach osobowych o „klasycznym” układzie zespołów silnik wyjmuje się z góry, zazwyczaj wraz ze skrzynką biegów. W samochodach o zablokowanym układzie napędowym łatwiej jest odłączyć sam silnik. W samochodach ciężarowych zwykle wyjmuje się silnik po przednim odłączeniu skrzynki biegów. Sposób wyjmowania także zależy od konstrukcji pojazdu. W samochodach, w których silnik jest usytuowany obok miejsca kierowcy, wyjmuje się go przez wysunięcie do przodu, po zdjęciu kraty wlotu powietrza i chłodnicy. W samochodach z odchylaną do przodu kabiną kierowcy silnik wyjmuje się ku górze.

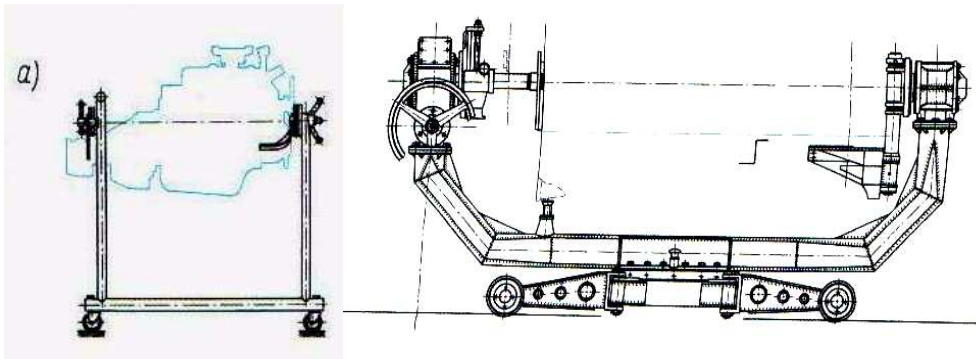
Ze względu na znaczny ciężar silników samochodów ciężarowych, do ich wyjmowania niezbędne są podnośniki przewoźne lub dźwigi (rys. 1).

Przed wyjęciem silnika należy spuścić ciecz chłodzącą i olej silnikowy, odłączyć przewody elektryczne, paliwowe i olejowe oraz przewód wylotowy i rozłączyć mechanizmy sterowania silnika i sprzęgła.

Silnik demontuje się po zewnętrznym umyciu go i zamocowaniu na stojaku (rys. 2). Stojak taki umożliwia zwykle obracanie silnika stosownie do potrzeb. Najpierw zdejmuje się wszystkie elementy osprzętu silnika (przewody dolotowy i wylotowy, pompę wody, aparat zapłonowy itd.). Następnie wyjmuje się głowicę, miskę oleju, mechanizm korbowy oraz pozostałe podzespoły. Ostatnim etapem rozbiórki silnika jest demontaż podzespołów na części. Kolejność i opisy poszczególnych czynności wyjmowania z pojazdu i rozbierania silnika można znaleźć w instrukcji naprawy pojazdu.



Rys. 1. Urządzenie dźwigowe do wyjmowania silników umożliwiające ukośne ustawienie silnika [5, s. 244].



Rys. 2. Stojaki do prac przy silniku: a) samochodu osobowego, b) samochodu ciężarowego [5, s. 244].

Budowa kadłubów

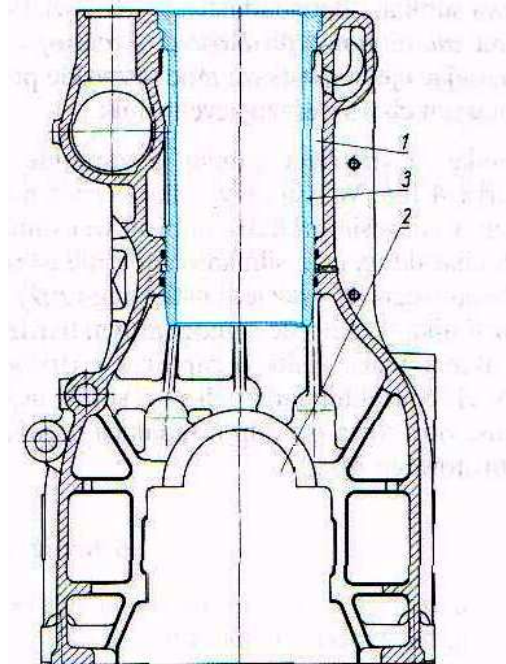
Kadłub wraz z głowicą stanowią obudowę mechanizmów korbowego i rozrządu, a ponadto służą do zamocowania zewnętrznego osprzętu silnika.

Kadłuby silników z reguły są wykonywane jako odlewy żeliwne lub ze stopów aluminium, odpowiednio ukształtowane, wiążące w całość wszystkie cylindry silnika i punkty podparcia wału korbowego i wałka rozrządu. Odpowiednie ukształtowanie kadłuba stwarza ponadto warunki prawidłowego chłodzenia cylindrów oraz sprzyja doprowadzaniu oleju do wszystkich łożysk wymagających smarowania.

Kadłuby silników chłodzonych cieczą

W silnikach chłodzonych cieczą blok cylindrów tworzy jedną całość z komorą korbową, w której wiruje wał korbowy. Przestrzeń 1, w której znajduje się ciecz chłodząca cylindry, obejmuje tylko blok cylindrowy; komora korbową 2 pozostaje niechłodzona (rys. 3).

Gładź cylindrów może stanowić odpowiednio gładko obrobiony materiał kadłuba. W innych rozwiązaniach gładź cylindrową stanowi wewnętrzna powierzchnia tulei cylindrowych wciśniętych w kadłub. Tuleje cylindrowe, które nie mają bezpośredniego styku z cieczą chłodzącą, nazywamy suchymi, natomiast tuleje z zewnątrz bezpośrednio otoczone cieczą nazywamy mokrymi.

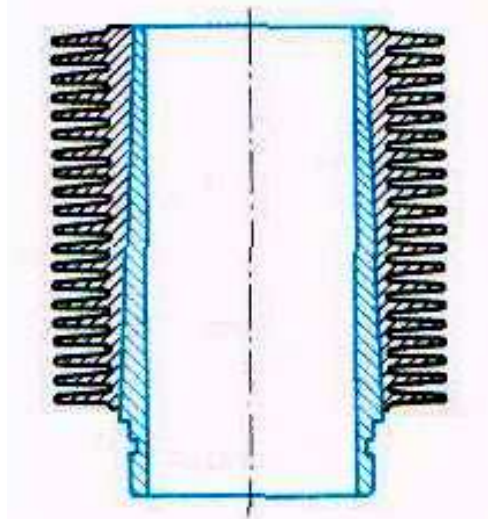


Rys. 3. Kadłub silnika z mokrymi tulejami cylindrowymi: 1) ciecz chłodząca cylindry, 2) komora korbową, 3) tuleja cylindrowa [7, s. 64].

Kadłuby silników chłodzonych powietrzem

Cylindry silników chłodzonych powietrzem (rys. 4) są zazwyczaj wykonywane jako oddzielne elementy, przykręcane do kadłuba silnika, stanowiącego w tym przypadku obudowę komory korbowej.

Cylindry silników chłodzonych powietrzem są z zewnątrz tak ukształtowane, żeby miały jak największą powierzchnię chłodzenia. Dużą powierzchnię chłodzenia, a jednocześnie korzystny ze względów technologicznych kształt cylindra uzyskuje się przez otoczenie tulei cylindrowej żebrami. Żebra te są zwykle prostopadłe do osi cylindra.



Rys. 4. Cylinder silnika chłodzonego powietrzem [7, s. 64].

Naprawy kadłubów silników

Przyczyny skierowania kadłuba silnika do naprawy to zazwyczaj przekroczenie dopuszczalnego zużycia lub uszkodzenia gładzi cylindrowych albo pęknięcia ścianek kadłuba.

Nieszczelność wewnętrzna kadłuba (lub głowicy) jest trudna do zlokalizowania. Dotyczy to szczególnie małych pęknięć. Aby je wykryć, należy wykonać tzw. próbę hydrauliczną lub pneumatyczną.

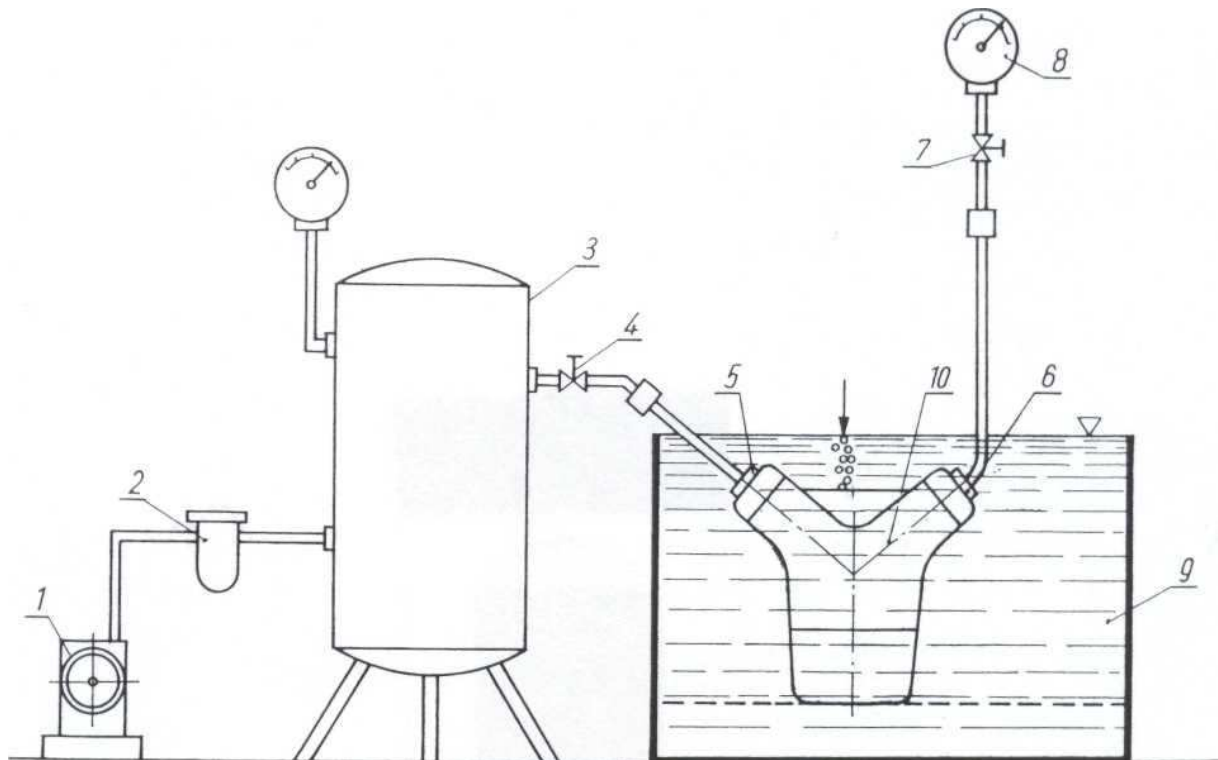
W pierwszym przypadku ciecz (zwykle wodę) wtlacza się pod ciśnieniem do zamkniętego kadłuba. Jeżeli kadłub jest nieszczelny, woda przesącza się przez szczeliny i następuje spadek ciśnienia.

W próbie pneumatycznej czynnikiem jest sprężone powietrze. Uchodzące z nieszczelnego kadłuba pęcherzyki powietrza można zauważyć po zanurzeniu go w wodzie (rys. 5). Zamiast wstawiać kadłub do wody można zwilżyć jego powierzchnię wodą zmieszaną z mydłem. Uchodzące powietrze tworzy wówczas bańki mydlane.

Próba pneumatyczna w przypadku zastosowania wysokiego ciśnienia jest niebezpieczna. Zaleca się wówczas próbę hydrauliczną, która stanowi mniejsze zagrożenie dla otoczenia. Wykonuje się ją przy niedużym ciśnieniu, wynoszącym 0,1–0,5 MPa.

Próba taka może też służyć do wykrywania nieszczelności połączeń zmontowanych zespołów (pomp, zaworów itp.).

Przed wykonaniem próby hydraulicznej lub pneumatycznej zachodzi potrzeba zamknięcia otworów. W przypadku próby pneumatycznej mniejsze otwory zatyka się korkami, a większe odpowiednimi pokrywami. Przy próbach hydraulicznych, konstrukcje zamykające otwory muszą być odpowiednio wytrzymałe, aby sprostać obciążeniom, jakie występują podczas prób. Instalacja probiercza powinna być wyposażona w manometr. W górnej części instalacji do prób hydraulicznych znajduje się zawór służący do spuszczenia powietrza z kadłuba podczas napełniania go wodą.



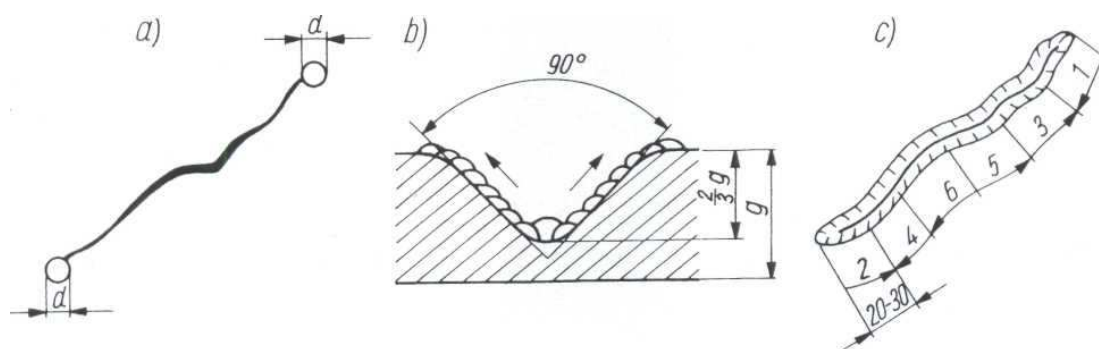
Rys. 5. Stanowisko do sprawdzania szczelności kadłubów silników: 1) sprężarka, 2) odolejacz, 3) zbiornik wyrównawczy, 4, 7) zawory, 5, 6) pokrywy uszczelniające, 8) manometr, 9) zbiornik z wodą, 10) sprawdzany kadłub [7, s. 71],

W warsztacie mikropęknięcia części maszyn wykrywa się metodami penetracyjnymi, wykorzystując zdolność cieczy do przenikania w szczeliny. Jako penetranty stosuje się olej wrzecionowy, naftę lub specjalne preparaty.

Pęknięcia można wykrywać metodą kapilarną, polegającą na działaniu olejem mineralnym na przedmiot rozgrzany do temperatury 160°C. Pod wpływem temperatury materiał części się rozszerza i tym samym powiększają się szczeliny. Olej przenika w głąb materiału. Nadmiar oleju usuwa się z powierzchni rozgrzanego przedmiotu za pomocą szmaty. Sam przedmiot powleka się mieszaniną kredy ze spirytusem i pozostawia do oziębnienia. Podczas stygnięcia materiał kurczy się, zmniejsza się więc objętość szczelin, co w rezultacie powoduje wyciśnięcie części oleju na powierzchnię. Jeżeli powierzchnia była uprzednio dobrze oczyszczona, wyciśnięty olej zaznaczy kształt i wielkość szczeliny na zabielonej powłoce badanego przedmiotu.

Niewidoczne nieszczelności, a nawet porowatość, można wykrywać za pomocą kredy i nafty. W tym celu zewnętrzną powierzchnię kadłuba pokrywa się cienką warstwą rozpuszczonej w wodzie kredy, a następnie suszy się ją. Wewnętrzną powierzchnię ścianki kadłuba zwilża się naftą. Jeżeli w kadłubie są pęknięcia, to na wysuszonej warstwie kredy pojawiają się ich ciemne zarysy. W przypadku bardzo drobnych pęknięć, nie przechodzących na wylot, ściankę kadłuba nasiąkniętego naftą należy ostukać. Wówczas wyraźnie zarysują się ciemne rysy pęknięć.

Wykrytą nieszczelność kadłuba silnika lub głowicy należy zlikwidować przez spawanie lub (rzadziej) kołkowanie pękniętej ścianki. W ostatnim czasie pojawiły się specjalne kleje, tzw. molekularne, o dużej wytrzymałości i dopuszczalnej temperaturze pracy do ok. 100°C. Kleje te nadają się do uszczelniania mniejszych uszkodzeń. Większe uszkodzenia zewnętrznych ścianek kadłuba lub głowicy likwiduje się zazwyczaj przez spawanie.



Rys. 6. Sposób spawania oraz przygotowania pękniętego kadłuba do spawania: a) otwory kompensacyjne, b) kształt rowka, c) kolejność układania spoin [7, s. 71].

Przed przystąpieniem do spawania uszkodzoną powierzchnię należy oczyścić do uzyskania połysku metalicznego, osuszyć, zaznaczyć zarys pęknięcia rysikiem lub kredą. Aby zapobiec rozszerzaniu się pęknięcia podczas spawania, na końcach pęknięć oraz w punktach początkowych rozgałęzień należy wywiercić otwory kompensujące (rys. 6 a). Rowek spawalniczy wykonuje się wzdłuż pęknięcia przez żłobienie elektrodą lub szlifowanie szlifierką ręczną. Kąt rozwarcia ścianek rowka powinien wynosić ok. 90°, a głębokość rowka – $\frac{2}{3}$ grubości spawanej ścianki (rys. 6b).

Długie pęknięcia należy spawać z przerwami, aby zapobiec paczeniu się kadłuba i powstawaniu nowych pęknięć. Spawanie kontuuje się po ostygnięciu spoiny w powietrzu, do temperatury ok. 70°C.

Miejscowego nadmiernego przegrzania można uniknąć nakładając odcinki spoiny na przemian, z dwóch końców rysy i w położeniach najbardziej od siebie oddalonych.

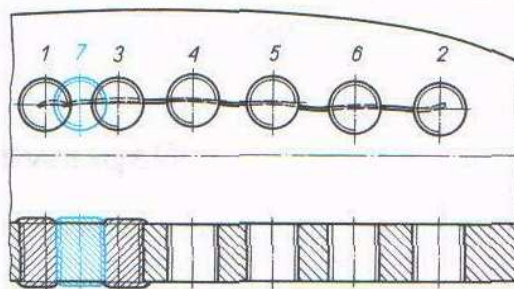
Kadłuby aluminiowe spawa się elektrycznie lub w atmosferze gazu ochronnego (np. argonu), co chroni spoinę przed utlenianiem. Kadłub aluminiowy przygotowuje się do spawania tak samo jak żeliwny. Podczas naprawy należy mieć na uwadze dużą przewodność cieplną aluminium, wielokrotnie większą niż żeliwa, oraz powstawanie podczas spawania tlenków, które topią się trudniej niż czysty metal. Spawaniem można naprawiać pęknięcia zarówno płaszcza cieczowego, jak i powstałe w innych elementach kadłuba, którym stawiane są pewne wymagania dotyczące wytrzymałości.

Zwichrowaną powierzchnię kadłuba można wyrównać stosując ręczne skrobanie, szlifowanie lub frezowanie. Naprawa uszkodzonych gwintów w otworach kadłuba polega na ich rozwierceniu na większą średnicę i ponownym nagwintowaniu.

Pękniętą przestrzeń cieczową kadłuba można też uszczelniać metodami: metalizacji natryskowej lub galwanicznej, kołkowania oraz klejenia.

Metodami tymi można naprawiać pęknięcia długości do 150 mm wzdłuż i ok. 75 mm w poprzek kadłuba. Wywiercenie na końcach pęknięcia otworów średnicy ok. 4 mm zapobiega dalszemu pękaniu.

Kołkowanie (rys. 7) polega na wkręcaniu wzdłuż całego pęknięcia kołków miedzianych gwintowanych w sposób pokazany na rysunku.



Rys. 7. Naprawa pęknięcia ścianki kadłuba silnika metodą kołkowania [7, s. 71].

Kołkowanie poprzedzają operacje wiercenia i gwintowania otworów pod kołki. Najpierw umieszcza się pierwszy rząd kołków, w niewielkich odległościach między sobą, lecz nie stykających się. Drugi rząd kołków umieszcza się między kołkami wykonanymi poprzednio tak, aby zachodziły one na kołki sąsiednie. Wystające nieznacznie ponad powierzchnię kołki rozklepuje się w celu uzyskania szczelności.

Coraz powszechniej stosowaną metodą naprawy kadłubów jest klejenie za pomocą klejów epoksydowych. Odpowiednio przygotowany klej należy nałożyć na dokładnie odłuszczonej i oczyszczonej powierzchni (na pęknięcie). W temperaturze pokojowej klej taki utwardza się po około 12 godzinach. Podgrzanie do temperatury ok. 80°C wydatnie przyspiesza proces utwardzania kleju.

Do metalizacji natryskowej i galwanicznej niezbędne są specjalne urządzenia; dlatego te metody są stosowane jedynie w specjalistycznych zakładach naprawczych.

Naprawy gładzi cylindrów

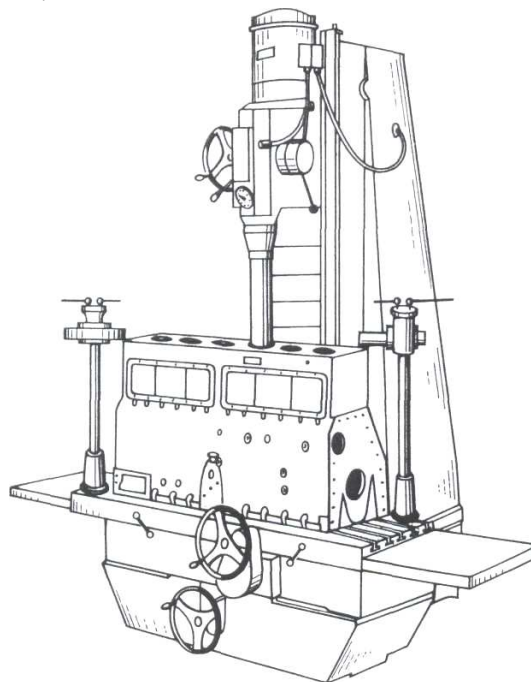
Przed przystąpieniem do naprawy gładzi cylindrów należy określić jej zakres. W przypadku normalnego zużycia określa się wspólny dla wszystkich cylindrów wymiar naprawczy.

Gładzie cylindrów naprawia się wówczas, gdy podczas wstępnych oględzin nie stwierdzono żadnych dyskwalifikujących kadłub uszkodzeń.

Otwory cylindrów wytacza się i gładzi (hONUje) lub szlifuje. Tuleje wykonane z materiałów o dużej twardości tylko się szlifuje. W szczególnych przypadkach, gdy zużycie jednego z cylindrów jest znacznie większe niż pozostałych, lub, gdy gładź jednego z cylindrów jest uszkodzona, dopuszczalna jest obróbka tego cylindra na inny wymiar naprawczy niż pozostałych cylindrów lub jego tulejowanie.

Liczba kolejnych napraw cylindrów jest ograniczona grubością ścianek kadłuba lub tulei.

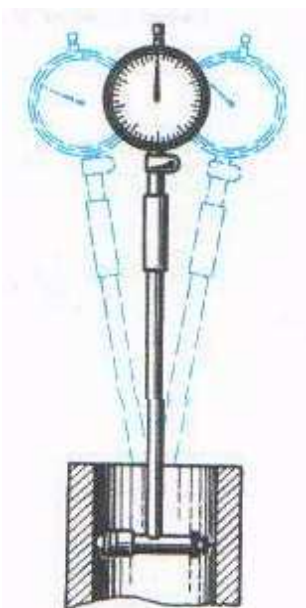
Wytaczarki do otworów cylindrów (rys. 8) mają długie i sztywno ułożyskowane wrzeciono, dzięki czemu zapewniają dokładność wytaczanego otworu do 0,01 mm. Warunkiem prawidłowego wytoczenia jest dokładne ustawienia cylindra w osi wytaczarki. Otwór cylindra ustawia się w dwóch etapach: wstępnie, za pomocą stożka zamocowanego suwliwie na wrzecionie, a następnie posługując się uchwytem z czujnikiem środkuje się go z dokładnością do $\pm 0,01$ mm.



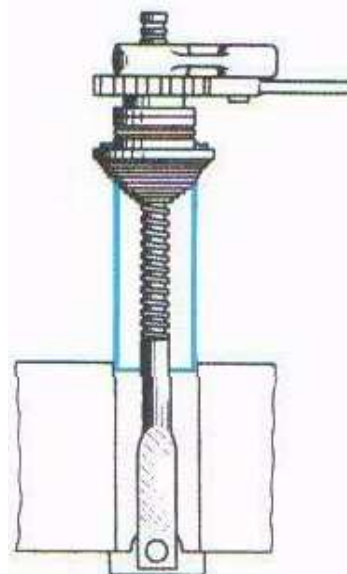
Rys. 8. Wytaczarka do otworów cylindrów [5, s. 264].

Pierwszą czynnością jest określenie zakresu naprawy. Weryfikacji gładzi cylindrów dokonuje się na podstawie pomiarów średnic cylindrów przy użyciu średnicówki czujnikowej. Średnicę cylindra mierzy się na trzech głębokościach: w miejscu największego zużycia cylindra odpowiadającym usytuowaniu górnego pierścienia tłokowego w położeniu GMP tłoka, w połowie skoku tłoka oraz w miejscu odpowiadającym położeniu górnego pierścienia tłokowego w położeniu DMP tłok

Na każdej z tych głębokości cylinder należy zmierzyć w dwóch płaszczyznach: równoległej i prostopadłej do osi podłużnej silnika. Wymiar mierzony odczytuje się na czujniku w położeniu zwrotnym wskazówki przy przechyleniu średnicówki w obie strony (rys. 9).



Rys. 9. Pomiar średnicy cylindra za pomocą średnicówki [7, s. 64].



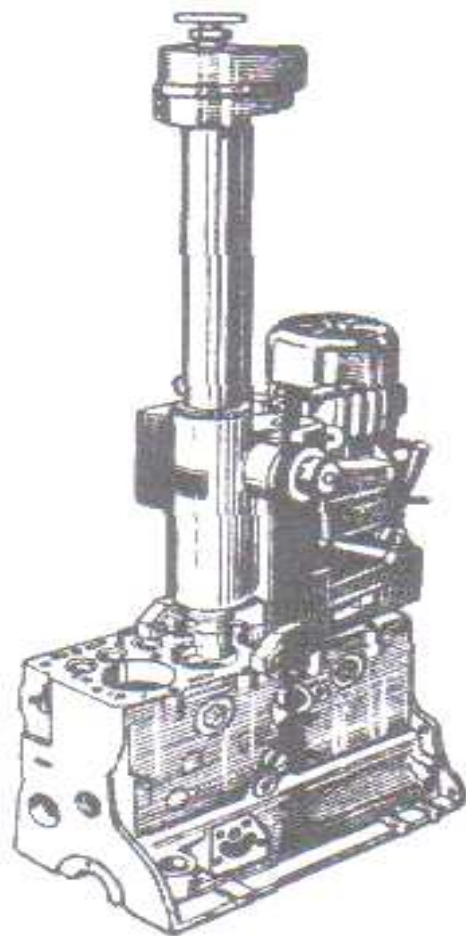
Rys. 10. Sposób wciskania tulei naprawczej [7, s. 62].

Na podstawie pomiarów określa się najbliższy, wspólny dla wszystkich cylindrów wymiar naprawczy. Zależnie od średnicy cylindra dopuszczalne zużycie wynosi 0,08–0,2 mm. Zużycie większe kwalifikuje kadłub do naprawy na wymiar naprawczy. Jeśli średnice gładzi cylindrów przekroczyły – wskutek zużycia i napraw – największy wymiar naprawczy, jest jeszcze możliwość wciśnięcia w kadłub tulei naprawczych (rys. 10) obrabianych na wymiar nominalny. Zastosowanie tulei cylindrowych naprawczych przywraca możliwość ponownego wykonania kolejnych napraw silnika według wszystkich wymiarów naprawczych. Tuleje cylindrowe mokre w razie potrzeby wymienia się na nowe.

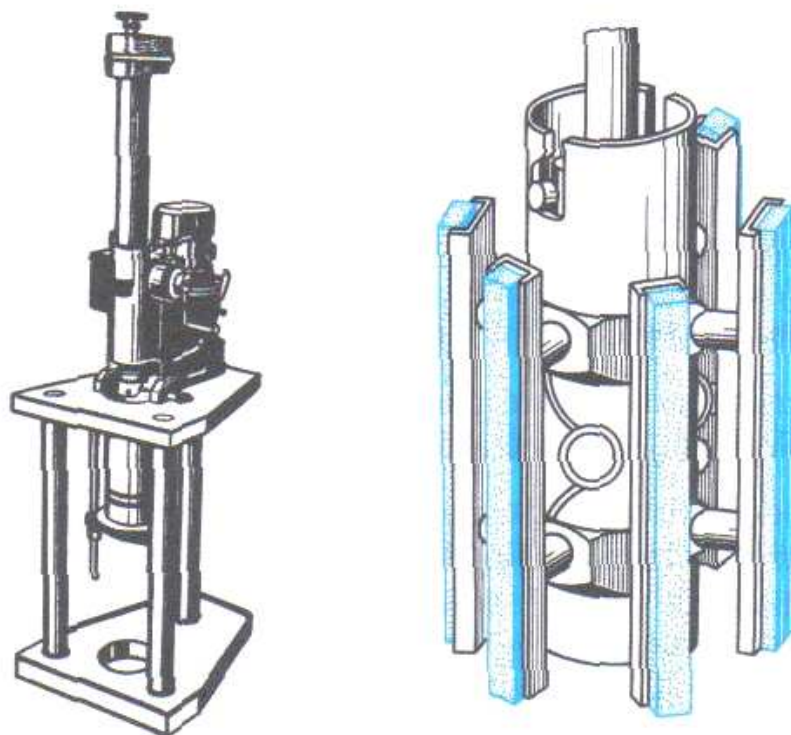
Żądany wymiar naprawczy cylindrów uzyskuje się przez wytaczanie (lub szlifowanie) oraz następujące po nim dogładzanie (honowanie). Jeżeli warstwa metalu do usunięcia nie przekracza 0,07 mm, operację wytaczania można pominąć.

Do wytaczania cylindrów służą specjalne wytaczarki (rys. 11). Niezbędnymi warunkami prawidłowej obróbki cylindrów jest zachowanie prostopadłości wrzeciona wytaczarki do górnej płaszczyzny kadłuba oraz taka konstrukcja i stan techniczny obrabiarki, żeby uzyskać dokładność wytaczanego otworu do 0,01 mm.

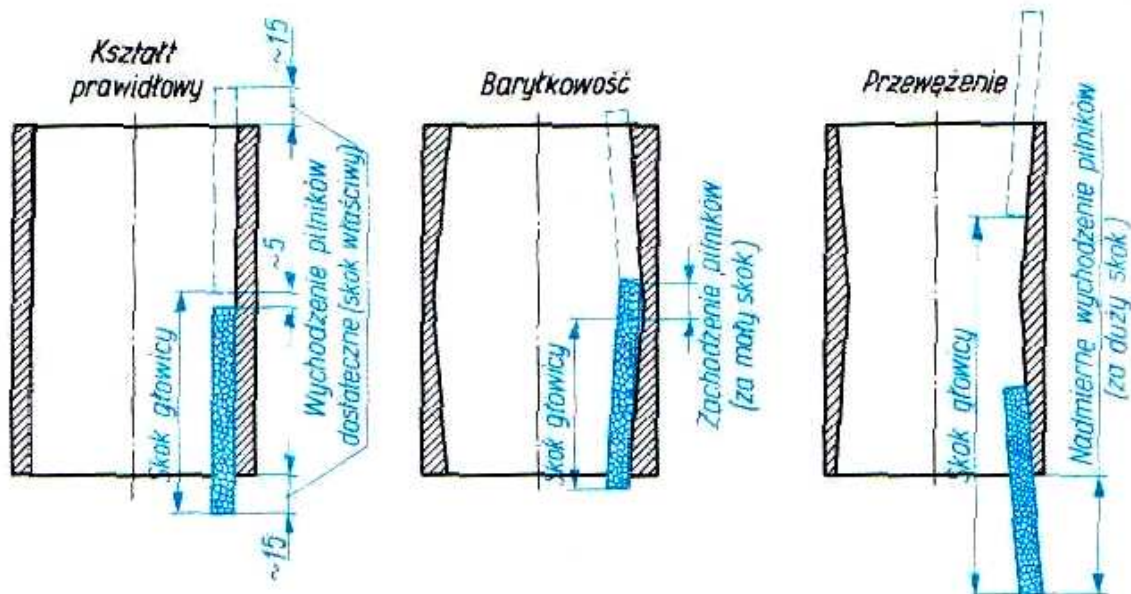
Do dogładzania gładzi cylindrów służą głowice (rys. 12) z osadzonymi na nich osełkami. Głowica w czasie pracy wykonuje ruch obrotowy i postępowo-zwrotny wzdłuż osi cylindra. Głowica taka jest przegubowo połączona z napędzającym ją wrzecionem, toteż układa się samoczynnie w cylindrze. Podczas dogładzania (honowania) gładź cylindra i głowica muszą być intensywnie chłodzone naftą lub olejem napędowym. Skok ruchu posiowego głowicy powinien być dobrany do długości cylindra (rys. 13). Skok nadmierny powoduje przewężenie cylindra, natomiast skok zbyt mały – jego baryłkowość.



Rys. 11. Wytaczarka cylindrów, typu WCP-130 [5, s. 246].



Rys. 12. Głowica do dogładzania (honowania) cylindrów [5, s. 246].



Rys. 13. Wpływ skoku głowicy dogładzającej na kształt cylindra [5, s. 246].

Po obrobieniu cylindrów należy sprawdzić, czy odchyłki kształtu (owalność, stożkowatość, beczkowatość itp.) mieszczą się w granicach tolerancji podanych w instrukcji napraw. W zależności od średnicy cylindra odchyłki te mogą wynosić 0,01–0,02 mm. Odształcone powierzchnie uszczelniające kadłuba można wyrównać na szlifierce do płaszczyzn, a także stosując ręczne skrobanie.

Zużyte prowadnice popychaczy rozwierca się na wymiary naprawcze za pomocą rozwiertaków. Luz między popychaczem a jego prowadnicą powinien się zawierać w granicach 0,007–0,04 mm w zależności od średnicy otworu. Naprawa kadłuba z tulejami cylindrowymi mokrymi lub suchymi polega na wymianie tulei na nowe. Wymiana tulei mokrych nie następuje większych trudności, gdy dysponuje się specjalnymi ściągaczami. Tuleje suche wyciska się na dużych prasach.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakimi metodami sprawdzamy szczelność kadłubów?
2. Jakie są różnice pomiędzy kadłubami chłodzonymi powietrzem a chłodzonymi cieczą?
3. W jaki sposób dokonuje się sprawdzenie szczelności metodą kapilarną?
4. Jakie znasz metody naprawiania kadłubów?
5. Jakie zasady bezpieczeństwa stosujemy podczas spawania kadłubów?
6. Kiedy stosujemy skrobanie kadłuba?
7. Od czego zależy liczba napraw cylindrów?
8. Jak działa wytaczarka do cylindrów?
9. Co to jest honowanie cylindrów?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj weryfikację kadłuba silnika.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać metodę do wykonania próby szczelności,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać próbę szczelności,
- 5) oznaczyć uszkodzenia na kadłubie,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia do wykonania prób szczelności,
- materiały eksploatacyjne do wykonania prób szczelności,
- kadłuby silników o różnym stopniu zużycia,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Wykonaj kołkowanie kadłuba zgodnie z technologią.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do wykonania kołkowania,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać kołkowanie kadłuba,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia,
- kołki,
- kadłuby silników,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Zweryfikuj gładź cylindra.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,

- 4) wykonać pomiary i ocenić stan cylindra,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia pomiarowe,
- cylindry o różnym stopniu zużycia,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zweryfikować kadłub silnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wykonać naprawę cylindra poprzez kołkowanie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić zastosowanie wytaczarki do cylindrów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić zastosowanie tulei naprawczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wskazać zastosowanie średnicówki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić warunki naprawy kadłubów aluminiowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) przygotować kadłub do spawania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Budowa i naprawa układów tłokowo-korbowych

4.2.1. Materiał nauczania

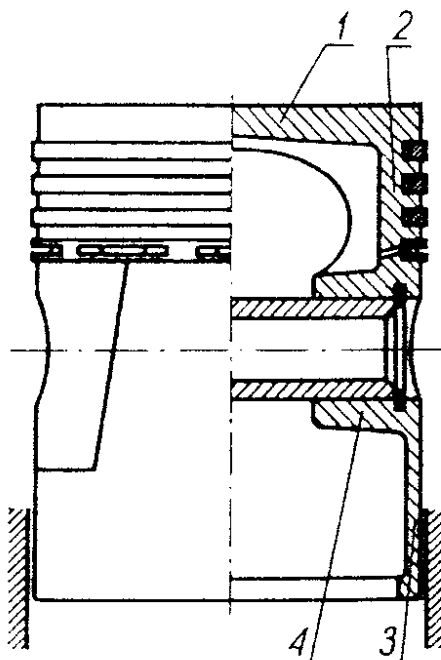
Konstrukcja mechanizmu korbowego

Tłok silnika spalinowego musi spełniać wiele zadań, z których najważniejsze to:

- uszczelnienie cylindra,
- przekazywanie siły nacisku gazów na dalsze części mechanizmu korbowego,
- prowadzenie górnej części korbowodu,
- dostatecznie szybkie odprowadzenie ciepła od części tłoka stykającej się bezpośrednio ze spalinami.

W niektórych konstrukcjach tłok – dzięki korzystnemu ukształtowaniu denka – jest także elementem wytwarzającym w komorze spalania właściwe warunki spalania.

Tłok, aby sprostać tym wymaganiom, musi być właściwie ukształtowany, lekki, wytrzymały, trudno ścieralny, wykonany z materiału dobrze przewodzącego ciepło, a zarazem o niewielkim współczynniku rozszerzalności temperaturowej.

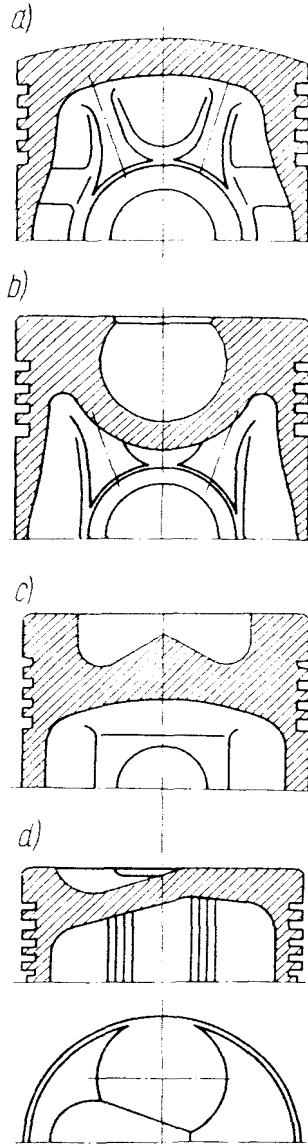


Rys. 14. Zasadnicze elementy tłoka [19]: 1) denko, 2) część pierścieniowa, 3) część prowadząca, 4) piasta [7, s. 51].

Tłoki współczesnych silników samochodowych prawie wyłącznie odlewa się ze stopów aluminium. Są one lekkie, dzięki czemu zmniejsza się obciążenie mechanizmu korbowego siłami bezwładności.

W tłoku można wyróżnić następujące części: denko 1, część pierścieniową 2, część prowadzącą 3 oraz piasty 4 (rys. 14).

Denko jest częścią tłoka, której ukształtowanie, zwłaszcza w silnikach o zapłonie samoczynnym, zależy od typu komory spalania. W silnikach z wtryskiem bezpośrednim większa część komory spalania znajduje się w odpowiednio ukształtowanym denku tłoka. Denko takiego tłoka jest szczególnie silnie obciążone cieplnie. W silnikach o zapłonie iskrowym oraz w silnikach z zapłonem samoczynnym z dzieloną komorą spalania denka tłoków z reguły są płaskie lub nieco wypukłe w celu zwiększenia ich wytrzymałości. Przykłady różnych rozwiązań denek tłoków przedstawia rys. 15.



Rys. 15. Denka tłoków [7, s. 52].

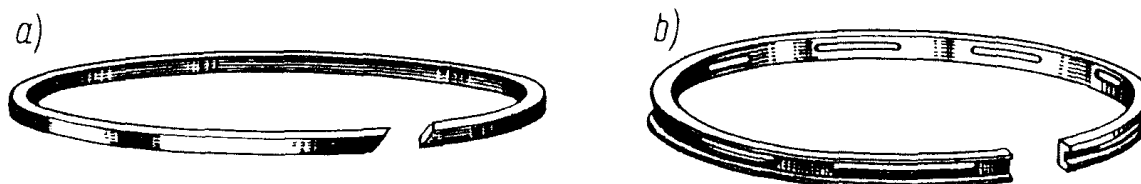
Część pierścieniowa tłoka służy do osadzania pierścieni tłokowych, które spełniają dwa istotne zadania – uszczelniają tłok w cylindrze oraz odprowadzają ciepło z tłoka do ścianek cylindra. Pierścienie tłokowe uszczelniające, zazwyczaj 2 lub 3, są wykonywane z żeliwa. Mają one przecięcia umożliwiające ich założenie na tłok oraz zapewniające im sprężystość. Najniższy pierścień w zestawie ma zwykle odmienną konstrukcję. Jego zadaniem jest zgarnianie oleju z gładzi cylindra podczas ruchu tłoka ku dołowi, tak by olej ten nie przedostawał się do komory spalania (rys. 16). Pierścień ten jest nazywany zgarniającym.

Część prowadząca tłoka, zwana także płaszczem, prowadzi tłok w cylindrze oraz przenosi siły nacisku tłoka na gładź cylindra. Jest więc ona narażona na ścieranie, zmniejszane obecnością cienkiej warstewki oleju między tłokiem a cylindrem. Prawidłowa współpraca tłoka z cylindrem wymaga zachowania odpowiedniego luzu (kilka do kilkunastu setnych milimetra) między częścią prowadzącą tłoka a gładzią cylindra. Luz zbyt duży zmniejsza szczelność tłoka oraz powoduje jego wadliwe ustawienie w czasie ruchu. Luz za mały powoduje zakleszczenie się tłoka w cylindrze, gdy materiał tłoka rozszerzy się pod wpływem nagrzania.

Po nagrzaniu się tłoka do temperatury, w jakiej pracuje on w silniku, tłok powinien mieć walcową powierzchnię zewnętrzną części prowadzącej. Po ostudzeniu tłoka, ze względu na

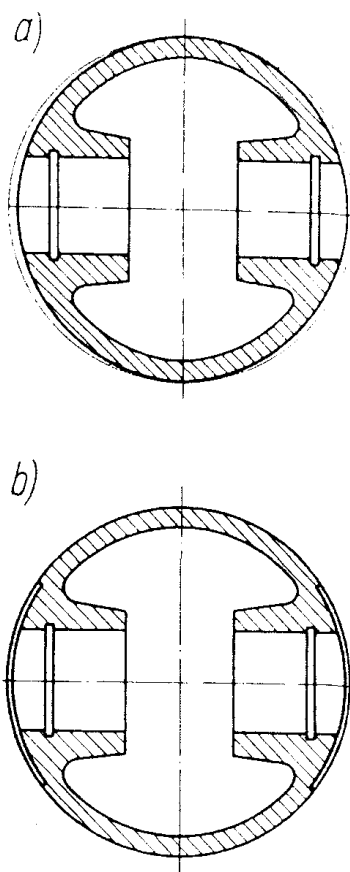
różną grubość jego elementów oraz ze względu na zróżnicowaną w czasie pracy silnika temperaturę tych elementów, jego zewnętrzny kształt zmienia się.

Średnica tłoka mierzona wzdłuż osi sworznia tłokowego będzie mniejsza niż średnica w kierunku prostopadłym do osi sworznia. Średnica mierzona na wysokości sworznia będzie mniejsza niż średnica u dołu części prowadzącej. Jest to zrozumiałe zważywszy, że wzdłuż osi sworznia tłokowego jest o wiele więcej metalu stanowiącego piasty sworznia. Większe skupienie metalu rozszerzy się bardziej niż cieńsze miejsca tłoka. Także w osi sworznia tłokowego jest więcej metalu niż u dołu części prowadzącej.



Rys. 16. Pierścienie tłokowe: a) uszczelniający, b) zgarniający [7, s. 52].

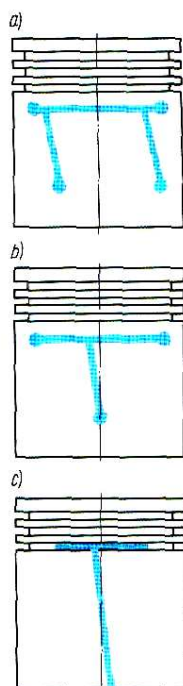
Należy więc wykonać tłok, który „na zimno” ma kształt stożkowy lub beczkowy, a w części prowadzącej jego przekrój poprzeczny jest owalny (rys. 17). Tę celową deformację części prowadzącej tłoka dobiera się doświadczalnie i wynosi ona około 0,05–0,25 mm.



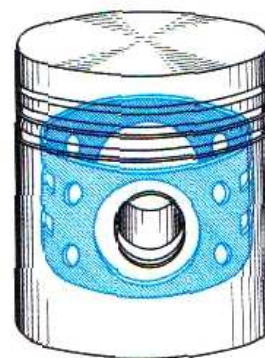
Rys. 17. Kształt tłoka: a) owalny, b) okrągły [7, s. 53].

Stosuje się różne sposoby, aby choć w pewnym stopniu uprościć komplikujący się zewnętrzny kształt tłoka. Powszechnie stosowanym sposobem zapobiegającym zakleszczeniu nagrzewającego się tłoka w cylindrze jest wybieranie materiału z części prowadzącej tłoka w okolicy piast sworznia tłokowego. Popularne jest także przecinanie części prowadzącej tłoka poprzecznie tuż pod pierścieniem zgarniającym oraz ukośnie wzdłuż płaszcza tłoka (rys. 18).

Przecięcia takie ukierunkowują przepływ ciepła w tłoku oraz czynią część prowadzącą elastyczną, sprężynującą.



Rys. 18. Przekięcia części prowadzącej tłoka [7, s. 53].



Rys. 19. Tłok z wkładką zmniejszającą jego rozszerzalność [7, s. 53].

W tłoki dużych silników często wtapia się wkładki wykonane z materiału trudno rozszerzalnego pod wpływem temperatury. Wkładki takie skutecznie ograniczają rozszerzalność części prowadzącej (rys. 19).

Piasty tłoka służą do podparcia sworznia tłokowego, łączącego tłok z korbowodem (rys. 20). Zazwyczaj sworznie tłokowy może obracać się swobodnie w tłoku i w główce korbowodu, chociaż niekiedy w jednym z łączonych elementów może być osadzony nieruchomo. Przed wysunięciem się z tłoka sworznie tłokowy najczęściej zabezpiecza się pierścieniami sprężystymi z drutu.

Korbowody. Korbowód łączy tłok z wałem korbowym, przenosząc nań składową całkowitą siłę działającą na tłok. W korbowodzie rozróżnia się główkę (7), trzon (2), łeb (3) i pokrywę łba (4) (rys. 21).

Główka jest częścią, którą łączy z tłokiem sworznie tłokowy. W główkę z reguły jest wciśnięta tuleja ślizgowa, stanowiąca łożysko dla obracającego się w niej sworznia tłokowego.

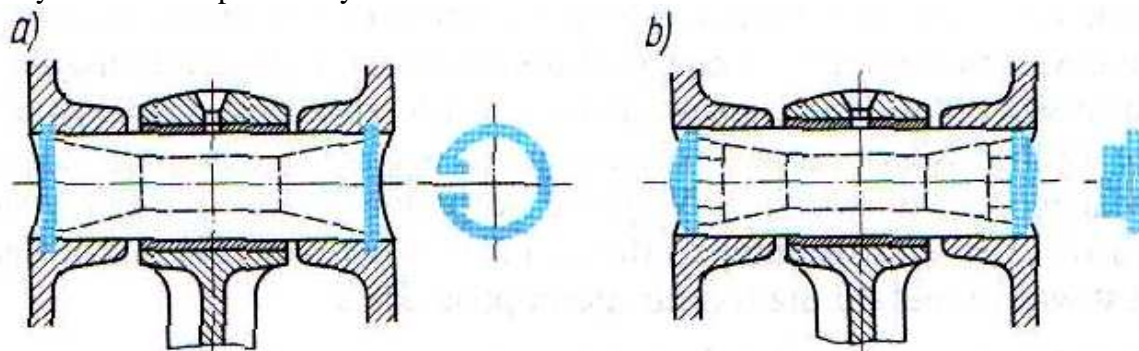
Trzon korbowodu jest częścią łączącą główkę z jego łbem. Trzon korbowodu jest podczas pracy ściskany, rozciągany, wybaczany oraz zginany, przeto musi być dostatecznie wytrzymały i sztywny. Zazwyczaj trzon ma przekrój dwuteowy, wydatnie zwiększający się w miejscu połączenia z główką i z łbem.

Łeb korbowodu obejmuje czop korbowy. We łbie jest umieszczone łożysko ślizgowe, zwane panewką korbowodowa, dzięki czemu ślizga się on po czopie wału. Łeb korbowodu jest zwykle dzielony, a jego pokrywa jest przykręcana dwiema śrubami korbowodowymi.

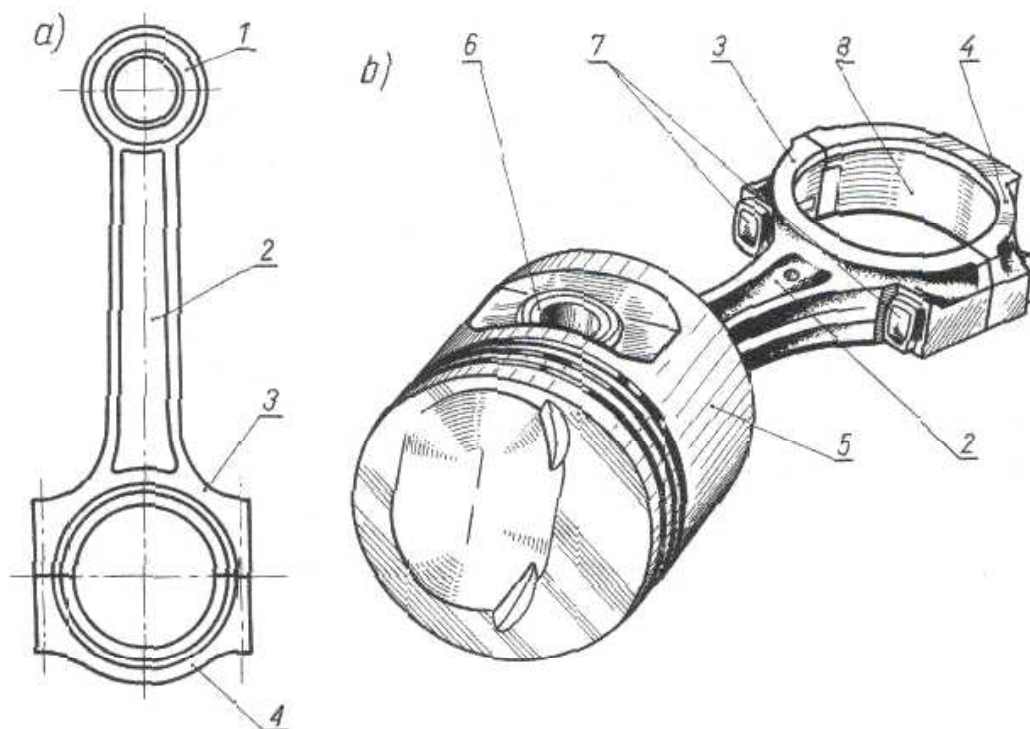
Płaszczyzna podziału łba jest albo prostopadła do osi korbowodu, albo ukośna. Podział ukośny zmniejsza szerokość korbowodu umożliwiając jego wyjęcie przez cylinder silnika (rys. 22 a i b).

Korbowody są odkuwane ze stali niestopowej do ulepszenia cieplnego lub ze stali stopowych. Użycie wytrzymalszego materiału umożliwia zmniejszenie masy korbowodu, dzięki czemu maleją siły masowe.

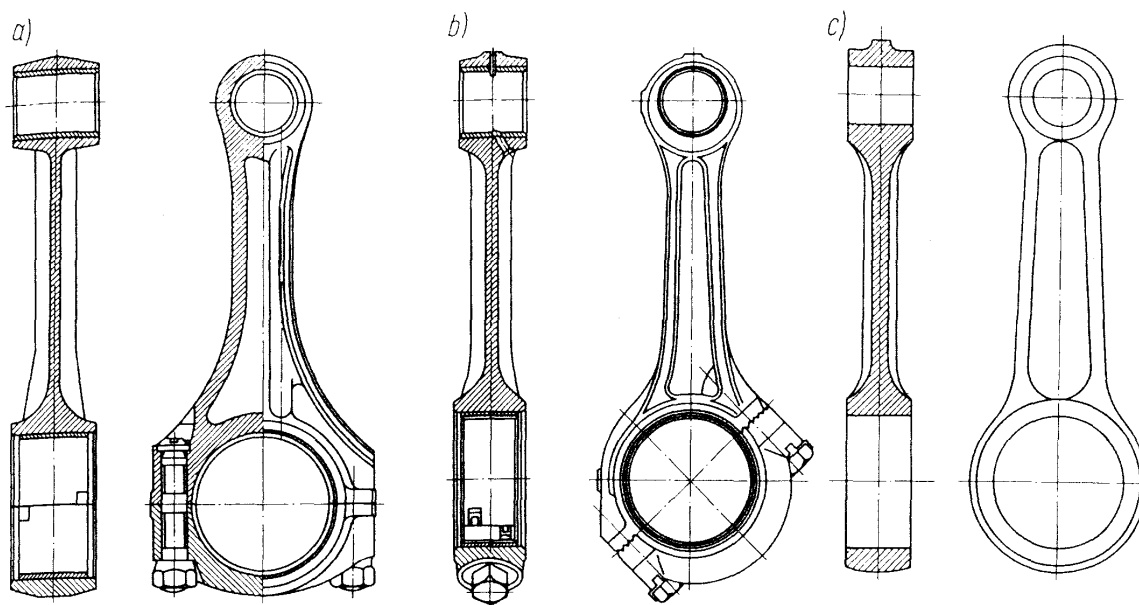
Korbowody z łożem niezłaczonym spotyka się jedynie w silnikach dwusuwowych, w których stosuje się łożyska toczne (rys. 22 c). Takie uproszczenie budowy korbowodu powoduje jednak konieczność rozbierania wału korbowego w celu założenia korbowodu z łożyskiem na czop korbowy.



Rys. 20. Sposoby osadzania sworznia tłokowego [7, s. 54].

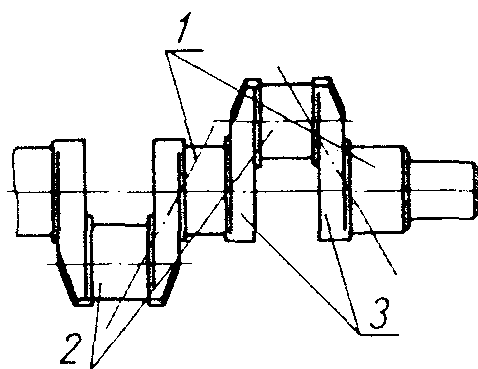


Rys. 21. Korbowód i jego połączenie z tłokiem: a) schemat korbowodu, b) zespół korbowód – tłok – sworznień tłokowy: 1) główka, 2) trzon, 3) łeb, 4) pokrywa łba, 5) tłok z pierścieniami, 6) sworznień tłokowy, 7) śruby korbowodowe, 8) łożysko ślizgowe [7, s. 55].



Rys. 22. Zasadnicze odmiany korbowodów: a) z łbem dzielonym prostopadle do osi korbowodu, b) z łbem dzielonym ukośnie, c) z łbem niedzielnym, przystosowanym do łożyska tocznego (w silniku dwusuwowym) [7, s. 55].

Wały korbowe. Wał korbowy składa się z czopów głównych 1, stanowiących oś obrotu wału, czopów korbowych 2, na których mocuje się łby korbowodów oraz ramion 3 łączących czopy główne z czopami korbowymi (rys. 23).

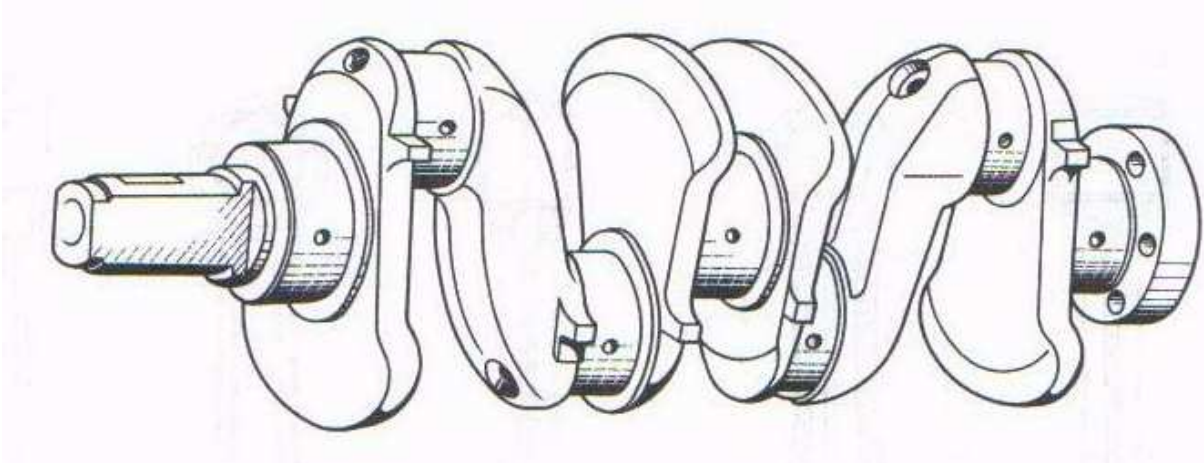


Rys. 23. Zasadnicze elementy wału korbowego: 1) czopy główne, 2) czopy korbowe, 3) ramiona [7, s. 55].

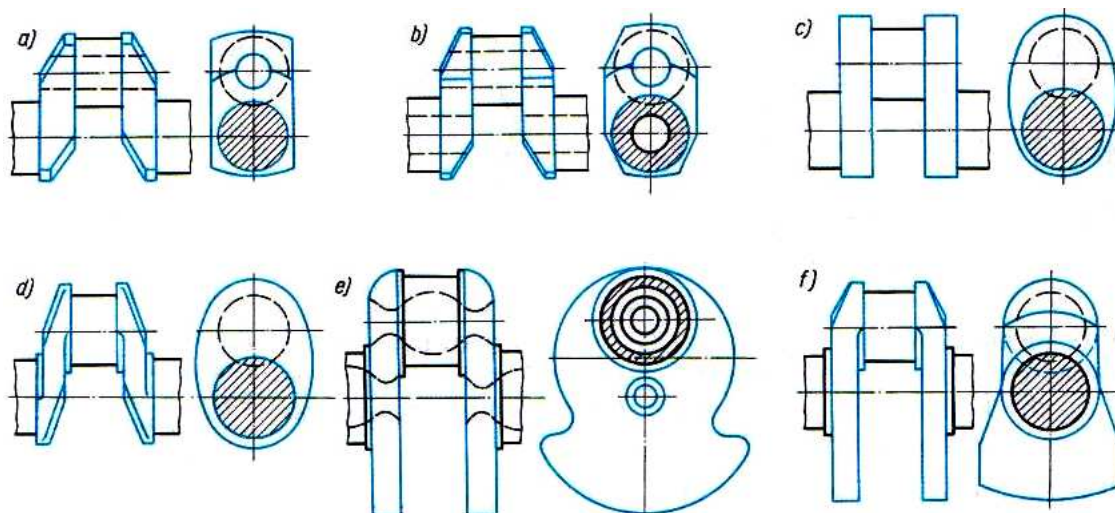
Ukształtowanie wału zależy od układu konstrukcyjnego silnika, tzn. od liczby i układu cylindrów, kolejności zapłonów, liczby czopów głównych itp. Liczba czopów korbowych w silnikach rzędowych jest równa liczbie cylindrów, a w silnikach widlastych zwykle jest dwukrotnie mniejsza. W silnikach bardziej obciążonych wał korbowy jest podparty łożyskiem głównym co każde wykorbienie, natomiast w silnikach o mniejszym obciążeniu – co drugie wykorbienie. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego wału korbowego przedstawia rys. 24, natomiast kształty różnych odmian ramion wału ilustruje rys. 25 a–f.

Z tyłu wał korbowy jest zwykle zakończony kołnierzem do umocowania koła zamachowego. Część przednia wału jest zwykle wykorzystywana do osadzenia napędu rozrzędu, koła pasowego do napędu urządzeń pomocniczych lub odśrodkowego filtra oleju. W silnikach wielocylindrowych na przednim końcu wału korbowego bywa także osadzony tłumik drgań skrętnych wału.

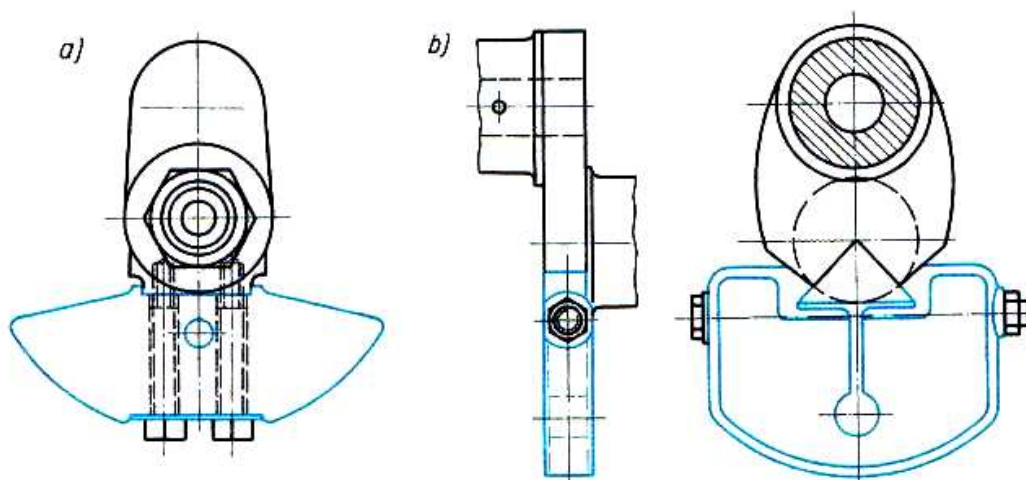
Przedłużenia ramion wału stanowią przeciwciężary, których zadaniem jest wyrównoważenie silnika. Przeciwciężary mogą stanowić jedną całość z ramionami wału (rys. 26) lub mogą być do nich przykręcane. W ramionach i czopach wału są wywiercone kanały, którymi doprowadza się olej do łożysk.



Rys. 24. Wał korbowy czterosurowego silnika czterocylindrowego [7, s. 56].



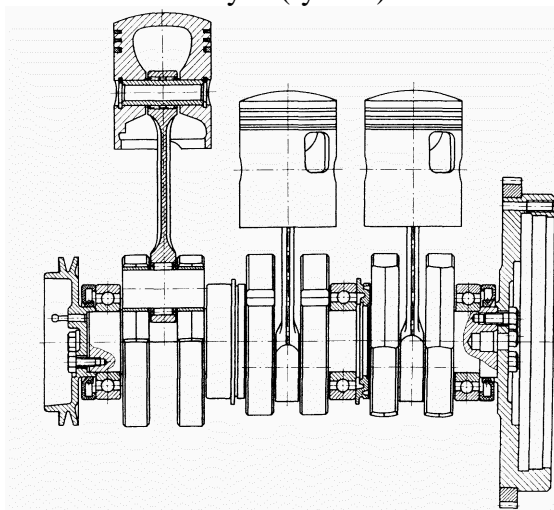
Rys. 25. Typowe odmiany ramion wałów korbowych [7, s. 56].



Rys. 26. Sposoby mocowania przeciwciężarów [7, s. 57].

Obciążenie wału korbowego siłami ciśnienia gazów oraz siłami bezwładności mas wirujących i mas znajdujących się w ruchu postępowo-zwrotnym sprawia, że warunki pracy wału są wyjątkowo trudne. Wał korbowy musi być wytrzymały na skręcanie i zginanie, odporny na zmęczenie i dostatecznie sztywny. Czopy korbowe i główne wału muszą być ponadto odporne na ścieranie.

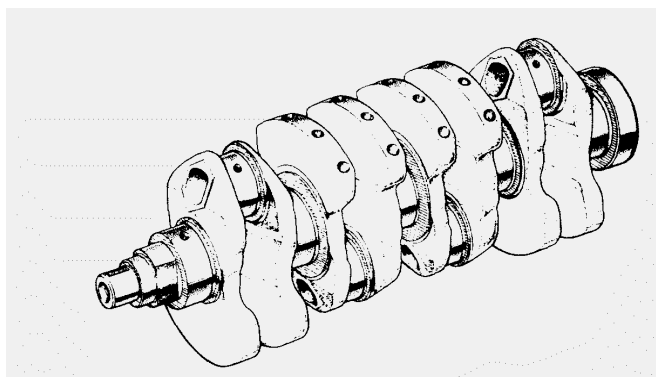
Stosuje się dwa rodzaje wałów, kute i odlewane. Wały kute wykonuje się ze stali niestopowej wyższej jakości, a niekiedy także ze stali stopowych. Odpowiednia trwałość powierzchni czopów głównych i korbowodowych ze stali niestopowej uzyskuje się przez hartowanie (50–60) HRC powierzchniowe. Powierzchnie czopów wałów wykonanych ze stali stopowych utwardza się przez nawęglanie (6–64) HRC a dla żeliwa sferoidalnego (210–320) HB. Ze względu na wysoki koszt nawęglania obróbkę tę stosuje się wyłącznie do czopów korbowodowych współpracujących z łożyskami tocznymi. Takie wały korbowe są charakterystyczne dla silników dwusuwowych (rys. 27).



Rys. 27. Mechanizm korbowy silnika dwusuwowego (Wartburg) [7, s. 57].

Wały korbowe odlewane (rys. 28) zwykle wykonuje się z żeliwa sferoidalnego, którego własności wytrzymałościowe są zbliżone do stali. Czopy wałów odlewanych z żeliwa sferoidalnego cechuje znaczna twardość, toteż zazwyczaj nie wymagają one utwardzania. W procesie odlewania można wałom nadać żądany kształt, co bardzo ogranicza konieczność obróbki skrawaniem.

Łożyska główne i korbowodowe. Wały korbowe i łąby korbowodów czterosuwowych silników spalinowych z reguły są ułożyskowane w łożyskach ślizgowych (panewkach), smarowanych olejem doprowadzonym pod ciśnieniem. Panewki mają postać wymiennych wkładek stalowych, pokrytych od wewnątrz cienką warstwą stopu łożyskowego. Grubość wkładek stalowych wynosi zwykle 1,5–3 mm, a grubość warstwy stopu łożyskowego 0,3–0,5 mm.



Rys. 28. Wał korbowy czterosuwowego silnika czterocylindrowego o pięciu łożyskach głównych (Suzuki) [7, s. 59].

Stosuje się stopy łożyskowe cynowo-ołowiowe, miedziowo-ołowiowe oraz niekiedy aluminium-cynowe. Zazwyczaj wkładkę stalową pokrywa się kilkoma cienkimi warstwami różnych stopów łożyskowych. Grubość panewek jest tak dobrana, że podczas montażu silnika nie wymagają one żadnej dodatkowej obróbki.

Naprawa tłoków

Tłoki zużywają się znacznie wolniej niż gładzie cylindrów, toteż zazwyczaj nie zachodzi potrzeba ich naprawy. Natomiast wymiana tłoków ma na celu dostosowanie ich wymiarów do wymiarów naprawczych cylindrów.

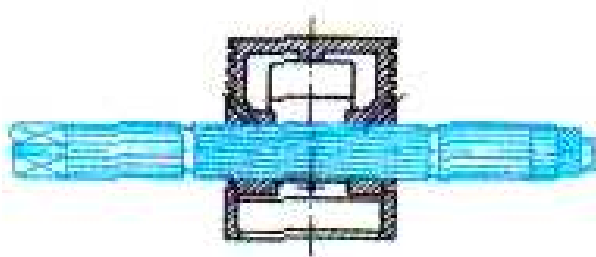
Tłoki naprawia się tylko wówczas, gdy zostanie stwierdzone przedwczesne zużycie rowków pierścieniowych lub otworu sworznia tłokowego albo konieczne jest usunięcie skutków nieznacznego zatarcia tłoka w cylindrze. Wszelkie inne uszkodzenia, jak pęknięcia, nadpalenia czy zarysowania, kwalifikują tłok do wymiany.

Zachowanie właściwego luzu między tłokiem i cylindrem jest podstawowym warunkiem poprawnej pracy silnika. W warunkach produkcji masowej narzucanie zbyt wysokich tolerancji wykonania tłoków jest nieekonomiczne. Stosuje się więc dość szerokie granice tolerancji, a następnie tłoki o tym samym wymiarze nominalnym poddaje się selekcji na kilka grup wymiarowych. Podobnej selekcji poddaje się cylindry. Użyte do montażu silnika cylindry i tłoki muszą mieć oznaczenia tej samej grupy selekcyjnej.

Niektóre wytwórnie, oprócz selekcji wymiarowej, dokonują także selekcji tłoków według masy. Naprawa rowków pierścieni tłokowych polega na roztoczeniu i zastosowaniu grubszych pierścieni.

Nieznaczące ślady zatarcia usuwa się z powierzchni tłoka za pomocą pilnika gładzika, a następnie drobnoziarnistą ściernicą zwilżoną olejem. Celem tej operacji jest wygładzenie powierzchni tłoka, a nie całkowite usunięcie rys. Jeżeli rysy są głębokie, tłok należy wymienić.

Sworzni tłokowych w zasadzie nie naprawia się, chociaż w razie potrzeby możliwe jest ich chromowanie i szlifowanie na żądany wymiar. Szybciej od sworzni zużywają się otwory w tłoku i w główce korbowodu. Naprawa polega na ich rozwierceniu i zastosowaniu nadwymiarowego sworznia tłokowego. Otwory w obu piastach tłoka rozwierca się jednocześnie (rys. 29), stosując odpowiednio dłuży rozwiertak. Niezbędne jest zachowanie prostopadłości osi sworznia do osi tłoka. Podobnie rozwierca się tuleję główki korbowodu.



Rys. 29. Rozwiercanie otworu na sworzni tłokowy [5, s. 252].

Tabela 1. Przykładowe wymiary i pasowania sworznia tłokowego w otworach [5, s. 248].

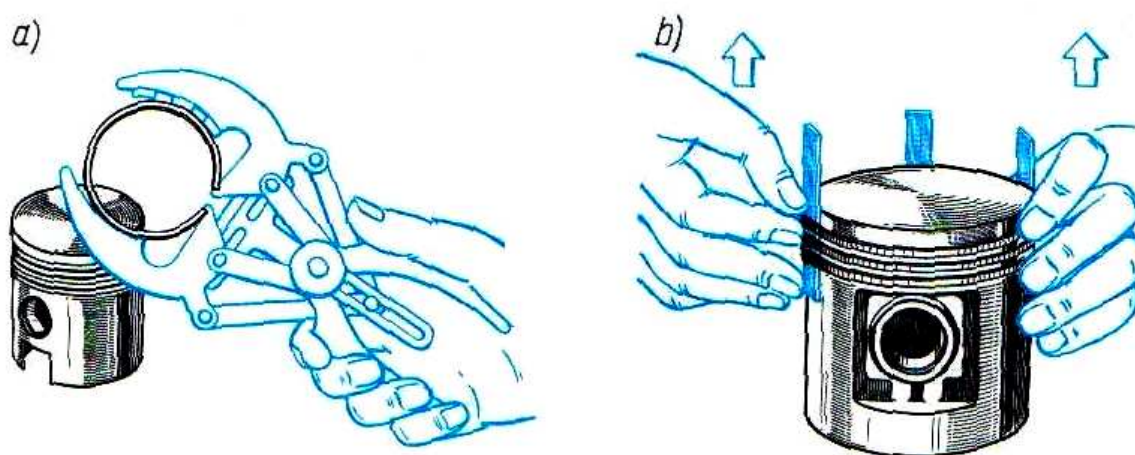
Średnica sworznia mm		Luz sworznia w tulejce główki korbowodu mm		Wcisk tulejki w główce korbowodu mm	Luz sworznia w tłoku mm	
podstawowa	rzeczywista	prawidłowy	do naprawy		prawidłowy	do naprawy
22	21,991–21,994	0,04–0,010	0,05–0,06	0,007–0,061	0,004–0,010	0,020–0,025

Zużycie sworznia tłokowego większe niż 0,03–0,05 mm kwalifikuje go do wymiany. Pierścienie tłokowe wymienia się, gdy szczeliny w zamkach są większe od dopuszczalnych, a zużycie gładzi i tłoka nie kwalifikuje ich do naprawy.

Tabela 2. Luzy pierścieni tłokowych w silnikach samochodu Fiat 126p [5, s. 252].

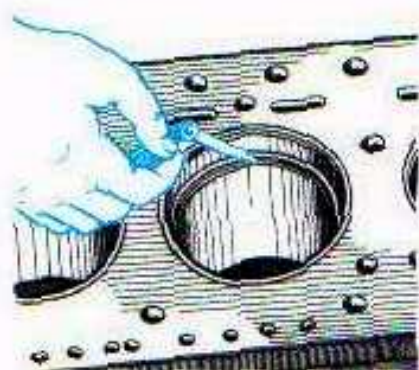
Nr kolejny pierścienia (od góry)	Luz w zamku mm		Luz w rowku tłoka mm	
	prawidłowy	kwalifikujący do naprawy	prawidłowy	kwalifikujący do naprawy
1	0,31-0,45	0,65	0,045-0,072	0,15
2	0,20-0,35	0,50	0,045-0,072	0,15
3	bez luzu	0,30	0,045-0,072	0,15

Do zakładania i zdejmowania pierścieni tłokowych stosuje się specjalne szczypce (rys. 30 a). W razie ich braku można w tym celu użyć trzech blaszek (rys. 30 b). Należy przestrzec przed próbami zdejmowania pierścieni tłokowych palcami, przez rozciąganie ich końców. Powoduje to z reguły pęknięcie pierścienia.



Rys. 30. Sposoby zdejmowania pierścieni tłokowych: a) za pomocą specjalnych szczypiec, b) za pomocą trzech blaszek [5, s. 252].

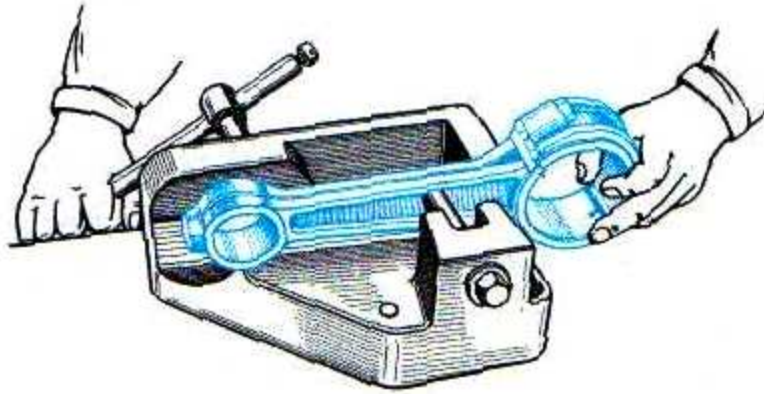
Przed założeniem nowego pierścienia na tłok należy zawsze sprawdzić luz w zamku (rys. 31) wkładając w tym celu pierścień (bez tłoka) do cylindra. Luz mierzy się szczelinomierzem. Brak wymaganego luzu powoduje zakleszczenie się pierścienia podczas pracy. Luz ten można w razie potrzeby powiększyć przez spłiwowanie czołowych krawędzi pierścienia.



Rys. 31. Sprawdzanie luzu w zamku pierścienia [5, s. 252].

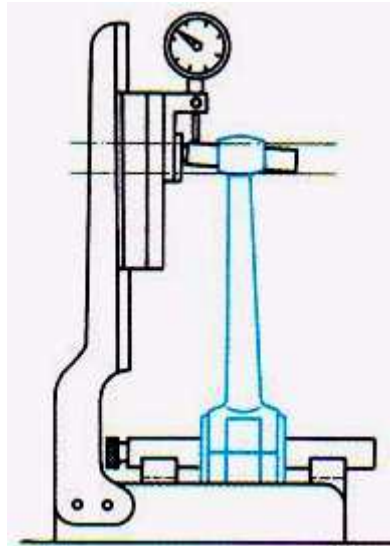
Korbowody

Tłoki jako części zamienne są dostarczane w kompletach z pierścieniami i sworzniami tłokowymi. Toteż przy wymianie tłoka (a więc i sworznia) niezbędna jest także wymiana tulei główki korbowodu. Tuleję taką usuwa się i wciska pod prasą lub za pomocą specjalnego przyrządu. Zapewnienie dostatecznego wcisku wymaga użycia tulei o średnicy zewnętrznej większej o 0,09–0,05 mm od średnicy otworu w główce korbowodu. Tuleję należy po wciśnięciu rozwiąć na wymiar zapewniający właściwe pasowanie ze sworzniem (rys. 32).



Rys. 32. Prostowanie trzonu korbowodu w przyrządzie [5, s. 253].

Prostopadłość rozwiertaka do trzonu (równoległość osi otworu główki do osi otworu łoża korbowodu) jest niezbędnym warunkiem późniejszej poprawnej współpracy tłoka z tuleją cylindrową. Otwór olejowy w tulei musi pokrywać się z odpowiednim otworem w korbowodzie. Zgięty lub skrzywiony trzon korbowodu można prostować na zimno w prasach lub specjalnych przyrządach (rys. 32).



Rys. 33. Sprawdzanie równoległości osi otworów w główce i łożu korbowodu [5, s. 254].

Sprawdzaniem prawidłowości kształtu trzonu jest równoległość osi główki i łoża korbowodu (rys. 33), mierzona po umieszczeniu w obu otworach trzpieni. Dopuszczalna odchyłka równoległości wynosi $\pm 0,05$ mm na długości 125 mm. Różnice między masami poszczególnych korbowodów w silniku nie powinny być większe niż 6–10 g.

Naprawy wałów korbowych

W wale korbowym naprawia się zużyte czopy główne i korbowodowe. Usuwa się też niewielkie odkształcenia wału. Ponadto w miarę potrzeby dokonuje się napraw elementów mocowania koła zamachowego oraz gniazda łożyska tocznego wałka sprzęgłowego. Te drobne czynności naprawcze wykonuje się w pierwszej kolejności, jednak po uprzednim określeniu stopnia zużycia czopów.

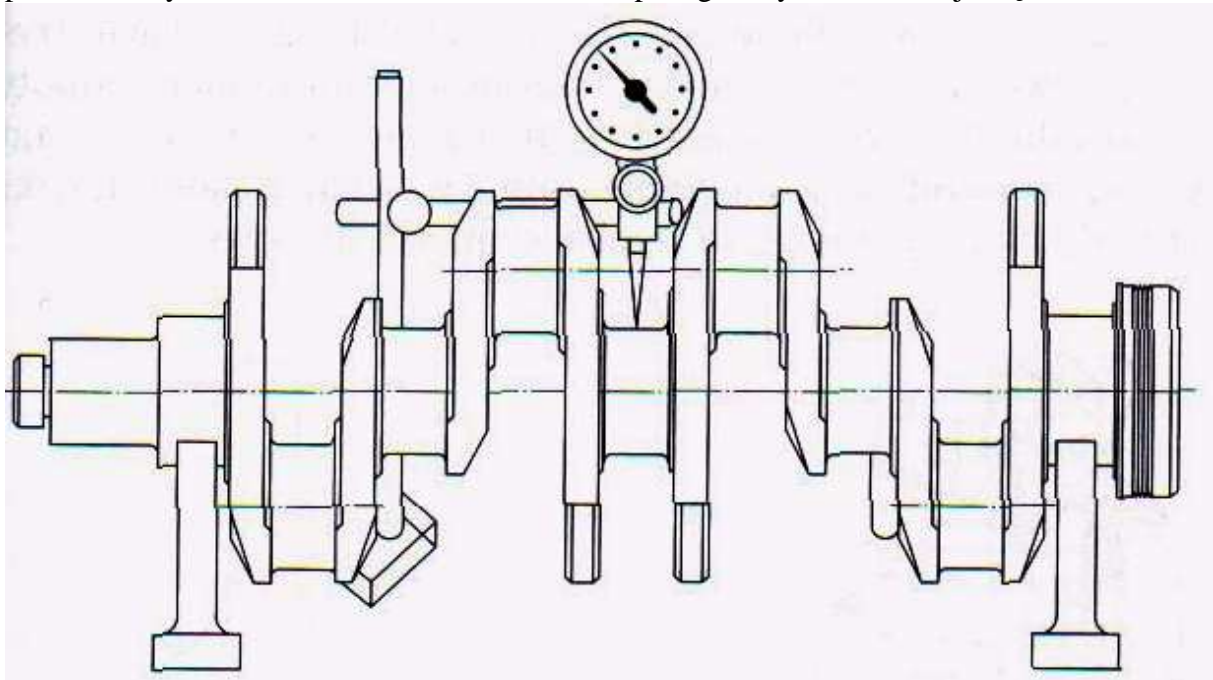
Przed przystąpieniem do naprawy wału korbowego należy dokonać jego starannych oględzin posługując się lupą, a następnie zbadać go metodami defektoskopii magnetycznej lub ultradźwiękowej.

Na powierzchni wału mogą wystąpić:

- drobne rysy i wgnięcia usuwa się je ręcznie papierem ściernym lub szlifowaniem i polerowaniem,
- pęknięcia sięgające w głąb warstwy utwardzonej – wał taki nie nadaje się ani do dalszej eksploatacji, ani do naprawy,
- korozja powierzchni, ślady zatarcia itp. usuwa się je szlifowaniem i polerowaniem.

Naprawa wału korbowego najczęściej sprowadza się do przeszlifowania czopów na kolejny wymiar naprawczy. Przez wymiar naprawczy rozumie się kolejny wymiar podany przez producenta. W przypadku czopów wymiar naprawczy jest zazwyczaj mniejszy od poprzedniego o 0,25 mm, przy czym producent przewiduje do niego panewki. Szlifowanie wykonuje się różnymi sposobami.

W małych warsztatach naprawczych operację tę można wykonać na tokarce. Czopy wału szlifuje się specjalną głowicą szlifierską mocowaną w suporcie tokarki. Podczas szlifowania należy stosować podtrzymki, ustawiane na czopach już obrobionych. Na rysunku 36 przedstawiono sposób szlifowania krótkiego wału korbowego na szlifierce specjalnej, wyposażonej w uchwyty trójszczękowe. Uchwyty takie można przesuwają w zależności od promienia wykorbienia wału. Do szlifowania czopów głównych wał mocuje się w kłach.



Rys. 34. Sprawdzanie prostoliniowości wału korbowego [5, s. 253].

Prostoliniowość wału korbowego (rys. 34) sprawdza się czujnikiem zegarowym podczas obracania wału wspartego na pryzmach. Zgięcie wału (niewspółosiowość czopów głównych) nie powinno przekraczać 0,04 mm. W razie stwierdzenia skrzywienia, wał prostuje się w prasie hydraulicznej.

Zwichrowane wały prostuje się na prasie hydraulicznej. Następnie, w celu usunięcia naprężeń wewnętrznych, wał poddaje się stabilizacji. Wały prostowane wykazują skłonność do ponownego wichrowania.

Naprawiając wał korbowy należy przede wszystkim zwrócić uwagę na:

- średnicę czopów oraz błędy ich kształtu (kołowość, stożkowość),
- nierównoległość czopów korbowych względem czopów głównych,
- prostopadłość powierzchni ustalającej względem osi wału,
- promienie przejść między czopami a ramionami wykorbień, których minimalna wartość wynosi $0,05 d$ (d – średnica czopa),
- krawędzie kanałów olejowych na powierzchni czopów (powinny być starannie zaokrąglone i wygładzone),
- drożność kanałów,
- stan zaślepek.

W celu przywrócenia czopom ich pierwotnych wymiarów stosuje się również chromowanie powierzchni.

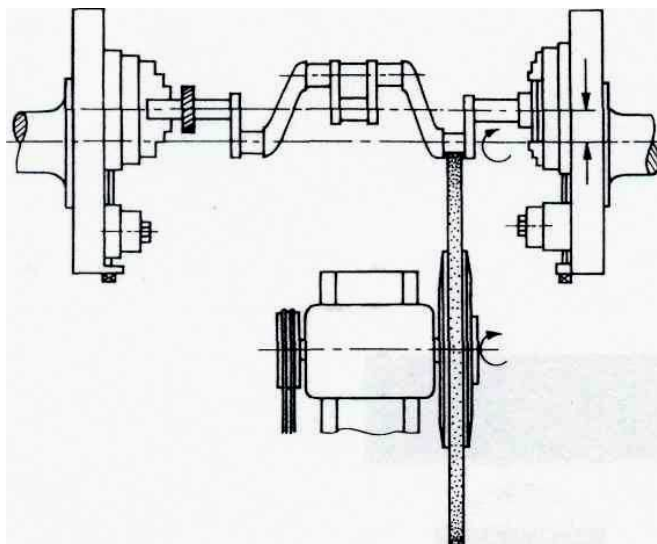
Stopień zużycia czopów głównych i korbowodowych określa się na podstawie pomiarów. Każdy czop mierzy się przynajmniej w trzech przekrojach, a w każdym przekroju – w dwóch wzajemnie prostopadłych płaszczyznach. Na podstawie wyników takich pomiarów można określić największe zużycie czopów oraz odchyłki od kształtu walcowego (owalność i stożkowość). Na podstawie pomiarów określa się wspólny wymiar naprawczy dla czopów korbowodowych i wspólny dla czopów głównych.

Każdy z tych wymiarów jest jednym z wymiarów naprawczych podanych w instrukcji naprawy pojazdu. Odpowiednio do tego wymiaru należy dobrać komplet podwymiarowych panewek. Czopy wałów korbowych szlifuje się na szlifierkach do wałów korbowych. Oszlifowane czopy poleruje się lub wygładza w celu uzyskania możliwie gładkiej powierzchni.

Jeżeli wymiar któregośkolwiek z czopów jest mniejszy od ostatniego wymiaru naprawczego, wał należy wymienić na nowy lub przekazać do regeneracji. Czopy regeneruje się metodami metalizacji natryskowej, napawania wibrostrykowego, a w poszczególnych przypadkach metodami chromowania elektrolitycznego.

Tabela 3. Wymiary czopów głównych i korbowodowych silnika samochodu Polski Fiat 125p [5, s. 255].

Wymiary	Średnica czopów mm		Dopuszczalne niedokładności (stożków owal.) mm	Luzy panewek głównych		Luzy panewek korbowodowych		Luz osiowy wału korbowego mm	
	głównych	korbowodowych		prawidłowe	do naprawy	prawidłowe	do naprawy	prawidłowe	do naprawy
Nominalny	62,962– 62,982	52,992– 53,013	0,005	0,025– 0,069	0,1	0,020– 0,065	0,1	0,06– 0,26	0,3 5
I naprawczy (-0,254)	62,708– 62,728	52,738– 52,759							
II naprawczy (-0,508)	62,454– 62,474	52,484– 52,505							
III naprawczy (-0,762)	62,200– 62,220	52,230– 52,251							
IV naprawczy (-1,016)	61,946– 61,966	51,976– 51,997							



Rys. 35. Sposób szlifowania wału korbowego [5, s. 255].

Ubytki materiałowe zakończeń wału można uzupełnić metodą natapiania sproszkowanego metalu w płomieniu tlenowo-acetylenowym. Nie zaleca się stosować tej metody do regeneracji czopów głównych i korbowych, ponieważ wysoka temperatura procesu (350–400°C) powoduje trwałe odkształcenia wału. Zużyte czopy w szczególnych przypadkach można regenerować metalizacją natryskową. Proszek metalowy przechodzący przez płomień zostaje nadtopiony. Z chwilą uderzenia w zimną powierzchnię ziarenka proszku spłaszczają się i kurczą, silnie wiążąc się z materiałem wału.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są zadania tłoka silnika spalinowego?
2. Jakie własności posiadają materiały konstrukcyjne tłoków?
3. Z jakich elementów zbudowany jest tłok?
4. W jaki sposób niweluje się rozszerzalność cieplną tłoka?
5. Dlaczego wykonuje się owalizację tłoka?
6. Z jakich elementów zbudowany jest korbowód?
7. Z jakich elementów zbudowany jest wał korbowy?
8. Jak doprowadza się olej do łożysk?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź weryfikację wału korbowego silnika.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać pomiary i ocenić stan wału,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- narzędzia pomiarowe,
 - wały korbowe o różnym stopniu zużycia,
 - notatnik,
 - literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Dokonaj weryfikacji korbowodów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać pomiary i ocenić stan korbowodu,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- narzędzia pomiarowe,
 - korbowody o różnym stopniu zużycia,
 - notatnik,
 - literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Dokonaj weryfikacji tłoków.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać pomiary i ocenić stan tłoków,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- narzędzia pomiarowe,
 - tłoki o różnym stopniu zużycia,
 - notatnik,
 - literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Wymień pierścienie na tłoku.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do zdejmowania i nakładania pierścieni,

- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) zdjąć zużyte pierścienie,
- 5) dobrać nowe pierścienie,
- 6) założyć nowe pierścienie,
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia do zdejmowania i nakładania pierścieni,
- tłoki o różnym stopniu zużycia pierścieni,
- pierścienie,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zweryfikować wał korbowy silnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyprostować trzon korbowodu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) sprawdzić prostoliniowość wału korbowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić stopień zużycia czopów głównych i korbowodowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać metodę regeneracji czopów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) dobrać materiały konstrukcyjne do produkcji sworzni?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Budowa i naprawa głowicy i układów rozrządu

4.3.1. Materiał nauczania

Głowice

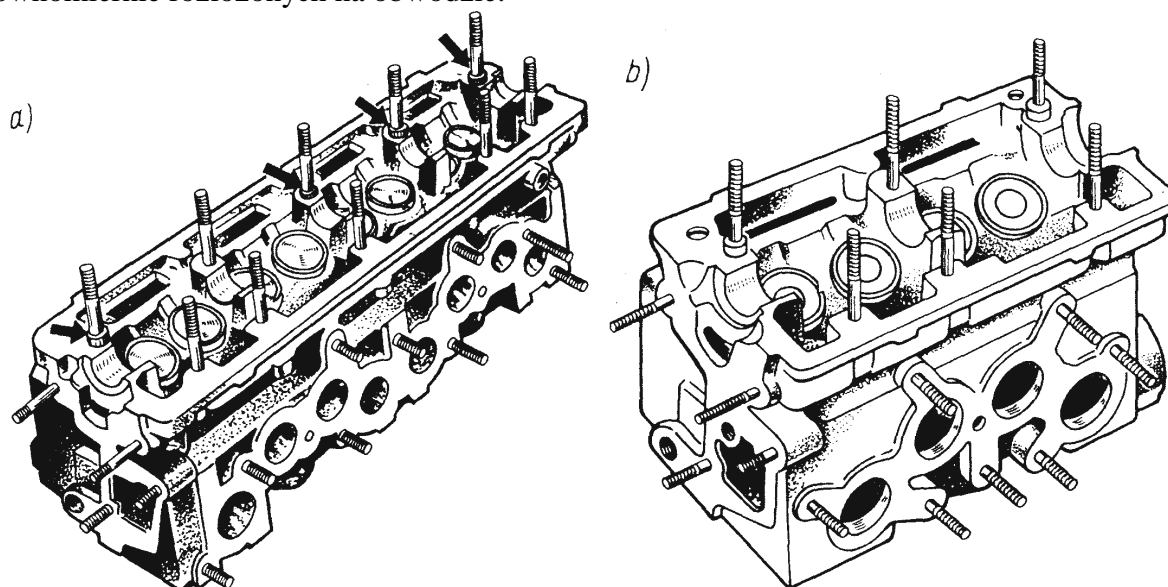
Głowica zamyka cylinder silnika od strony komory spalania. W silnikach rzędowych wielocylindrowych wspólna głowica nakrywa zazwyczaj wszystkie cylindry. Czasem stosuje się kilka głowic, z których każda obejmuje dwa lub trzy cylindry. W silnikach chłodzonych powietrzem każdy cylinder jest nakryty oddzielną głowicą, chociaż i od tej reguły bywają wyjątki.

Głowica, oprócz zamknięcia przestrzeni nad tłokiem w odpowiednio ukształtowaną komorę spalania, spełnia także zadania części łączącej przewody dolotowe i wylotowe oraz zestawy zaworów ze sprężynami. Ponadto w głowicy mocuje się zestaw dźwigni zaworów a niekiedy także wałek rozrządu.

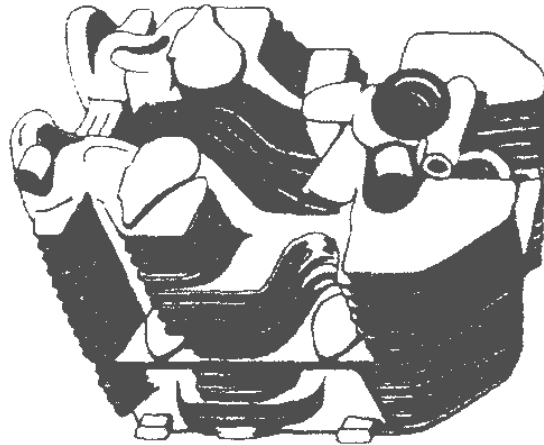
W silnikach chłodzonych cieczą wszystkie elementy znajdujące się w głowicy są otoczone płaszczem cieczowym (rys. 36). W silnikach chłodzonych powietrzem głowica jest z zewnątrz uźebrowana podobnie jak cylinder. W silnikach dwusuwowych, w których nie ma klasycznego zaworowego mechanizmu rozrządu, żebra chłodzące mogą być ułożone w dowolny sposób, jednak zawsze wzdłuż opływających je strug powietrza chłodzącego (rys. 37).

Głowice silników zwykle są wykonywane jako odlewy ze stopów aluminium, a niekiedy także z żeliwa. W miejscach styku z grzybkami zaworów w głowicę są wciskane gniazda zaworowe, przeważnie wykonane z brązu lub ze specjalnego żeliwa. Trzonki zaworów poruszają się w prowadnicach zaworowych, wciśniętych w głowicę, przeważnie także wykonanych z brązu. W głowicy są osadzone świece zapłonowe (w silnikach o zapłonie iskrowym) lub wtryskiwacze (w silnikach o zapłonie samoczynnym).

W dolnej płycie głowicy oraz w górnej płycie kadłuba silnika chłodzonego cieczą jest wykonanych wiele pasujących do siebie otworów, umożliwiających swobodny przepływ cieczy chłodzącej między kadłubem a głowicą. Podobne otwory są wykonane w uszczelce głowicy, uszczelniającej styk głowicy z kadłubem. Odpowiednio silny docisk głowicy do kadłuba, tak istotny ze względu na znaczne ciśnienie w komorach spalania podczas suwów pracy, zapewniają śruby. Śrub takich jest kilka wokół każdego cylindra, możliwe równomiernie rozłożonych na obwodzie.



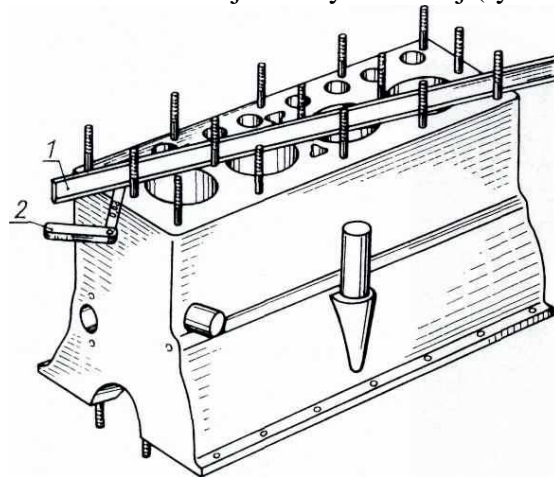
Rys. 36. Głowice silników czterosuwowych chłodzonych cieczą: a) silnika czterocylindrowego (Łada Samara), b) silnika dwucylindrowego (Łada Oka) [7, s. 65].



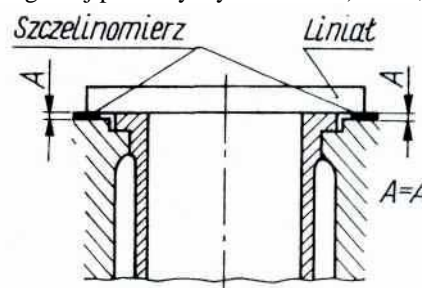
Rys. 37. Głowica silnika chłodzonego powietrzem [7, s. 66].

Pomiary odkształceń powierzchni przylegania głowicy do kadłuba

Górna płaszczyzna kadłuba silnika odkształca się z czasem. Jej płaskość sprawdza się za pomocą liniału i szczelinomierza w sposób przedstawiony na rys. 38. Podobnie sprawdza się wysokość wystawiania kołnierza wstawianej tulei cylindrowej (rys. 39).



Rys. 38. Sposób sprawdzania górnej płaszczyzny kadłuba: 1) liniał, 2) szczelinomierz [7, s. 67].



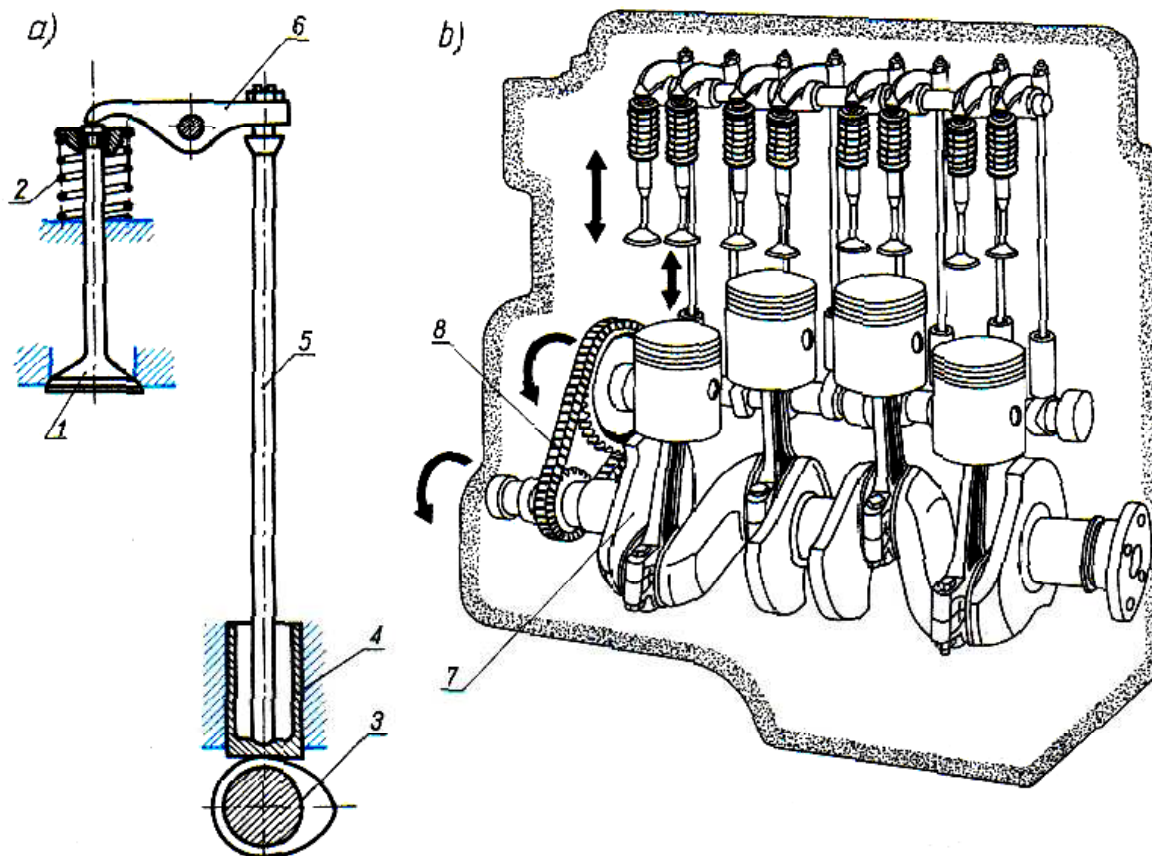
Rys. 39. Sposób sprawdzania wysokości wystawiania kołnierza tulei [7, s. 67].

Mechanizm rozrządu

Zadaniem mechanizmu rozrządu jest sterowanie napływem do cylindrów silnika świeżej mieszanki oraz sterowanie usuwaniem z nich spalin. Mechanizm rozrządu stosuje się we wszystkich silnikach czterosuwowych. W silnikach dwusuwowych okna dolotowe i wylotowe przysłania i odsłania tłok, jest to tzw. rozrząd tłokowy. Jednakże w dużych silnikach dwusuwowych można także niekiedy spotkać zaworowy mechanizm rozrządu.

We współczesnych czterosuwowych silnikach spalinowych stosuje się wyłącznie rozrząd górnozaworowy (rys. 40). W skład takiego mechanizmu rozrządu wchodzi następujące,

zasadnicze części: zawory (1), sprężyny zaworowe (2), wałek rozrządu (3), popychacze (4) z drążkami popychaczy (5) i dźwigniami zaworowymi 6 oraz elementy napędu wałka rozrządu. Zawory są umieszczone w głowicy silnika. Stąd nazwa rozrząd górnozaworowy, w odróżnieniu od niestosowanego już obecnie układu dolnozaworowego, w którym zawory były osadzone w kadłubie silnika.



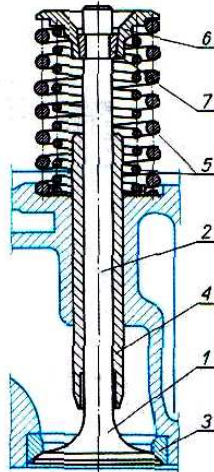
Rys. 40. Mechanizm rozrządu: a) schemat, b) rysunek poglądowy usytuowania w silniku: 1) zawór, 2) sprężyna zaworowa, 3) wał rozrządu, 4) popychacz, 5) drążek popychacza, 6) dźwignia zaworowa, 7) mechanizm korbowy, 8) napęd rozrządu [7, s. 59].

Elementami mechanizmu rozrządu, które bezpośrednio otwierają i zamykają wlot do cylindra są zawory – dolotowy i wylotowy (rys. 41).

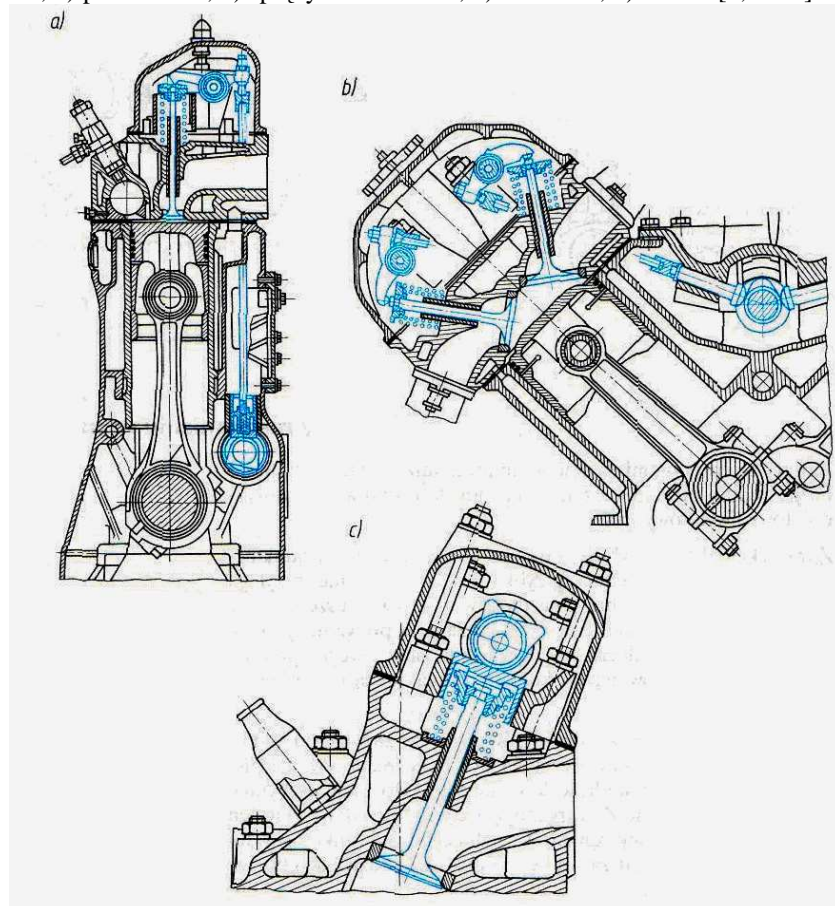
Ruch zaworów jest wymuszany przez krzywki wałka rozrządu. Krzywki te obracając się powodują postępowo-zwrotny ruch ślizgających się po nich popychaczy. Popychacze wprawiają w ruch pozostałe elementy mechanizmu rozrządu powodując w efekcie wznios zaworów.

Zawór składa się z grzybka (1) i trzonka (2). Gdy zawór jest zamknięty, stożkowa powierzchnia grzybka zaworu szczelnie przylega do stożkowej powierzchni gniazda zaworowego (3), uszczelniając komorę spalania. Trzonek zaworu porusza się w prowadnicy zaworowej (4). Zawór jest dociskany do gniazda zaworowego sprężyną zaworową (5), umocowaną do końca trzonka zaworu za pomocą zamka (7).

Sposób usytuowania zaworów w głowicy zależy głównie od kształtu komory spalania. Zawory mogą być umieszczone w rzędzie, równoległe do osi cylindrów lub mogą być do nich nachylone pod niewielkim kątem. Zawory mogą być też usytuowane w dwóch rzędach, i wtedy trzonki zaworów są zbieżne w kierunku osi wału korbowego. Taki układ zaworów ma dwa rzędy dźwigni zaworowych (rys. 42).



Rys. 41. Umieszczenie w głowicy zaworu z sprężyną: 1) grzybek zaworu, 2) trzonek zaworu, 3) gniazdo zaworowe, 4) prowadnica, 5) sprężyna zaworowa, 6) miseczka, 7) zamek [7, s. 60].



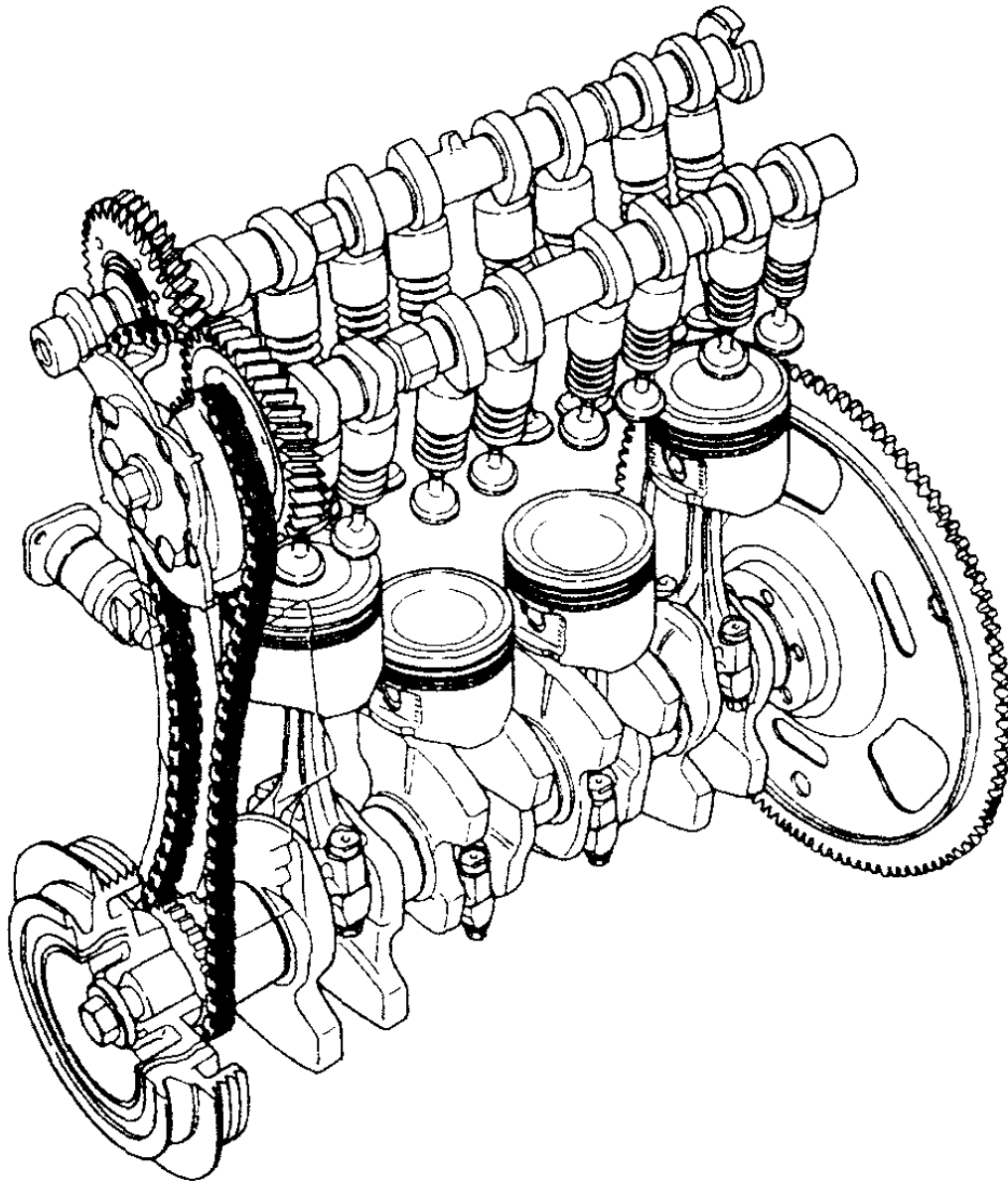
Rys. 42. Typowe przykłady usytuowania zaworów: a) i b) wałki rozrządu w kadłubie c) wałek rozrządu w głowicy [7, s. 61].

Zawory wykonuje się ze stali stopowych, odznaczających się dobrą przewodnością cieplną, odpornością na ścieranie oraz odpornością na działanie wysokiej temperatury. Grzybki zaworów znajdują się w komorze spalania, a temperatura zaworów wylotowych podczas pracy silnika przekracza 700°C .

Sprężyny zaworowe wykonuje się z drutu stalowego sprężynowego. Bardzo często stosuje się po dwie sprężyny na każdy zawór.

Wałki rozrządu. Każdemu zaworowi odpowiada oddzielna krzywka wałka rozrządu. Krzywki są wykonane na wałku rozrządu, który obracając się wznosi i opuszcza zawory w odpowiedniej kolejności, wynikającej z kąтового ustawienia krzywek.

Walek rozrządu jest napędzany od wału korbowego za pomocą kół zębatach, łańcucha (rys. 43) lub za pomocą elastycznego paska zębatego. W silnikach czterosurowych prędkość obrotowa wałka rozrządu jest zawsze dwukrotnie mniejsza od prędkości obrotowej wału korbowego silnika, a więc przekładnia napędu wałka rozrządu ma przełożenie równe 2.

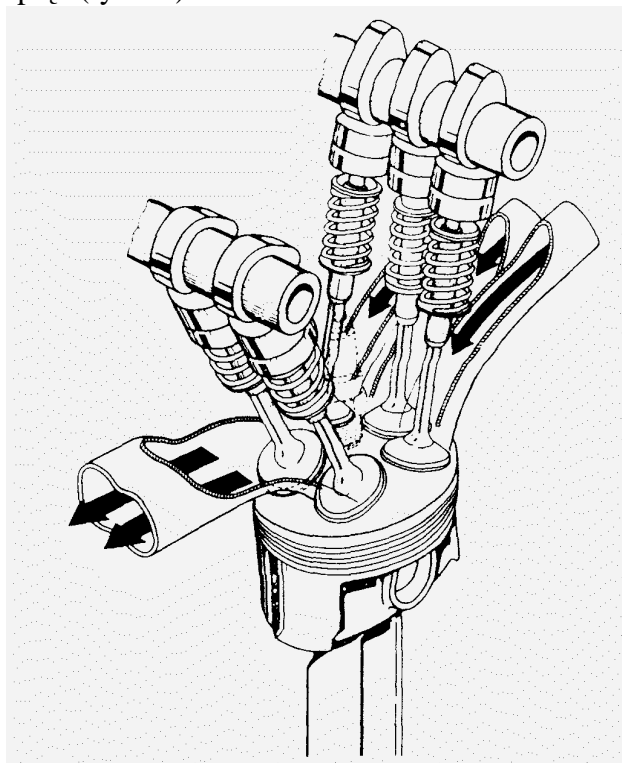


Rys. 43. Napęd czterocylindrowego 16-zaworowego silnika łańcuchem (Daihatsu) [7, s. 63].

Walek rozrządu może być umieszczony w kadłubie silnika lub w głowicy. W pierwszym przypadku ruch wznoszonych krzywkami popychaczy jest przenoszony na zawory za pośrednictwem drążków popychaczy i dźwigni zaworowych. W przypadku drugim krzywki naciskają na zestaw zawór-sprężyna zaworowa bezpośrednio lub za pośrednictwem dźwigni zaworowych.

Mechanizmy wielozaworowe. Jakość napełniania cylindrów świeżym ładunkiem ma bezpośredni wpływ na moc i sprawność silnika i w znacznej mierze zależy od oporów przepływu gazów przez zawory.

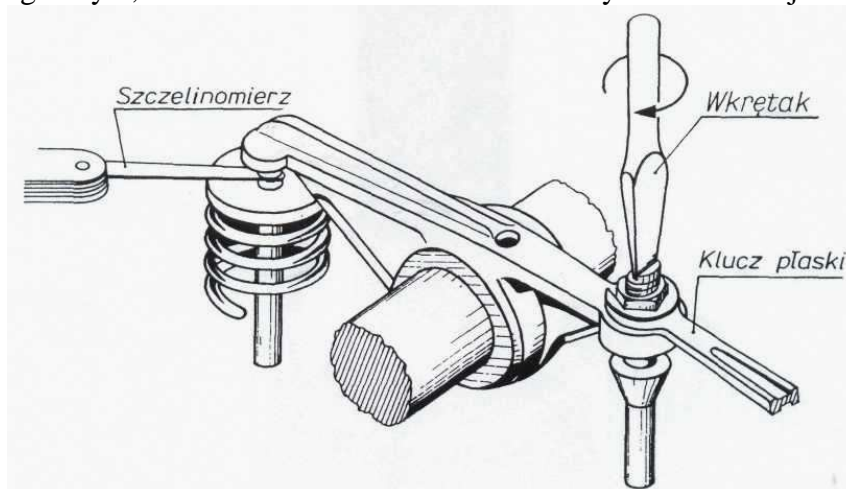
Opory te można zmniejszyć przez powiększenie łącznej powierzchni przepływu przy otwartych zaworach. W nowoczesnych silnikach szybkoobrotowych zwiększenie łącznej powierzchni przepływu uzyskuje się dzięki zastosowaniu więcej niż dwóch zaworów obsługujących jeden cylinder. W wielu silnikach na jeden cylinder przypadają cztery zawory, a w niektórych – nawet pięć (rys. 44).



Rys. 44. Pięcizaworowy rozrząd w silniku o zapłonie iskrowym (Audi) [7, s. 63].

Obsługa układu rozrządu

Najczęściej wykonywaną czynnością obsługową układu rozrządu jest regulacja luzów zaworowych. Luzy zbyt małe mogą powodować niedomykanie zaworów i ich wypalanie. Zbyt duże luzy zaworów przyspieszają zużycie elementów układu rozrządu, wywołane uderzeniami, powodują też hałaśliwą pracę rozrządu. Luzy zaworów można mierzyć w silniku zimnym lub nagrzanym, w zależności od wskazówek zawartych w instrukcji obsługi.



Rys. 45. Sposób regulowania luzu zaworu [5, s. 256].

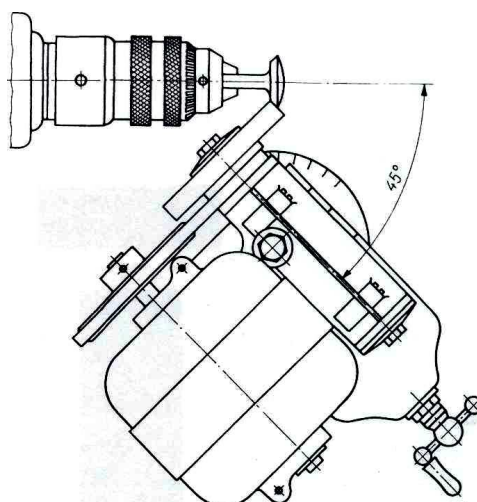
W silniku górnozaworowym z pośrednim napędem zaworów (z dźwigienkami) luz mierzy się między czołem trzonka zaworu a powierzchnią dźwigni zaworowej. Do regulacji luzu służy śruba z przeciwnakrętką, umieszczona na jednym z ramion dźwigni (rys. 45).

W silniku górnozaworowym z bezpośrednim napędem zaworów luz mierzy się między popychaczem a krzywką. Regulację luzów zaczyna się od pierwszego cylindra. W tym celu ustawia się tłok w górnym martwym położeniu (GMP) po suwie sprężania. W położeniu tym obydwie zawory są zamknięte. Luz sprawdza się za pomocą szczelinomierza.

W przypadku stwierdzenia odchyłek od wartości podanych w instrukcji obsługi należy poluzować przeciwnakrętkę śruby regulacyjnej, a następnie pokręcając śrubą ustawić wymagany luz i dokręcić przeciwnakrętkę. Po dokręceniu śruby regulacyjnej należy jeszcze raz sprawdzić luz. Podczas pomiaru szczelinomierz powinien dać się przesuwac w szczelinie z lekko wyczuwalnym oporem. W przypadku bezpośredniego napędu zaworów wymienia się krążki regulacyjne. Po wyregulowaniu luzów zaworów pierwszego cylindra w ten sam sposób reguluje się luzy zaworów pozostałych cylindrów, obracając każdorazowo wał korbowy o odpowiedni kąt. Silniki z hydraulicznym kasowaniem luzu zaworowego nie wymagają regulacji.

Normalnemu (eksploatacyjnemu) zużyciu w układzie rozrządu ulegają: zawory, gniazda zaworów, prowadnice zaworów, popychacze i krążki regulacyjne popychaczy (stosowane w przypadku bezpośredniego napędu zaworów), wał krzywkowy oraz koła zębate i łańcuchy lub paski zębate. Niesprawności układu rozrządu mogą być spowodowane uszkodzeniem sprężyny zaworowej, skrzywieniem trzonka, wykruszeniem grzybka zaworu lub jego nadpaleniem, wykruszeniem lub pęknięciem gniazda zaworu itp.

W zaworze najszybciej zużywają się powierzchnie trzonka i powierzchnia stożkowa grzybka. Obecnie naprawa zaworu polega na przeszlifowaniu przylgni grzybka. Niekiedy stosuje się regenerację zaworów polegającą na chromowaniu trzonek lub napawaniowej przylgni. Zabiegi takie zazwyczaj nie są opłacalne i stosuje się je tylko w sporadycznych przypadkach. Naprawa zaworów lub wymiana zaworów zwykle jest połączona z wymianą prowadnic. Do ich wymiany używa się specjalnych przyrządów (rys. 46) lub wciska się je w prasach. Jeżeli w naprawianym silniku przewidziane są zawory z trzonkami nadwymiarowymi, to prowadnice można poprawiać przez rozwiercenie. Grzybki zaworów szlifuje się na specjalnych szlifierkach (rys. 47). Po każdym szlifowaniu zmniejsza się grubość części cylindrycznej grzybka zaworu. Gdy stanie się ona mniejsza niż 0,3 mm, zawór nie nadaje się do użytku.

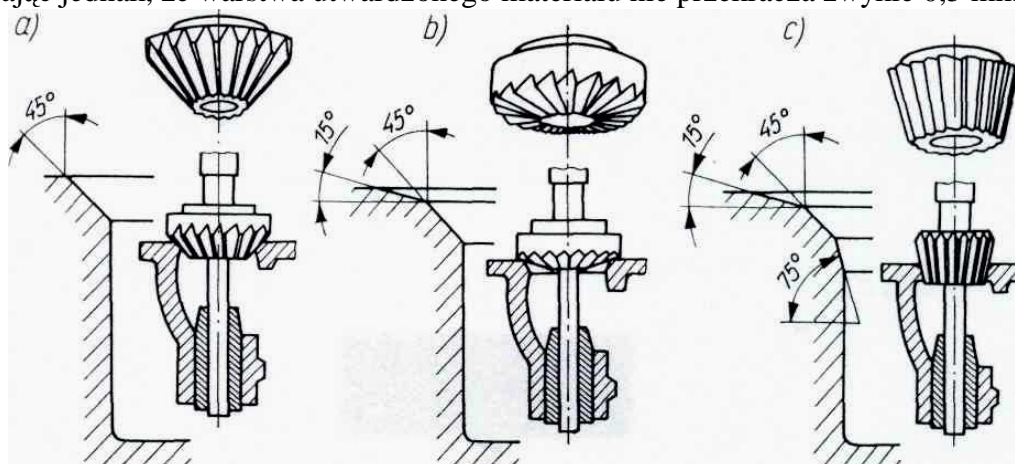


Rys. 46. Szlifierka do zaworów [5, s. 257].

Naprawie grzybka z reguły towarzyszy naprawa gniazda zaworu. Gniazda zaworów szlifuje się lub frezuje (rys. 47), a następnie dociera indywidualnie z przewidzianymi do współpracy zaworami.

W dźwigienkach zaworowych zużywają się miejsca styku z trzonkiem zaworu oraz otwory współpracujące z osią dźwigienek. Naprawa dźwigienki polega na przeszlifowaniu końcówki oraz rozwierceniu otworu na wymiar naprawczy. Jeżeli dźwigienka jest ułożyskowana na tulejce, to wymienia się tulejkę i rozwierca ją.

W popychaczach najszybciej zużywa się powierzchnia współpracująca z krzywką oraz powierzchnia współpracująca z prowadnicą. Niewielkie rysy lub uszkodzenia powierzchni współpracującej z krzywką usuwa się drobnym papierem ściernym, ułożonym na gładkiej płycie. W razie poważniejszego uszkodzenia powierzchnię tę należy przeszlifować, pamiętając jednak, że warstwa utwardzonego materiału nie przekracza zwykle 0,5 mm.



Rys. 47. Kolejne operacje frezowania gniazda zaworu [5, s. 257].

Drażki popychaczy najczęściej ulegają skrzywieniu. Skrzywione drażki prostuje się lub wymienia na nowe.

W wałach rozrządu zużywają się powierzchnie krzywek oraz czopy łożysk. Naprawa łożysk wału sprowadza się zwykle do szlifowania czopów na wymiar naprawczy i wymiany tulejek łożyskowych na nowe. Na właściwy wymiar tulejki rozwierca się po wciśnięciu w kadłub silnika. Należy przy tym zapewnić współosiowość wszystkich tulejek.

Przed szlifowaniem czopów należy sprawdzić, czy wał nie jest krzywy. Maksymalne bicie czopów nie powinno przekraczać 0,02mm. Wały wykazujące większe bicie prostuje się na prasach, podobnie jak wały korbowe. Przed szlifowaniem należy również sprawdzić stan nakiełków, które w razie potrzeby należy pogłębić.

Naprawa krzywek, w przypadku niewielkich uszkodzeń powierzchniowych, polega na przetarciu ich powierzchni drobnoziarnistym płótnem ściernym. Jeżeli pomiary wykazują zużycie krzywek przekraczające wartości dopuszczalne, to wał wymienia się na nowy.

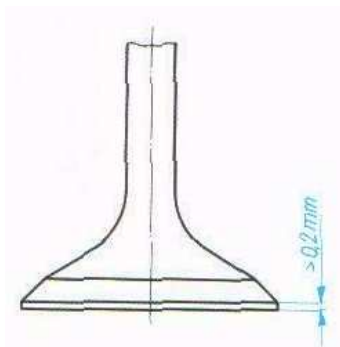
Elementy napędu wału rozrządu koła zębate, łańcuchy, paski zębate nie podlegają naprawie. W razie stwierdzenia nadmiernego zużycia wymienia się je na nowe.

Naprawa mechanizmów rozrządu

Zużyciu ulegają przyłganie zaworów i gniazd zaworowych, powierzchnie walcowe trzonek oraz stopki zaworów. Przyłganie zaworów i gniazd zaworowych pracują w bardzo ciężkich warunkach. Zawory uderzają w gniazdo, pracują w wysokiej temperaturze (szczególnie zawór wylotowy) oraz są narażone na korozyjne działanie środowiska. Toteż przyłganie zaworów i gniazd zaworowych odkształcają się, wykruszają oraz pokrywają się siecią wżerów (rys. 48).



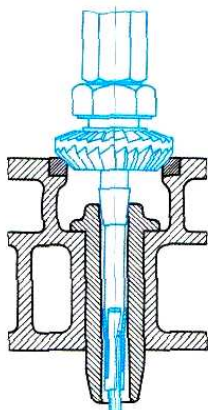
Rys. 48. Typowe ubytki materiału na przyłgniach zaworu i gniazda zaworu [5, s. 256].



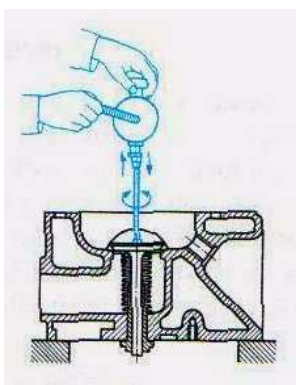
Rys. 49. Granica możliwości przyłgni zaworu [5, s. 256].

Grzybki zaworów szlifuje się na specjalnych szlifierkach. Przyłgnie zaworu można naprawiać szlifowaniem dopóty, dopóki cylindryczna część grzybka nie będzie węższa niż 0,2 mm (rys. 49). Jeżeli szlifowanie nie usunie wszelkich śladów ubytku materiału na przyłgni, zawór trzeba wymienić na nowy.

Szlifowanie zaworu pociąga za sobą konieczność naprawy gniazda zaworowego. Żądany kształt gniazda zaworowego uzyskuje się stosując frezowanie trzema frezami o różnych kątach stożka (rys. 47) lub szlifowanie. Kilkakrotne frezowanie ma na celu uzyskanie szerokości przyłgni nie większej niż 1,4–2,0 mm.



Rys. 50. Frezowanie gniazda zaworowego z wykorzystaniem prowadnicy zaworu jako prowadzenia [5, s. 256].

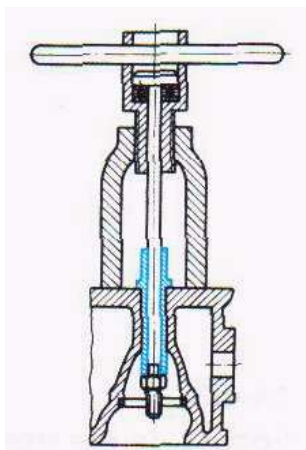


Rys. 51. Ręczne docieranie zaworu [5, s. 257].

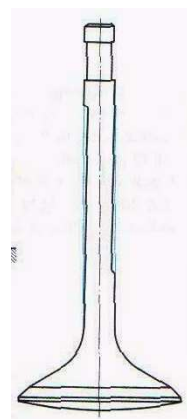
Następnie zawory dociera się indywidualnie do gniazd w celu uzyskania dobrej szczelności. Docieranie zaworu (rys. 51) polega na wielokrotnym obracaniu go w jedną i w drugą stronę o pewien kąt, przy jednoczesnym cyklicznym dociskaniu i odrywaniu zaworu od gniazda. Przyłgnie smaruje się przy tym specjalną pastą do docierania zaworów. Odrzanie zaworu podczas docierania uzyskuje się przez zastosowanie sprężyny opartej

o grzybek zaworu. Pożądany ruch zaworu w czasie docierania zapewniają docieraczki mechaniczne lub ręczne. Ruch ten można uzyskać także przy użyciu zwykłej wiertarki ręcznej. Podczas docierania zaworu należy zwracać uwagę, aby pasta ścierna nie dostała się między trzonek a prowadnicę zaworową.

Zużyte powierzchnie walcowe trzoneków (rys. 53) można szlifować na wymiar naprawczy. Naprawa trzoneków zaworów lub wymiana zaworów na nowe jest zwykle połączona z wymianą prowadnic zaworowych. Prowadnice są wciśnięte w głowicę silnika i do ich wymiany używa się specjalnych przyrządów (rys. 52). Do wciskania prowadnic w głowicę używa się pras; trzeba przy tym uważać, aby siła wciskająca działała wzdłuż osi prowadnicy. W przypadku stosowania przeszlifowanych trzoneków zaworów prowadnicę po wciśnięciu należy rozwiąć na właściwy wymiar. Luzy montażowe wynoszą 0,03–0,07 mm, natomiast luz dopuszczalny, który nie kwalifikuje jeszcze do naprawy wynosi około 0,1 mm.



Rys. 52. Przyrząd do wyciskania prowadnic zaworowych [5, s. 256].



Rys. 53. Typowe zużycie trzonka zaworu [5, s. 256].

Wałki rozrządu i ich napęd

W wałku rozrządu zużyciu ulegają powierzchnie czopów łożyskowych oraz powierzchnie krzywek. Naprawa łożysk wałka polega na szlifowaniu czopów na wymiar naprawczy i wymianie tulei łożyskowych w kadłubie. Po wciśnięciu tulei w kadłub trzeba je rozwiąć na żądane wymiary. W tej operacji musi być zapewniona współosiowość wszystkich otworów łożyskowania wałka rozrządu.

Nieprostoliniowość osi wałka, spowodowaną zwykle awarią silnika, można usunąć przez prostowanie. Największe bicie wałka mierzone na środkowym czopie (przy podparciu na czopach skrajnych) nie powinno przekraczać 0,02mm.

Dokładnej oceny stopnia zużycia krzywek wałka rozrządu można dokonać tylko za pomocą specjalistycznych, precyzyjnych urządzeń sprawdzających. Sprawdzenie zgrubne polega na oględzinach powierzchni roboczych krzywek. Powinny one być gładkie, bez jakichkolwiek ubytków materiału, rys i odkształceń. Pewnym wskaźnikiem zużycia może być pomiar wzniosu krzywek, wykonywany za pomocą czujnika. Wznios nie powinien być mniejszy niż zalecany przez wytwórnę.

Podczas sprawdzania stanu wałka należy także zwracać uwagę na prawidłowość zarysu krzywek. Krzywka o prawidłowym wzniosie, lecz o nieprawidłowym (w wyniku zużycia) zarysie wywołuje nadmierne obciążenie elementów mechanizmu rozrządu, przyspieszając proces zużycia. Wałek rozrządu o zużytej powierzchni krzywek należy wymienić na nowy.

W razie zużycia któregokolwiek z elementów napędu wałka rozrządu, koła zębate, koła łańcuchowe z łańcuchem oraz paski zębate wymienia się na nowe. Łańcuch napędu rozrządu wymienia się razem z kołami łańcuchowymi.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie zadania spełnia głowica silnika?
2. Z jakich materiałów wykonywane są głowice?
3. Jakie zadania spełnia układ rozrządu silnika?
4. Z jakich elementów zbudowane są zawory?
5. Z jakich materiałów wykonywane są zawory?
6. Jakie usterki występują w układzie rozrządu?
7. Co to jest docieranie zaworów?
8. Jakich elementów układu rozrządu nie naprawia się?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź weryfikację wałka rozrządu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać pomiary i ocenić stan wałka rozrządu,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia pomiarowe,
- wałki rozrządu o różnym stopniu zużycia,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Przeprowadź weryfikację głowic.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać pomiary i ocenić stan głowicy,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia pomiarowe,
- głowice o różnym stopniu zużycia,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Dokonaj weryfikacji zaworów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia pomiarowe,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać pomiary i ocenić stan zaworów,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia pomiarowe,
- zawory o różnym stopniu zużycia,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Wykonaj montaż głowicy, układu rozrządu, ustawienia napędu rozrządu, regulację luzu zaworowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać narzędzia do wykonania montażu,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać montaż układu rozrządu,
- 5) wykonać montaż głowicy,
- 6) ustawić napęd rozrządu,
- 7) wykonać regulację luzu zaworowego,
- 8) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia montażowe,
- narzędzia do regulacji luzu zaworowego,
- elementy układu rozrządu,
- głowice,
- dokumentacja techniczna silnika,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) sprawdzić przyleganie głowicy do kadłuba silnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić najczęstsze usterki zaworów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić przeznaczenie krzywek w układzie rozrządu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zmierzyć luzy zaworowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić prowadnice zaworów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wykonać frezowanie gniazda zaworowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Budowa i naprawa układów smarowania

4.4.1. Materiał nauczania

Układ olejenia

We wszystkich połączeniach ruchowych części silnika niezbędna jest obecność oleju, zmniejszającego wydatnie tarcie towarzyszące ruchowi względnemu współpracujących elementów. Najmniejsze tarcie, zwane tarcie płynnym, występuje wówczas, gdy cienka warstewka oleju całkowicie oddziela od siebie powierzchnie współpracujących części.

Zadaniem układu olejenia w silniku jest doprowadzenie oleju do wszystkich punktów wymagających smarowania oraz zapewnienie takiego ciśnienia tego oleju, które jest niezbędne do wytworzenia warstewki oddzielającej współpracujące części. Smarowania wymagają: łożyska główne i korbowodowe wału korbowego, łożyska wałka rozrządu, zestawy tłok-tuleja cylindrowa, elementy mechanizmu rozrządu i niekiedy elementy pomocniczych urządzeń silnika.

Olej spełnia również dodatkowe zadanie czynnika odprowadzającego ciepło od miejsc, z którymi się styka. Ilość ciepła odbieranego przez olej wynosi do kilku procent całego ciepła odprowadzanego od silnika. Stanowi to istotne obciążenie układu chłodzenia.

W silnikach używanych do napędu pojazdów samochodowych w zasadzie stosuje się dwa systemy olejenia: w silnikach czterosuwowych – system ciśnieniowy oraz w silnikach dwusuwowych – system mieszankowy.

W systemie ciśnieniowym olej jest czerpany ze zbiornika, pompowany pod ciśnieniem do wszystkich punktów smarowania, po czym spływa z powrotem do zbiornika. W ten sposób w silniku krąży stała ilość oleju. Jednocześnie olej, który wypływa pomiędzy wirujących elementów mechanizmu korbowego (np. z łożysk korbowodowych) jest rozrzucany na wewnętrzne powierzchnie części silnika. Tak, na przykład, są smarowane gładzie cylindrów.

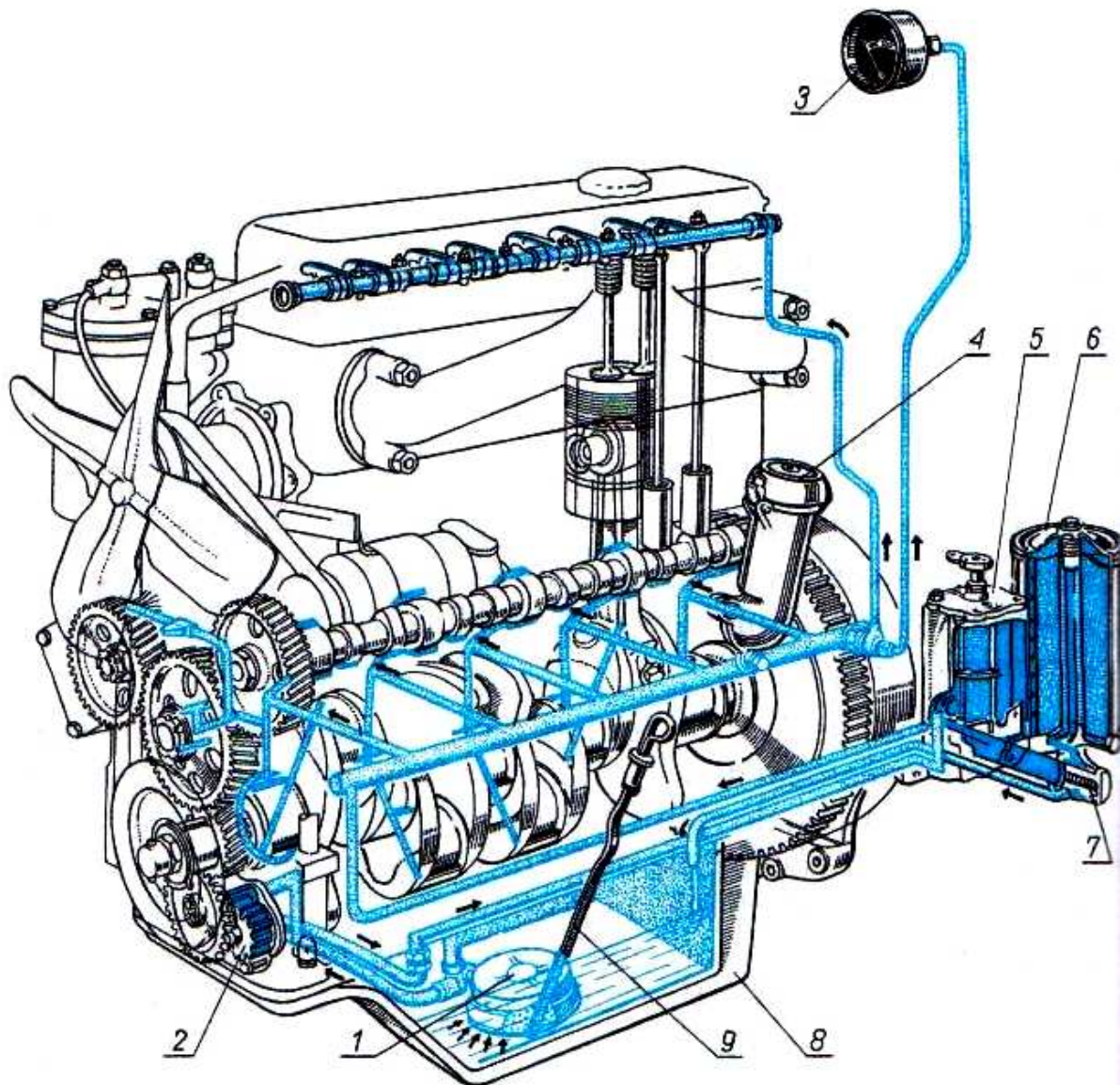
W systemie mieszankowym olej jest rozpuszczany w odpowiedniej proporcji w benzynie. Stosunek ilości benzyny do ilości oleju zawiera się zwykle w granicach 30:1 do 50:1. Rozpylona w powietrzu zasilającym mieszanina benzyny z olejem przepływa w silniku dwusuwowym najpierw przez komorę korbową, smarując łożyska główne i korbowodowe, a następnie do cylindra – smarując gładź cylindrową. W takim systemie olej jest spalany razem z benzyną, musi więc być w sposób ciągły dostarczany do silnika z paliwem. W praktyce olej jest dolewany w odpowiedniej ilości wprost do zbiornika paliwa.

Należy wspomnieć, że w niektórych silnikach dwusuwowych olej jest doprowadzany do punktów smarowania przez ciśnieniowy układ olejenia, ale i w tym przypadku nie wraca do zbiornika oleju, lecz jest spalany.

Olejenie ciśnieniowe

Zasadniczymi elementami ciśnieniowego systemu olejenia, stosowanego w silnikach czterosuwowych, są: zbiornik oleju, zwany miską olejową, pompa oleju, sieć kanałów rozprowadzających olej do punktów smarowania oraz filtry oleju (rys. 54).

Miska olejowa zamyka od dołu kadłub silnika. Jest ona wytłoczona z blachy stalowej lub (niekiedy) odlana ze stopów lekkich. Jej pojemność wynosi od 2,5 dm³ w małych silnikach, do kilkunastu litrów w silnikach dużej mocy.

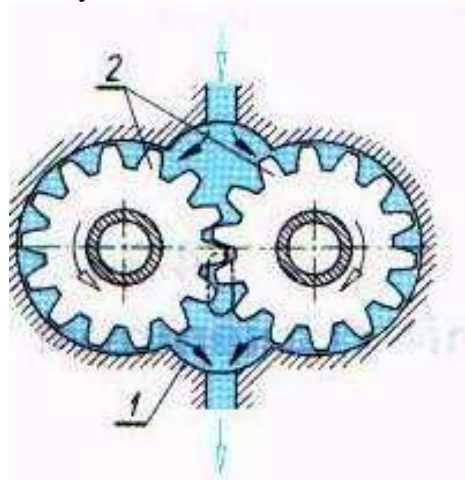


Rys. 54. Układ olejenia silnika: 1) wstępny filtr siatkowy, 2) pompa oleju, 3) manometr, 4) wlew oleju, 5) filtr zgrubnego oczyszczania, 6) filtr dokładnego oczyszczania, 7) zawór ograniczający ciśnienie oleju, 8) miska olejowa, 9) wskaźnik poziomu oleju [7, s. 68].

Pompa oleju wytwarza ciśnienie niezbędne w układzie olejenia. Najpowszechniej są stosowane pompy zębate (rys. 55). Pompa taka składa się z obudowy 7, w której obracają się dwa zazębione ze sobą koła zębate 2. Jedno z tych kół jest napędzane zazwyczaj od wałka rozrządu. Olej, zasysany do komory pompy, napęlnia przestrzeń międzyzębne obracających się kół zębatach i jest w nich przenoszony na drugą stronę, gdzie jest wytłaczany do kanału, prowadzącego olej do dalszych części układu olejenia. Olej ten, znajdujący się pod ciśnieniem, siecią otworów w kadłubie silnika i w wale korbowym płynie do łożysk wału korbowego. Kanały w kadłubie doprowadzają także olej do łożysk wałka rozrządu, do popychaczy zaworów oraz do głowicy. Kanały w głowicy doprowadzają olej do prowadnic zaworowych oraz do dźwigni zaworowych, skąd wycieka on swobodnie spływając z powrotem do miski olejowej. Pokrywająca głowicę szczelna pokrywa głowicy zabezpiecza przed wyciekami oleju na zewnątrz silnika.

Filtry oleju. Krążący w układzie olejenia silnika olej ulega stopniowemu zanieczyszczeniu drobnymi opiłkami metalu, osadem węglowym, powstającym podczas spalania w cylindrach itp. Niezbędne więc jest oczyszczenie oleju, czyli jego filtrowanie.

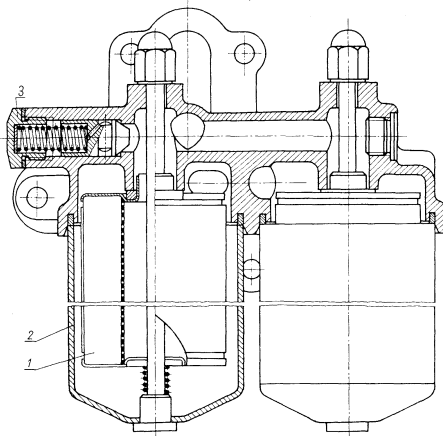
W nowoczesnych silnikach pojazdów samochodowych stosuje się filtry siatkowe, filtry z wymiennymi wkładami oraz filtry odśrodkowe. Filtry siatkowe są stosowane w miejscu zasysania oleju z miski olejowej. Taki filtr jest po prostu siatką drucianą, toteż może zatrzymywać jedynie duże zanieczyszczenia.



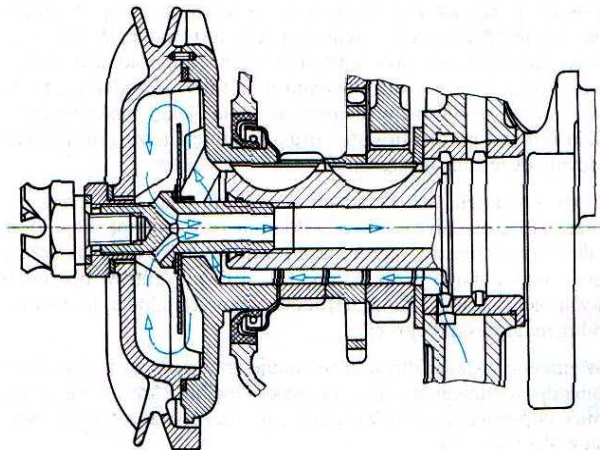
Rys. 55. Zasada działania zębatej pompy oleju: 1) obudowa, 2) koła zębate [7, s. 68].

Filtry z wymiennymi wkładami stosuje się jako filtry szeregowe, przez które przepływa cały olej tłoczony przez pompę oleju, oraz jako filtry bocznikowe, przez które przepływa tylko niewielka część oleju podawanego przez pompę (ok. 10%). Z filtrów bocznikowych olej nie płynie do przewodów olejowych silnika, lecz wraca od razu do miski olejowej.

Wymienne wkłady filtrujące wykonuje się z gęstego płótna, filcu lub odpowiedniego papieru. Tak wykonane filtry szeregowe muszą mieć odpowiednio duże wymiary, gdyż przepływa przez nie wszystek olej (rys. 56).



Rys. 56. Dwukomorowy filtr oleju z wymiennymi wkładami: 1) wkład, 2) pojemnik wkładu, 3) zawór bezpieczeństwa [7, s. 69].



Rys. 57. Odśrodkowy filtr oleju [7, s. 69].

Filtry odśrodkowe są filtrami szeregowymi. Przepływający przez filtr olej zostaje wprawiony w szybki ruch wirowy, dzięki czemu cięższe od oleju cząstki zanieczyszczeń zostają odwirowane. Filtry tego typu wymagają okresowego czyszczenia.

Filtry tego rodzaju mogą być napędzane mechanicznie, np. przez osadzenie na wale korbowym silnika (rys. 57). W innych rozwiązaniach ruch wirujący wkładu (5000–7000 obr/min) wymusza odpowiednio ukierunkowana struga oleju, wpływająca do wnętrza komory filtru pod znacznym ciśnieniem.

Niekiedy spotyka się jeszcze tzw. szczelinowe filtry szeregowo. Wkład filtrujący składa się ze znacznej liczby cienkich, ażurowych elementów, tworzących razem rodzaj gęstego labiryntu, który musi przebyć olej. Zanieczyszczenia oleju pozostają w zwężeniach filtru. Filtry takie są coraz częściej zastępowane filtrami z wkładami wymiennymi.

Olej silnikowy powinien być lepki, smarny i odporny na utlenianie oraz mieć dobre własności antykorozyjne i zmywające. Ze względu na rodzaj użytych w produkcji olejów bazowych rozróżniamy oleje syntetyczne, półsyntetyczne, mineralne.

Łącznie istnieje 12 klas podstawowych: oleje zimowe podzielono na 6 klas i oznaczono literą W 0W, 5W, 10W, 20W, 25W. Im niższa cyfra przed literą W, tym w niższych temperaturach otoczenia może być stosowany olej. Dzieje się tak dlatego, że im niższa lepkość tym bardziej olej jest płynny w niskich temperaturach. Przykładowo, gdy w temperaturze -40 st. C olej 15W zamrznie, olej klasy 0W, 5W utrzymuje płynność nie stawiając dużego oporu podczas startu zimnego silnika. Jednak nie wystarczy zastosowanie oleju o niskiej lepkości, ponieważ oprócz rozruchu zimnego silnika liczy się bardziej jego praca, czyli lepkość oleju w temperaturze 100°C. Dlatego stosujemy oleje wielosezonowe (5W-40, 15W-40), by zapewnić dobry rozruch i właściwą lepkość oleju podczas pracy w ok. 100°C.

Oleje letnie podzielono na 6 klas lepkości 10,20,30,40,50,60 i dla nich ważne są lepkości wysokotemperaturowe, oznaczone w temp. 100°C i pewne własności lepkościowe w 150°C.

Olej silnikowy, który posiada cechy oleju zimowego jak i letniego nazywamy olejem wielosezonowym. Oleje takie oznaczone są podwójną symboliką, np. 15W-40, 10W-40, 5W-50. Obok klasyfikacji lepkościowej istnieje także klasyfikacja jakościowa. Klasa jakości określa własności użytkowe oleju i jego przydatność do smarowania:

- S (Service) – do silników benzynowych.
- C (Commercial) – do silników Diesla.

Klasy olejów oznaczane są za pomocą dwuliterowego kodu:

- SA, SB, SC, SE, SF, SG, SH, SJ, SL, SM.
- CA, CB, CC, CD, CD-II, CE, CF, CF-II, CG-4, CH-4, CI-4.

Najniższą jakość posiadają oleje oznaczone literą A (np. CA, SA), a jakość i nowoczesność oleju rosną w miarę oddalania się od początku alfabetu.

Na przykład symbol 10W-30 oznacza olej silnikowy wielosezonowy, którego lepkość (i gęstość) odpowiada w zimie olejowi 10W, a w lecie olejowi 30. Równie powszechnie są używane oleje silnikowe oznaczone 15W-40 oraz 20W-50.

Obsługa i naprawa układu smarowania silnika

Rozróżniamy obsługę układu smarowania codzienną i okresową. Obsługa codzienna polega na kontroli poziomu oleju w misce olejowej silnika. Poziom oleju zmierzony za pomocą wskaźnika prętowego w nie pracującym silniku powinien zawierać się między kreskami określającymi jego graniczne wartości.

Wskaźnik prętowy jest umieszczony w skrzyni korbowej. Przystępując do pomiaru należy wyciągnąć wskaźnik, wytrzeć go czystą szmatką, włożyć ponownie do skrzyni korbowej i po wyjęciu odczytać poziom oleju.

W czasie pracy kierowca powinien sprawdzać ciśnienie oleju, sygnalizowane przez lampkę kontrolną lub wskazywane przez manometr. Ciśnienie oleju podczas pracy silnika powinno utrzymywać się w granicach przewidzianych instrukcją obsługi, tj. (0,2–0,4 MPa) dla ZI, (0,3–0,6 MPa) dla ZS. Spadek ciśnienia oleju poniżej 0,1 MPa grozi zatarciem silnika.

Obsługa okresowa układu smarowania polega na wymianie oleju oraz czyszczeniu lub wymianie filtrów. Wymiana oleju jest konieczna nawet w przypadku stosowania najlepszych filtrów, gdyż nie sposób powstrzymać procesów starzenia się oleju. Okresy, po których należy wymienić olej, są podawane w instrukcjach obsługi i wynoszą około 10000 km przebiegu pojazdu.

Podczas każdej wymiany oleju należy oczyścić wkłady filtracyjne siatkowe i płytkowe oraz zmienić wymienne wkłady filtra dokładnego oczyszczania.

Wymiany oleju dokonuje się bezpośrednio po zakończeniu pracy silnika, tzn. gdy olej jest rozgrzany. Jeżeli spuszczone z silnika olej nie zawierał dodatków myjących, to układ smarowania napełnia się olejem wrzecionowym do poziomu dolnej kreski wskaźnika prętoowego, po czym uruchamia się silnik. Przez kilka minut silnik powinien pracować ze średnią prędkością obrotową. Zabieg ten ma na celu przepłukanie układu smarowania. Następnie spuszcza się olej wrzecionowy, czyści starannie filtry, płuczając je kilkakrotnie w czystym oleju napędowym lub naftcie, i wlewa do silnika olej zalecany w instrukcji obsługi. Poziom oleju powinien sięgać górnej kreski wskaźnika.

W przypadku stosowania olejów z dodatkami myjącymi (np. typu Selektol Specjał SD IOW/30 lub 20W/40) oraz olejów Superol układu nie trzeba przemywać olejem wrzecionowym. Należy jedynie wymienić olej oraz oczyścić lub wymienić wkłady filtrujące. Należy jednak pamiętać, iż nie wolno mieszać różnych gatunków oleju.

Obsługa okresowa obejmuje również sezonową wymianę oleju. Czynnikiem decydującym o konieczności dokonania wymiany sezonowej jest temperatura krzepnięcia oleju. Oleje silnikowe stosowane latem mają temperaturę krzepnięcia ok. 5°C. Poniżej tej temperatury olej krzepnie całkowicie, ale już w znacznie wyższej gęstnieje na tyle, że nie zapewnia dostatecznego smarowania podczas rozruchu zimnego silnika. Zgęstniały olej zwiększa opory ruchu w układzie korbowym, utrudniając rozruch silnika.

Sezonowa wymiana oleju staje się zbędna w przypadku stosowania olejów wielosezonowych (np. Selektol Specjał SD 10/30 i 20W/40), zawierających dodatki uszlachetniające. Oleje takie ułatwiają rozruch silnika oraz zapewniają dobre warunki smarowania zarówno latem, jak i zimą.

Uszkodzenia układu olejenia, jakkolwiek dość rzadkie, są szczególnie niebezpieczne, gdyż mogą spowodować zatarcie, a w konsekwencji poważne uszkodzenie całego silnika. Do najczęściej spotykanych niedomagań zalicza się: zanieczyszczenie siatki filtrującej, nadmierne zużycie elementów pompy oleju, uszkodzenie zaworu przelewowego pompy, filtrów oleju oraz przewodów i złączy. Objawem wymienionych uszkodzeń jest spadek ciśnienia oleju w układzie, sygnalizowany zapaleniem się lampki kontrolnej lub wskazaniem manometru. W pompie oleju zużywają się koła zębate, wskutek czego powstają luzy między płaszczyznami czołowymi kół zębatach i płaszczyzną pokrywy pompy oraz między wierzchołkami kół zębatach a ścianką obudowy pompy.

Naprawa łożyskowania kół zębatach pompy polega na przeszlifowaniu osi kół na mniejszy wymiar i wymianie tulejek lub na regeneracji osi metodą chromowania lub metalizacji natryskowej i rozwierceniu tulejek. W przypadku nadmiernych osiowych luzów kół naprawa polega na przeszlifowaniu płaszczyzny kadłuba pompy. Jeżeli głębokość kadłuba jest właściwa, a zużyciu uległa jedynie wewnętrzna powierzchnia pokrywy pompy, to jej płaszczyznę należy zeszlifować aż do usunięcia śladów zużycia.

Po naprawie pompę sprawdza się na specjalnym stanowisku, mierząc jej wydajność i ciśnienie oleju. Podczas montażu naprawionej pompy do silnika należy zwrócić uwagę na prawidłowe zazębienie wałka napędu pompy z kołem zębatym na wale rozrządu.

Naprawa nieszczelnych lub zacinających się zaworów polega na ich oczyszczeniu i usunięciu przyczyn zacinań się. Uszkodzone elementy zaworów najczęściej wymienia się na nowe.

Uszkodzone siatki filtrów oraz złącza przewodów należy wymienić na nowe. Prostowanie i lutowanie siatek filtrów oraz uszczelnianie złączy uszczelnkami własnej roboty nie gwarantują sprawności układu.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie jest zadanie układu olejenia silnika?
2. Z jakich elementów składa się układ olejenia silnika?
3. Jakie systemy olejenia stosuje się w silnikach?
4. Jakie są zadania pompy oleju?
5. Jakie są rodzaje filtrów oleju?
6. Jakie są właściwości posiada olej silnikowy?
7. Jakie czynności należą do obsługi codziennej układu olejenia?
8. Dlaczego uszkodzenia układu olejenia są szczególnie niebezpieczne?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj weryfikację filtrów oleju.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dobrać metodę weryfikacji,
- 3) zaplanować kolejność działań,
- 4) wykonać ocenę stanu filtrów,
- 5) zapisać wyniki weryfikacji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- narzędzia pomiarowe,
- filtry o różnym stopniu zużycia,
- dokumentacja techniczna,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Sprawdź poziom oleju w silniku.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) zaplanować kolejność działań,
- 3) wykonać sprawdzenie i ocenić stan oleju,
- 4) zapisać wyniki,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- silnik samochodowy,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Wykonaj obsługę okresową układu olejenia silnika.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) określić zakres obsługi na podstawie danych silnika,
- 3) dobrać narzędzia do wymiany filtrów,
- 4) dobrać narzędzia do wymiany oleju,
- 5) zaplanować kolejność działań,
- 6) wykonać wymianę oleju,
- 7) wykonać wymianę filtrów,
- 8) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dane techniczne silnika,
- narzędzia,
- oleje i filtry,
- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Określ zastosowania i własności oleju oznaczonego 20W-50.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) opisać sposób oznaczania olejów,
- 3) określić znaczenie przedstawionych symboli,
- 4) zapisać znaczenie,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- notatnik,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zweryfikować filtry oleju?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wykonać obsługę okresową układu olejenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozpoznać rodzaje i przeznaczenie oleju?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić budowę pompy oleju?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić działanie filtra odśrodkowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) objaśnić mieszankowy system olejenia silnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

Instrukcja dla ucznia

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 naprawy silników samochodowych. Zadania są wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi:
 - w pytaniach wielokrotnego wyboru zaznacz prawidłową odpowiedź X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Czas trwania testu – 45 minut.
9. Maksymalna liczba punktów, jaką można osiągnąć za poprawne rozwiązanie testu wynosi 20 pkt.

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

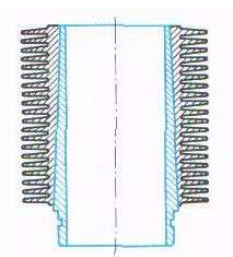
Powodzenia

Materiały dla ucznia:

- instrukcja dla ucznia,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

Zestaw zadań testowych

- Kadłub silnika wykonywany jest jako
 - odlew żeliwny lub aluminiowy.
 - odlew stalowy.
 - konstrukcja skręcana z elementów stalowych.
 - konstrukcja spawana z elementów żeliwnych.
- Tuleje cylindrowe nazywamy mokrymi, jeżeli
 - występuje nieszczelność cylindra.
 - są bezpośrednio otoczone cieczą chłodzącą.
 - nie mają bezpośredniego styku z cieczą chłodzącą.
 - podczas wpływu mieszanki do cylindra.
- Przedstawione na rysunku uźebrowanie ma za zadanie
 - odprowadzanie ciepła w cylindrach chłodzonych cieczą.
 - odprowadzanie ciepła w cylindrach chłodzonych powietrzem.
 - zabezpieczenie cylindra przed uszkodzeniem.
 - doprowadzenie oleju do wszystkich łożysk.
- Działanie olejem mineralnym na przedmiot rozgrzany do temperatury 160°C w celu wykrycia szczelin nazywamy metodą
 - hydrauliczną.
 - pneumatyczną.
 - kapilarną.
 - próżniową.
- Naprawy pęknięcia kadłuba możemy wykonać do
 - 150 mm wzdłuż i 75 mm w poprzek kadłuba.
 - 75 mm wzdłuż i 150 mm w poprzek kadłuba.
 - 50 mm wzdłuż i 175 mm w poprzek kadłuba.
 - 175 mm wzdłuż i 50 mm w poprzek kadłuba.
- Weryfikacji gładzi cylindrów dokonuje się na podstawie
 - oględzin wzrokowych.
 - badania dotykowego.
 - pomiarów średnic cylindrów przy użyciu średnicówki czujnikowej.
 - pomiarów średnic cylindrów przy użyciu suwmiarki.
- Której z wymienionych własności **nie może** mieć materiał, z którego wykonuje się tłoki silnika
 - trudno ścieralny.
 - lekki.
 - dobrze przewodzący ciepło.
 - o dużym współczynniku rozszerzalności cieplnej.



8. Z jakich materiałów odlewane są wały korbowe
 - a) stali stopowej.
 - b) żeliwa szarego.
 - c) żeliwa sferoidalnego.
 - d) aluminium.

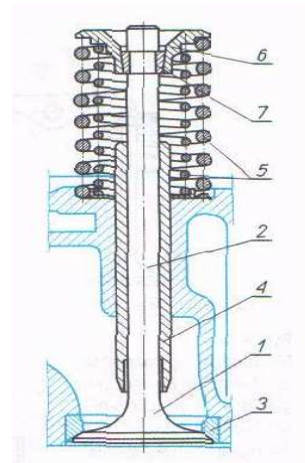
9. Tłoki kwalifikują się do wymiany, jeśli
 - a) nastąpi przedwczesne zużycie rowków pierścieniowych.
 - b) nastąpi przedwczesne zużycie otworu sworznia tłokowego.
 - c) nastąpi nieznacznego zatarcie tłoka w cylindrze.
 - d) nastąpi pęknięcie.

10. Podstawowym warunkiem poprawnej pracy silnika jest
 - a) brak luzu pomiędzy tłokiem a cylindrem.
 - b) duży luz pomiędzy tłokiem a cylindrem.
 - c) właściwy luz pomiędzy tłokiem a cylindrem.
 - d) żaden z powyższych.

11. Usterką wału korbowego, która dyskwalifikuje go do naprawy jest
 - a) drobne rysy i wgniecenia.
 - b) pęknięcia sięgające w głąb warstwy utwardzonej.
 - c) korozja powierzchni.
 - d) ślady zatarcia.

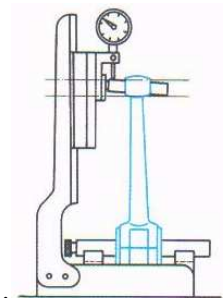
12. Pomiarów odkształceń powierzchni przylegania głowicy do kadłuba wykonujemy za pomocą
 - a) średnicówki.
 - b) szczelinomierza.
 - c) śruby mikrometrycznej.
 - d) suwmiarki.

13. Element zaworu oznaczony na rysunku numerem 1 to
 - a) miseczka.
 - b) gniazdo zaworowe.
 - c) grzybek zaworu.
 - d) prowadnica.



14. Mieszankowy system olejenia stosowany jest w silniku
 - a) czterosuwowym z zapłonem iskrowym.
 - b) czterosuwowym z zapłonem samoczynnym.
 - c) dwusuwowym z zapłonem iskrowym.
 - d) w każdym z silników.

15. Symbol umieszczony na oleju 10W–30 oznacza
- olej silnikowy zimowy, którego lepkość wynosi 10 W i nie stosujemy go latem.
 - olej silnikowy wielosezonowy, którego lepkość odpowiada w zimie olejowi 30, a w lecie olejowi 10 W.
 - olej silnikowy wielosezonowy, którego lepkość odpowiada w zimie olejowi W30, a w lecie olejowi 10.
 - olej silnikowy wielosezonowy, którego lepkość odpowiada w zimie olejowi 10W, a w lecie olejowi 30.
16. Kołkowanie kadłuba jest metodą
- unieruchomienia tłoków w cylindrach.
 - mocowania głowicy.
 - zamykania otworów w celu wykonania próby szczelności.
 - naprawy pęknięcia.
17. Niezbędnymi warunkami prawidłowej obróbki cylindrów jest zachowanie dokładności wytaczania do
- 0,1 mm.
 - 0,05 mm.
 - 0,02 mm.
 - 0,01 mm.
18. Czynność przedstawiona na rysunku to
- prostowanie trzonu korbowodu.
 - rozwiercanie otworu na sworznię tłokowy.
 - rozwiercanie tulei w głowce korbowodu.
 - sprawdzanie równoległości osi otworów w głowce i łbie korbowodu.



19. Element silnika zwany popychaczem jest częścią składową
- kadłuba.
 - układu korbowo-tłokowego.
 - układu rozrzędu.
 - układu olejenia silnika.

20. Zagrożenie zatarciem silnika występuje podczas spadku ciśnienia oleju do wartości
- 0,5 MPa.
 - 0,4 MPa.
 - 0,2 MPa.
 - 0,1 MPa.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie naprawy silników samochodowych

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. Kozłowski M.: Mechanik pojazdów samochodowy cz. 1 Vogel Wrocław 1999
2. Kozłowski M.: Mechanik pojazdów samochodowy cz. 2 Vogel Wrocław 1999
3. Kozłowski M.: Mechanik pojazdów samochodowy cz. 3 Vogel Wrocław 1999
4. Kuczyński Z., Michalak W.: Pracownia samochodowa. WSiP, Warszawa 1992
5. Orzełowski S.: Naprawa i obsługa pojazdów samochodowych WSiP Warszawa 2006
6. Rawski F.: Technologia: Mechanik pojazdów samochodowych WSiP Warszawa 2006
7. Rychter T.: Silniki dwusuwowe pojazdów. WKiŁ, Warszawa 1988
8. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. WKiŁ warszawa 1998
9. Zieliński A.: Konstrukcja nadwozi samochodów osobowych i pochodnych. WKiŁ, Warszawa 1998