|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Metryczka** | **Opis/Treść** | **Uwagi** |
| Tytuł kursu: | Zasady diagnozowania pojazdów samochodowych |  |
| Tytuł modułu: | Diagnostyka silników pojazdów samochodowych |  |
| Symbol skryptu | 2.0\_ZDPS\_tresc.docx |  |

1. **Diagnostyka bezprzyrządowa silnika**

Oględziny zewnętrzne silnika oraz badania wykonywane bez użycia specjalistycznych przyrządów, nazywa się diagnostyką bezprzyrządową . Daje ona nam możliwość oceny kompletności silnika, a także wykrycia usterek regulacyjnych czy zużycia układów i mechanizmów wewnętrznych.

Do najczęstszej metody diagnostyki bezobsługowej należy osłuchiwanie silnika. Na podstawie analizy dźwięków, które towarzyszą pracy silnika można wyciągnąć wnioski odnośnie stopnia zużycia poszczególnych zespołów silnika, głównie elementów mechanizmu rozrządu i układu tłokowo-korbowego. Silnik osłuchuje się w normalnych warunkach pracy silnika, tj. po jego nagrzaniu do temperatury pracy (około 80⁰C). Osłuchiwanie silnika przeprowadza się z użyciem specjalnego stetoskopu (rys. 2.1.), najczęściej metalowo – drewnianego, a obecnie coraz powszechniej z przetwornikiem elektronicznym.

Rys. 2.1. Stetoskop metalowo – drewniany: 1 – pręt metalowy z łącznikami gwintowanymi, 2 – drewniany pręt środkowy z gwintowanymi końcówkami, 3 – przykładana do ucha metalowa puszka rezonująca

**

*Żródło: Kubiak P., Zalewski M., Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2012.*

Różne rodzaje zużyć lub uszkodzeń powodują powstawanie charakterystycznych odgłosów. Niekiedy dźwięki te nakładają się na siebie uniemożliwiając prawidłową lokalizację elementów uszkodzonych, czasami dochodzą do tego dźwięki od innych elementów, np. zużytych łożysk alternatora. Dlatego też wnioskowanie o stanie technicznym silnika na podstawie osłuchiwania wymaga znacznego doświadczenia i wprawy. Obszary, które należy poddać osłuchaniu w silniku wymieniono poniżej w podpunktach:

- obszar zaworów,

- obszar cylindrów,

- obszar łożysk wałka rozrządu,

- obszar przekładni napędu rozrządu,

- obszar łożysk wału korbowego,

 - obszar pompy cieczy.

Poglądowo są one zaznaczone na poniższym rysunku:

Rys. 2.2. Obszary osłuchiwania silnika: 1 – obszar zaworów, 2 – obszar cylindrów, 3 – obszar łożysk wałka rozrządu, 4 – obszar przekładni napędu rozrządu, 5 – obszar łożysk wału korbowego, 6 – obszar pompy cieczy chłodzącej

**

*Żródło: Kubiak P., Zalewski M., Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2012.*

Wskazane jest, aby silnik pracujący na biegu jałowym generował równomierny, stłumiony szmer. Świadczy to o prawidłowej pracy silnika i jego podzespołów. Dźwięki nierównomierne, metaliczne lub świszczące świadczą o zużyciu lub awarii elementów. Poniżej podane są przykładowe dźwięki w poszczególnych obszarach osłuchiwania silnika:

1. Obszar zaworów i dźwigni:
* Regularny, cichy stuk – świadczyć może o nadmiernych luzach zaworów lub luzie tulei dźwigni zaworów,
* Lekkie trzaskanie – świadczyć może o pękniętej sprężynie zaworowej.
1. Obszar cylindrów:
* Nieregularne uderzenia, nasilające się zwłaszcza przy zwiększaniu prędkości obrotowej silnika – zastosowane zostało paliwo o zbyt małej liczbie oktanowej, lub ustawiony jest zbyt duży kąt wyprzedzenia zapłonu. Możliwe jest również zanieczyszczenie komory spalania nagarem – spalanie detonacyjne paliwa.
* Metaliczne, dźwięczne stuki nasilające się podczas zwiększania prędkości obrotowej silnika oraz obciążeniu silnika – nadmierne luzy w połączeniu tłok – sworzeń tłokowy – korbowód. Aby uzyskać pewność diagnozy należy wyłączyć zapłon na danym cylindrze i ponownie osłuchać ten rejon. Jeżeli dźwięki ucichną, mamy pewność o trafnie postawionej diagnozie.
* Przytłumione trzaski występujące zwłaszcza podczas zmiany prędkości obrotowej silnika – uszkodzone (pęknięte) pierścienie tłokowe.
* Metaliczne przytłumione klepanie – zużycie głodzi cylindra, powstały znaczne luzy w tym rejonie.
1. Obszar wałka rozrządu:
* Przy prędkości obrotowej biegu jałowego przytłumiony stuk, przy zwiększaniu prędkości obrotowej głośny grzechot – nadmierne zużycie łożysk wałka rozrządu, ewentualnie popychaczy zaworów.
1. Napęd rozrządu:
* Głośny szum, wycie, rzężenie lub okresowe stuki – zużycie kół łańcuchowych lub nadmierna długość łańcucha rozrządu i jego obcieranie o obudowę. Możliwy również wyłamany ząb koła napędu rozrządu.
1. Łożyska wału korbowego:
* Głośny stuk, zwiększający się przy gwałtownym zwiększaniu prędkości obrotowej – nadmierne luzy w łożyskach korbowodowych,
* Głośny stuk lub dudnienie, zwiększający się przy gwałtownym zwiększaniu prędkości obrotowej, dobrze słyszalny przez otwarty wlew oleju do silnika – nadmierne luzy w łożyskach głównych silnika,
* Metaliczny, nieregularny stuk, słyszany zwłaszcza od strony sprzęgła – nadmierny luz w łożysku wyciskowym sprzęgła.
1. Obszar alternatora i pompy cieczy chłodzącej – grzechotanie, stuki, piski: zużycie łożysk alternatora lub pompy cieczy chłodzącej.

Kolejnym etapem badania silnika jest kontrola jego działania. Sprowadza się ona do oceny możliwości i sposobu uruchomienia silnika oraz ocenie równomierności biegu silnika w zakresie użytecznych prędkości obrotowych, a także możliwości płynnej zmiany tej prędkości.

*Próba rozruchu*

Ocena podatności silnika na uruchomienie obejmuje dwie próby: pierwszą prowadzoną dla silnika zimnego oraz drugą – prowadzoną dla silnika nagrzanego do temperatury normalnej eksploatacji.

Wykonując próbę uruchomienia silnika nienagrzanego należy rozpocząć od obserwacji wskazań przyrządów na tablicy kontrolnej kierowcy po wyłączeniu zapłonu. Powinny zaświecić się przede wszystkim: kontrolka ciśnienia oleju, kontrolka ładowania akumulatora. Dodatkowo powinien wskazywać stan paliwa wskaźnik poziomu paliwa. W przypadku silnika z ZS powinna zgasnąć lampka kontrolna świec żarowych (świadczy to o wstępnym podgrzaniu powietrza w komorze spalania. Po około 10÷15 s obserwacji należy przystąpić do próby uruchomienia silnika, który powinien rozpocząć pracę już podczas pierwszej próby uruchomienia, trwającej nie dłużej niż około 10s. Sprawny technicznie nienagrzany silnik powinien rozpocząć pracę już pierwszej próbie uruchomienia. Jeżeli jednak przy pierwszej próbie silnika nie udaje się uruchomić należy ponowić próbę uruchomienia zachowując przerwę między próbami około 20 sekund. Jeśli i druga próba nie przyniesie efektu należy ponownie odczekać około 20 sekund i ponowić próbę po raz trzeci . W przypadku, gdy i ta próba nie przyniesie pozytywnego efektu – należy zaprzestać kolejnych prób, należy poszukać źródła problemu (np. rozładowany akumulator, zbyt mała prędkość obrotowa wywoływana przez rozrusznik, brak iskry na świecach zapłonowych – silnik z ZI, niewłaściwa praca świec żarowych – silnik z ZS, wadliwie działający układ paliwowy itp.).

Drugą część próby rozruchu silnika wykonuje się po osiągnięciu przez ciecz chłodzącą silnika normalnej temperatury eksploatacyjnej (około 95⁰C). Podczas wykonywania tej próby silnik powinien każdorazowo rozpoczynać pracę natychmiast po rozpoczęciu próby rozruchu. Konieczność długotrwałego włączania rozrusznika, wzbogacania mieszanki poprzez wciskanie pedału przyspieszenia itp. wskazują na nieprawidłową regulację silnika i układu zasilania.

*Sprawdzenie równomierności biegu silnika oraz zdolność do zmian prędkości obrotowej.*

Po wykonaniu próby rozruchu silnika nienagrzanego, już po uruchomieniu silnika pozostawia się go na biegu jałowym i obserwuje wskazania wskaźników na tablicy kontrolnej kierowcy: temperatury, ciśnienia oleju, ładowania akumulatora. Temperatura silnika powinna powoli rosnąć, lampka ciśnienia oleju oraz ładowania akumulatora powinny zgasnąć.

Po upływie kilku minut pracy silnika na biegu jałowym należy stopniowo zwiększyć prędkość obrotową silnika do jej wartości średniej, a potem nieco poniżej prędkości maksymalnej. Jednocześnie w tych zakresach prędkości obrotowej utrzymywać silnik przez czas około 1÷2 minut i każdorazowo zwracać uwagę na równomierność jego pracy. Nie powinno następować zjawisko spadku obrotów lub szarpania czy przerywania pracy silnika.

Po przeprowadzeniu powyżej opisanej próby należy kilkakrotnie gwałtownie przyciskając i puszczając pedał przyspieszenia sprawdzić zachowanie silnika na szybkie zmiany prędkości obrotowej silnika. Zmiany prędkości powinny przebiegać płynnie i nie powinny być słyszalne żadne metaliczne stuki. Jeżeli stuki takie są słyszalne w pierwszej fazie przyspieszania i po chwili zanikają - wskazuje to na właściwe ustawienie zapłonu. Jeżeli natomiast będzie można zaobserwować inne zaburzenia w działaniu silnika np. dławienie się, „strzelanie w tłumik”, przerywana praca, głośne stuki narastające przy zwiększaniu prędkości obrotowej i gwałtownym jej obniżaniu itp. wówczas należy przeprowadzić dalsze badania z użyciem specjalistycznych przyrządów, ponieważ wskazują na niedomagania silnika.

*Ocena przebiegu spalania mieszanki na podstawie oceny wzrokowej świec zapłonowych (silniki z ZI)*

Informacje dotyczące tego zagadnienia można znaleźć wchodząc na strony, do których linki znajduje się poniżej:

[http://www.iskra-kielce.pl/eksploatacja-swiec-,3434.html](http://www.iskra-kielce.pl/eksploatacja-swiec-%2C3434.html)

<http://www.tiger.gsi.pl/swieceTEKST.html>

1. **Diagnostyka układu chłodzenia silnika**

Układ chłodzenia silnika spełnia bardzo ważną rolę, zatem od jego poprawnego działania zależy zatem prawidłowa praca pozostałych układów silnika. Ze względu na zastosowanie w przeważającej większości samochodów cieczowego układu chłodzenia silnika dalszemu omówieniu zostanie poddany taki właśnie układ.

1. Kontrola płynu chłodzącego
* Ilość płynu chłodzącego sprawdza się odczytując jego poziom na zbiorniczku wyrównawczym. Jego stan powinien być powyżej oznaczenia „minimum”, a poniżej „maksimum”.
* Stan płynu chłodzącego można sprawdzić badając temperaturę krzepnięcia i wrzenia płynu.

Pomiar gęstości cieczy można wykonać za pomocą glikomatu (rys. 2.3), działającego na zasadzie aerometru.

Rys. 2.3. Glikomat



*Źródło: Trzeciak K., Diagnostyka samochodów osobowych, WKiŁ, Warszawa 2005.*

Aby przeprowadzić pomiar należy zassać ciecz ze zbiornika wyrównawczego pływak, a następnie na skali przyrządu odczytać temperaturę krzepnięcia cieczy. Druga metoda pomiaru gęstości cieczy polega na użyciu do badania refraktometru (rys. 2.4).

Rys. 2.4. Refraktometr (a) oraz obraz widziany w okularze (b). 2 – linia graniczna między polami wyznacza na skali odporność na zamarzanie płynu , A, B, C – skale dla cieczy

**

*Żródło: Trzeciak K., Diagnostyka samochodów osobowych, WKiŁ, Warszawa 2005.*

 W tej metodzie wykorzystuje się związek między stężeniem glikolu w płynie, a współczynnikiem załamania światła. Aby zbadać temperaturę na pryzmat przyrządu nanosi się kroplę badanego płynu i obserwuje w okularze, gdzie przebiega granica między polami jasnym i ciemnym. Linia między tymi polami wskazuje temperaturę krzepnięcia płynu. Ważna również jest klarowność płynu – nie może on być mętny lub zanieczyszczony olejem silnikowym.

* Płyn należy wymieniać po upływie czasu podanym przez producenta, ponieważ po upływie tego czasu starzeje się on i traci swoje parametry.
1. Kontrola szczelności układu
* Oględziny zewnętrzne całego układu daje możliwość zdiagnozowana nieszczelności układu. Należy również zwrócić uwagę na pojawiające się pęknięcia przewodów gumowych, a w przypadku stwierdzenia pęknięć – przewód wymienić na nowy.
* Test szczelności układu – można go przeprowadzić stosując specjalną pompkę z manometrem (rys. 2.5).

Rys. 2.5. Próbnik ciśnienia układu chłodzenia



*Żródło: Kubiak P., Zalewski M., Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2012.*

* W miejsce korka na zbiorniczku wyrównawczym należy nakręcić końcówkę przyrządu, a następnie zwiększyć pompką ciśnienie w układzie do około 0,1 – 0,2 MPa. Przez czas około 2 minut ciśnienie takie powinno się utrzymywać na niezmienionym poziomie, a w przypadku jego spadku uzyskujemy informację diagnostyczną o nieszczelności układu.
1. Badanie sprawności termostatu

Termostat ma za zadanie kierowanie cieczy do odpowiedniego układu. Od jego sprawności zależy więc poprawna praca całego układu chłodzenia silnika. Objawem uszkodzenia termostatu jest przegrzewanie się silnika, zbyt długi czas nagrzewania silnika, trudność w osiągnięciu przez silnik normalnej temperatury eksploatacyjnej.

Kontrola termostatu polega na sprawdzeniu, czy w określonej temperaturze (podanej na obudowie termostatu) termostat otworzył się. W celu przeprowadzenia takiego badania należy umieścić termostat w naczyniu z wodą. Następnie należy ogrzewać wodę i obserwować zachowanie termostatu – jeżeli zawór ten otwiera się w okolicach 75 – 85 ⁰C, to oznacza że jest on sprawny, przy czym pełne jego otwarcie musi być osiągnięte przy temperaturze podanej na jego obudowie.

1. Sprawdzenie chłodnicy

Kontrola chłodnicy polega głównie na ocenie wzrokowej jej stanu. Dokonując jej sprawdzenia należy przede wszystkim sprawdzić jej szczelność. Nie mogą pojawiać się żadne oznaki wycieków płynu chłodzącego. Istotne również jest, aby chłodnica nie była zabrudzona lub zapchana np. owadami czy błotem, gdyż pogarsza to możliwości chłodzenia silnika. Należy zatem na bieżąco sprawdzać jej czystość, a w miarę potrzeby usuwać zanieczyszczenia, zachowując szczególną ostrożność przy jej czyszczeniu, gdyż jest ona bardzo podatna na uszkodzenia. Zaleca się również okresowo co kilka lat przeprowadzać płukanie chłodnicy, w celu usunięcia z jej wnętrza pojawiających się osadów pochodzących z płynu chłodzącego.

W przypadku stosowania zamiast płynu chłodzącego wody lub płynu, który uległ nadmiernemu rozcieńczeniu możliwe jest osadzanie się wewnątrz chłodnicy kamienia. Jest to bardzo niekorzystne, gdyż powoduje pogorszenie warunków pracy chłodnicy, a zarazem obniżenie sprawności układu chłodzenia. Chłodnicę taką można przepłukać stosując odpowiednie środki usuwające nagromadzony we wnętrzu chłodnicy kamień.

1. Sprawdzenie pompy cieczy chłodzącej

Kontrolę pompy cieczy chłodzącej rozpocząć należy od sprawdzenia naciągnięcia paska klinowego ją napędzającego. Następnie sprawdzić należy szczelność pompy obserwując czy nie ma z niej wycieków płynu chłodzącego. Mogą one być spowodowane rozszczelnieniem pompy, zużyciem elementów uszczelniających lub zastosowaniem niewłaściwej cieczy chłodzącej. Inną niesprawnością pompy jest uszkodzenie łożyska wirnika. Objawia się ona hałaśliwą pracą pompy lub trudnością w obrocie wirnikiem pompy

1. Sprawdzenie włączania się wentylatora chłodnicy

Kontrola włączenia wentylatora chłodnicy polega na nagrzewaniu silnika i obserwowaniu momentu włączenia wentylatora. Powinno to nastąpić po przekroczeniu 100⁰C (moment uruchomienia określany jest indywidualnie przez każdego producenta pojazdu) i trwać do momentu schłodzenia silnika do około 90-95⁰C.

1. **Diagnostyka układu smarowania silnika**
2. Sprawdzenie poziomu oleju

Wykonuje się je za pomocą wskaźnika oleju tzw. bagnetu. Należy wyjąć wskaźnik, wytrzeć szmatką, następnie włożyć do otworu w kadłubie silnika. Po krótkiej chwili należy ponownie wskaźnik wyjąć i sprawdzić stan oleju. Powinien on mieścić się pomiędzy napisami min i max. Podczas tego pomiaru należy zadbać o to, aby pojazd znajdował się na równej, poziomej powierzchni, a od chwili unieruchomienia silnika minął pewien okres czasu (olej musi ściec do miski olejowej).

1. Sprawdzenie jakości oleju

Należy skontrolować przede wszystkim barwę oleju. Ciemna barwa świadczy o długim okresie jego użytkowania. Ważny jest również zapach oleju – wyczuwalne spaliny, to sygnał, iż do skrzyni korbowej one się przedostają, co przyspiesza proces starzenia oleju. Nie powinna być również wyczuwalna woń paliwa, gdyż świadczyć to będzie o przedostawaniu się jego do skrzyni korbowej. Niedopuszczalne jest również, aby podczas rozcierania między palcami kropli oleju dało się wyczuć drobne zanieczyszczenia lub niewielkie opiłki metali.

1. Sprawdzenie szczelności układu

Należy sprawdzić bardzo dokładnie, czy nie pojawiły się wycieki oleju. Kontroli powinny w szczególności podlegać miejsca: korek spustowy w misce olejowej, uszczelki miski olejowej, filtra oleju, pokrywy zaworów, czujnika ciśnienia oleju.

1. Kontrola ciśnienia oleju

Przeprowadza się ją na stanowisku diagnostycznym używając manometr o zakresie pomiarowym do 1 MPa z odpowiednią końcówką przyłączeniową (rys. 2.6).

Rys. 2.6. Schemat podłączenia czujnika ciśnienia oleju: 1 – manometr, 2 – lampka kontrolna, 3 – czujnik ciśnienia oleju, 4 – końcówka gwintowana, 5 – przewody elastyczne



*Żródło: Kubiak P., Zalewski M., Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2012.*

Wykręcić należy czujnik ciśnienia oleju, a w jego miejsce wkręcić końcówkę pomiarową. Po uruchomieniu silnika i nagrzaniu go do temperatury pracy należy obserwować wskazania manometru. Pomiar należy przeprowadzać na biegu jałowym oraz przy zwiększonej prędkości obrotowej silnika. Otrzymane wyniki należy porównać z danymi producenta.

1. **Diagnostyka układu wylotowego**

Diagnostyku układu wylotowego sprowadza się przede wszystkim do określenia stanu technicznego poszczególnych elementów. Niedopuszczalne jest, aby którykolwiek z elementów był skorodowany lub nieszczelny (np. dziurawy). Ważne jest również, aby wszystkie elementy układu były połączone ze sobą w sposób trwały i pewny. Elementy gumowe zawieszenia tłumików nie powinny posiadać cech zużycia.

1. **Weryfikacja elementów układu korbowo-tłokowego silnika**

Przed przystąpieniem do weryfikacji każdej części silnika z osobna należy dokonać pomiaru ciśnienia sprężania. Wynik tej próby pozwala ustalić, które elementy uległy nadmiernemu zużyciu. Przed przystąpieniem do przeprowadzenia pomiaru ciśnienia sprężania należy wykonać czynności przygotowujące silnik podane poniżej:

1. rozgrzać silnik do temperatury co najmniej 70 ⁰C. Dzięki temu pomiar będzie odzwierciedlał parametry silnika jak przy normalnej pracy. Przeprowadzenie pomiaru na silniku nienagrzanym powoduje, iż silnik będzie wykazywał dużo gorsze parametry ze względu na zbyt duże luzy między tłokiem, a cylindrem).
2. Należy odłączyć układ zapłonowy (w przypadku silnika z zapłonem iskrowym).
3. Należy uniemożliwić dopływ paliwa do cylindra.
4. Sprawdzić i ewentualnie wyregulować luzy zaworowe.
5. Sprawdzić stan naładowania akumulatora (ewentualnie doładować akumulator).

 Technika wykonywania pomiaru:

1. całkowicie otworzyć przepustnicę w celu uzyskania lepszego napełnienia cylindrów. Można skorzystać z pomocy drugiej osoby, która wciśnie do oporu pedał przyspieszenia, lub wykonać tę czynność za pomocą specjalnej blokady.
2. przygotować przyrząd do pomiaru. Najczęściej używa się sterowanego próbnika ciśnienia sprężania (rys. 2.7) dobranego odpowiednio do typu silnika (z zapłonem iskrowym lub z zapłonem samoczynnym). Należy dobrać i wkręcić do przyrządu odpowiednio zakończony typ końcówki pomiarowej (sztywna lub giętka), następnie założyć tarczkę, na której będzie notowane ciśnienie sprężania poszczególnych cylindrów, nacisnąć iglicę zaworka odpowietrzającego, która znajduje się w końcówce przyrządu. Podłączyć przyrząd do układu zasilania pojazdu zgodnie z instrukcją obsługi.

Rys. 2.7. Próbnik ciśnienia sprężania: 1 – rejestrator samopiszący, 2 – uchwyt próbnika z wyłącznikiem, 3 – odpowietrznik, 4 – szybkozłączka do mocowania adapterów i elementów połączeniowych



*Źródło: Zając P., Silniki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2010.*

1. końcówkę próbnika wcisnąć w otwór świecy zapłonowej lub wkręcić w otwór wtryskiwacza. Zwracać należy szczególną uwagę na zachowanie szczelności połączenia, gdyż słyszalne przedmuchy świadczą o nieszczelności, a zarazem wpływają na nieprawidłowy wynik pomiaru.
2. za pomocą spustu włączyć rozruszniki i utrzymywać włączony rozrusznik tak długo, aż wskazówka próbnika nie przestanie się przesuwać. Podczas pomiaru wał korbowy silnika powinien obracać się z prędkością około 100 obr/min.
3. po wyłączeniu rozrusznika należy zdemontować końcówkę próbnika z badanego cylindra, odpowietrzyć za pomocą iglicy przyrząd, przesunąć tarczkę próbnika na kolejną pozycję, zamontować końcówkę na kolejnym cylindrze, zamontować końcówkę próbnika na kolejnym cylindrze.
4. Przeprowadzić pomiar jak poprzednio. Na wszystkich cylindrach.

Wyniki takiego pomiaru należy interpretować następująco:

1. różnica ciśnień pomiędzy poszczególnymi cylindrami nie powinna być większa niż 15 – 20 % w porównaniu z wartościami nominalnymi podawanymi przez producenta;
2. Różnica ciśnień pomiędzy poszczególnymi cylindrami nie powinna być większa niż 10% w odniesieniu do najwyższej odczytanej wartości ciśnienia.

W przypadku stwierdzenia, iż wyniki pomiarów odbiegają od podanych wyżej warunków można wnioskować, iż poszczególne elementy układów silnika (pierścienie tłokowe, cylindry, zawory i gniazda zaworowe) uległy znacznemu zużyciu.

Aby dokładniej określić miejsca nieszczelności zaleca się przeprowadzenie tzw. „próby olejowej”. Polega ona na tym, że do cylindrów na których stwierdzono zbyt niskie ciśnienie należy wstrzyknąć niewielką ilość oleju silnikowego (około 10 cm3). Następnie należy przysłonić otwór, którym wlaliśmy olej (otwór świecy zapłonowej lub wtryskiwacza) i wykonać kilka obrotów wałem korbowym silnika. Ma to na celu rozprowadzenie oleju po wnętrzu cylindra. Następnie należy ponownie zmierzyć ciśnienie sprężania dla danego cylindra. Jeżeli wynik takiego pomiaru zbliży się do wartości nominalnej to uzyskujemy informację, iż nieszczelność występuje w obrębie pierścieni tłokowych, tłoka i cylindra. Jeżeli natomiast wartość ciśnienia nie ulegnie zmianie, w porównaniu do pierwszego pomiaru, wówczas mamy do czynienia z nieszczelnościami w obrębie zaworów i ich gniazd. W przypadku, gdy zaobserwujemy nieznaczny wzrost ciśnienia, wówczas diagnozujemy nieszczelności zaworów i pierścieni tłokowych. Również taki sam objaw nieznacznej poprawy ciśnienia sprężania daje uszkodzona uszczelka pod głowicą.

Należ również przeprowadzić **pomiar szczelności cylindrów**, co pozwoli nam ustalić stan techniczny elementów silnika, zanim rozpoczniemy weryfikację poszczególnych elementów silnika.

Więcej informacji na temat przeprowadzania pomiaru szczelności cylindrów można znaleźć na następującej stronie: <http://www.zss.lublin.pl/html/motor/13.3%20Pomiar%20szczelnosci%20cylindrow.pdf>

 **Pomiar zużycia cylindra**

Pomiary mikrometryczne cylindra są bardzo istotne, bowiem ich wyniki decydują o zakwalifikowaniu cylindra do naprawy. Średnicę cylindra mierzy się używając czujnika do otworów - tzw. średnicówki (rys. 2.8). Czujnik taki składa się ze wskaźnika osadzonego na długim uchwycie zakończonym osadzonymi poprzecznie trzpieniami. Jeden z trzpieni jest ruchomy w zakresie kilku milimetrów i wypychany przez sprężynę, poprzez układ dźwigni działa on na wskaźnik wskazujący odchylenie od wartości nominalnej ustawionej na średnicówce. Drugi trzpień osadzony na stałe w uchwycie jest elementem wymiennym i dobieranym zależnie od średnicy mierzonego cylindra.

Rys. 2.8. Sposób pomiaru średnicy cylindra



*Źródło: Zając P., Silniki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2010.*

W celu zmierzenia średnicy cylindra należy do oprawy czujnika założyć trzpień odpowiedniej wielkości, a następnie wyzerować czujnik. Można w tym celu umieścić go w mikrometrze ustawionym dokładnie na nominalną wielkość średnicy cylindra, lub posłużyć się specjalną oprawką z stosem płytek wzorcowych o odpowiednim wymiarze.

Pomiar zużycia cylindra przeprowadza się w następujący sposób: wprowadzamy czujnik ostrożnie do otworu cylindra opierając najpierw o gładź cylindrową trzpień ruchomy, a po delikatnym przyciśnięciu go, tak aby można było włożyć pozostałą część - również trzpień nieruchomy, na głębokość powyżej widocznego miejsca pracy pierścieni tłokowych (rys. 2.9).

Rys. 2.9. Miejsca pomiaru średnicy cylindra



*Źródło: Zając P., Silniki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2010*

 Trzpienie czujnika należy ustawić w cylindrze najpierw w płaszczyźnie prostopadłej do osi wału korbowego i wykonując czujnikiem parę ruchów wahadłowych w jedną i drugą stronę, należy odczytać wartość największego wychylenia wskazówki czujnika. Odczytana wartość jest odchyłką w setnych częściach milimetra od średnicy nominalnej, na którą był nastawiony czujnik (jest to zużycie cylindra). Następnie należy obrócić cały czujnik o 90 stopni i ponownie wykonać pomiar. Będzie to pomiar, dzięki któremu możemy określić owalizację tulei. Następnie czujnik przesuwamy wzdłuż tulei do miejsca położenia pierścienia tłokowego, gdy tłok znajduje się w ZZ (zwrocie zewnętrznym). Również i tu przeprowadzamy pomiar dwukrotnie: prostopadle, a następnie wzdłuż osi wału korbowego. Kolejne pomiary przeprowadzamy w okolicy połowy wysokości cylindra i w okolicach dolnej krawędzi cylindra. Każdorazowo należy notować wyniki pomiaru, a następnie porównać je z danymi producenta celem określenia wymiaru naprawczego tulei. Tuleja cylindrowa przed pomiarami powinna być poddana oględzinom, gdyż głębokie rysy czy pęknięcia dyskwalifikują ją z dalszej eksploatacji.

**Weryfikacja tłoków**

Tłoki silnika spalinowego należy oczyścić, a następnie dokładnie obejrzeć. Zwracać należy szczególną uwagę na rysy wzdłużne, które świadczyć będą o zacieraniu tłoka w cylindrze. Niedopuszczalne są pęknięcia tłoka, wypalenie denka tłoka. Należy również dokonać pomiaru średnicy tłoka i wyniki porównać z wartościami podanymi przez producenta. Kolejnym etapem weryfikacji tłoka jest zmierzenie luzu w rowkach pierścieni tłokowych (rys. 2.10). W tym celu należy rowki pierścieni oczyścić, następnie włożyć pierścień w rowek i za pomocą szczelinomierza określić wartość luzu. Wynik należy porównać z danymi producenta.

Rys. 2.10. Sprawdzenie luzu pierścienia tłokowego w rowku tłoka [3]

*Źródło: Zając P., Silniki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2010*

**Weryfikacja pierścieni tłokowych**

Pierścień tłokowy należy włożyć w tuleję cylindrową, a następnie za pomocą szczelinomierza określić luz w zamku pierścienia. Luz ten powinien odpowiadać wartości podanej przez producenta.

**Weryfikacja sworzni tłokowych**

Sworzeń tłokowy, który osadzony jest w sposób „pływający”, tj. z luzem w piastach tłoka i w główce korbowodu podlega weryfikacji ze względu na wartość tegoż luzu. Aby go określić należy zmierzyć z użyciem mikrometru średnicę sworznia oraz średnicę otworu w piaście tłoka. Wyniki należy porównać z danymi producenta.

**Weryfikacja korbowodów**

Korbowody ze względu na charakter pracy najczęściej ulegają skrzywieniu (rys. 2.11). Należy zatem z pomocą odpowiedniego przyrządu wykonać pomiar równoległości otworów w główce korbowodu oraz w stopie korbowodu. Odkształcenie trzonu korbowodu nie powinno przekraczać 0,1 mm.

Rys. 2.11. Sprawdzenie zwichrowania korbowodu w specjalnym przyrządzie: 1 – tłok i korbowód, 2 – element mocujący, 3 – mechanizm przesuwu, 4 – sprawdzian kątowy



*Źródło: Zając P., Silniki pojazdów samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2010*

W korowodzie sprawdzić należy również, czy odkształceniu nie uległy otwory. Pomiar średnic główki korbowodu i stopy korbowodu przeprowadza się używając średnicówki mikrometrycznej. Dopuszczalne zużycie określa producent

Sprawdzenie korbowodów polega również na porównaniu wagi wszystkich korbowodów z danego silnika. Różnica masy między poszczególnymi korbowodami nie powinna przekroczyć 10g, gdyż ma to wpływ na wyrównoważenie układu.

**Weryfikacja wałów korbowych**

Weryfikację wałów korbowych należy wykonać wg instrukcji naprawy samochodu i podanych niżej wskazówek.

Pęknięcia wału korbowego mogą występować wewnątrz jego materiału lub na jego powierzchni. W pierwszym przypadku ich wykrycie jest możliwe jedynie przy użyciu defektoskopów ultradźwiękowych lub metodą magnetyczną. Ponieważ są to urządzenia drogie i skomplikowane, w warsztatach naprawczych tego rodzaju badania wałów są stosowane bardzo rzadko. Wykrycie pęknięć zewnętrznych jest łatwiejsze, gdyż niejednokrotnie daje się je zauważyć podczas oględzin przez lupę lub przy zastosowaniu metody kapilarnej lub fluorescencyjnej.

Zużycie czopów głównych i korbowodowych określa się przez pomiar ich średnic za pomocą mikrometru. Pomiary należy wykonać przynajmniej w dwóch przekrojach i dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach. Umożliwia to zarówno określenie zmniejszenia średnicy czopa, jak i odchyłek kształtu (stożkowość, baryłkowość, owalność). Wymiar naprawczy czopa określa się w zależności od najmniejszego stwierdzonego wymiaru.

Luz między czopami a łożyskami określa się mierząc średnicę czopa za pomocą mikrometru i wewnętrzną średnicę panewki włożonej w korbowód za pomocą średnicówki. Należy przy tym pamiętać, że śruby korbowodowe powinny być dokręcone momentem zalecanym przez fabryczną instrukcję naprawy. Różnica tych wymiarów stanowi wartość luzu.

Niewspółosiowość czopów głównych i skręcenie wału wykrywa się za pomocą czujnika po ułożeniu wału na pryzmach ustawionych na płycie traserskiej. Nóżkę czujnika opiera się na powierzchni czopa i obracając wałem obserwuje się wychylenia wskazówki. Po odjęciu od różnicy wychyleń wskazówki owalności czopa (stwierdzonej przy pomiarach średnic mikrometrem) otrzymuje się tzw. „bicie” czopa, czyli jego niewspółosiowość względem czopów, którymi wał jest wsparty na pryzmach.

Skręcenie wału określa się mierząc czujnikiem położenie sąsiednich czopów korbowodowych leżących po jednej stronie wału. Osie badanych czopów powinny leżeć w jednej płaszczyźnie. Dopuszczalne skręcenie wału (przesuniecie osi czopa korbowodowego względem płaszczyzny) wynosi +0,5 mm.

*Źródło:* www.blackfire.tsi.net.pl/

Otrzymane wyniki pomiarów należy porównać z danymi producenta, przy czym wał korbowy nie zawsze może być naprawiany na wymiar naprawczy (decyduje o tym producent).

***Weryfikacja elementów układu rozrządu silnika***

Budowę oraz metody weryfikacji poszczególnych elementów układu rozrządu silnika można poznać odwiedzając stronę podaną w poniższym linku

<http://pojazdy.pwr.wroc.pl/filez/20120930142819_rozrzad.pdf>