

ZESTAW ĆWICZEŃ

DZIAŁ: DIAGNOSTYKA

TEMAT: Diagnostyka silnika (pomiar ciśnienia sprężania, próba olejowa, pomiar szczelności cylindrów, osłuchanie silnika).

Opracował: Daniel Pryciak

I. Wprowadzenie.

Podczas eksploatacji tłokowego silnika spalinowego zużywają się elementy tworzące przestrzeń roboczą. Zmienia się zatem szczelność przestrzeni nadtłokowej cylindra.

Utrata szczelności powoduje m.in. obniżenie ciśnienia sprężania oraz zmianę napełnienia cylindrów, co prowadzi do pogorszenia głównych parametrów i wskaźników pracy silnika.

Na szczelność przestrzeni nadtłokowej mają wpływ przede wszystkim wartości luzów w połączeniu tłok-pierścienie tłokowe-tuleja cylindrowa(T-P-C), szczelności przylegania zaworów do gniazd oraz szczelności połączenia bloku cylindrów z głowicą.

Zmierzona wartość szczelności ocenianego parametru diagnostycznego zależy od:

- ✓ stanu technicznego układu rozruchowego;
- ✓ stanu cieplnego silnika;
- ✓ wielkości luzu zaworowego.

II. Szczelność przestrzeni nadtłokowej można sprawdzić przez:

- a) pomiar ciśnienia sprężania;
- b) próbę olejową;
- c) pomiar szczelności cylindrów.

III. Osłuchiwanie pracującego silnika.

Badanie to umożliwia wykrycie nadmiernego zużycia lub uszkodzenia elementów układów rozrządu i tłokowo-korbowego za pomocą oceny odgłosów towarzyszących pracy silnika z różną prędkością obrotową. Badanie przeprowadza się za pomocą stetoskopu, dotykając końcówką urządzenia do poszczególnych obszarów badanego silnika i na tej podstawie oceniamy stan badanych elementów/obszarów silnika.

POMIAR CIŚNIENIA SPRĘŻANIA

Pomiar ciśnienia sprężania służy do sprawdzenia stopnia zużycia elementów silnika, które mają wpływ na szczelność cylindra (tzn. gładzi cylindra, tłoka, pierścieni oraz przylgni zaworów i ich gniazd).

Przyrządy (środki dydaktyczne) – wyposażenie stanowiska

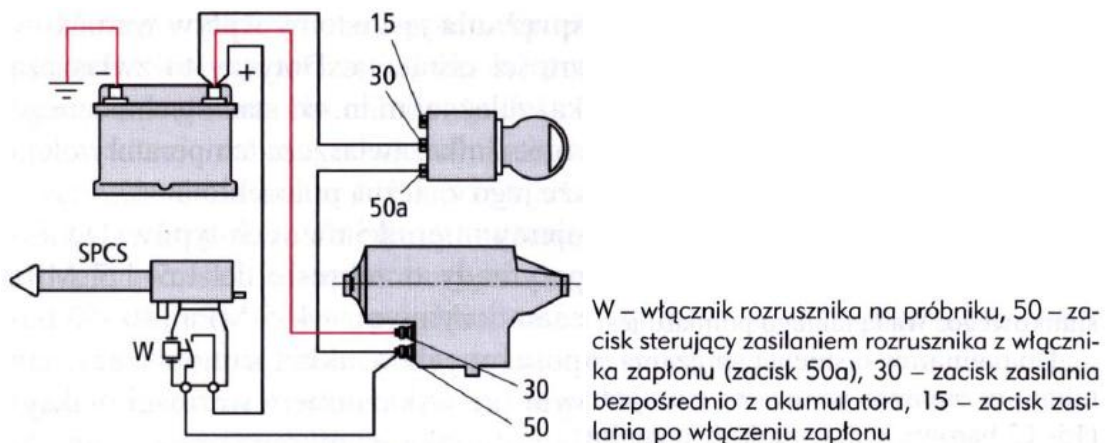
- próbnik ciśnienia sprężania SPCS – 15;
- próbnik manometryczny z szybkozłączkami do silników benzynowych PCSM -16sk;
- klucz do odkręcania świec lub wtryskiwaczy;
- klucz dynamometryczny;
- szczypce do ściągania przewodów wysokiego napięcia;
- samochód szkoleniowy Skoda Oktawia;
- silniki szkoleniowe;
- dane techniczne danego pojazdu;
- instrukcje obsługi próbników;
- szczelinomierz;

Wykonanie pomiaru

Podczas pomiaru ciśnienia sprężania za pomocą próbnika ciśnienia sprężania wykonujemy kolejno następujące czynności:

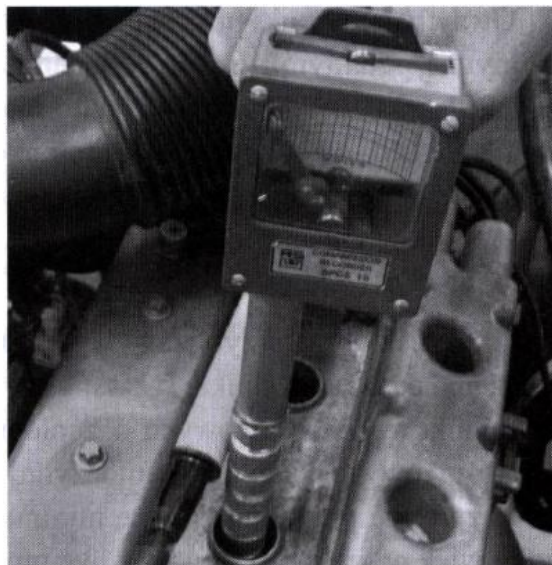
- pomiaru dokonujemy w jedną lub dwie osoby.

W przypadku pomiaru ciśnienia sprężania przez jedną osobę należy podłączyć próbnik według poniższego schematu.



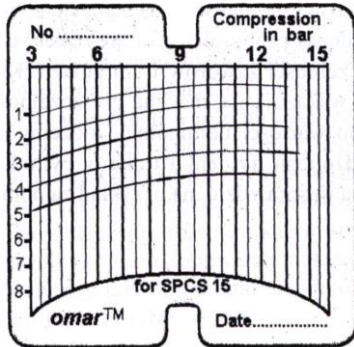
- rozgrzewamy silnik do temperatury eksploatacyjnej – około 80 ° C
- wyłączamy silnik, włączamy bieg neutralny, zaciągamy hamulec postojowy;

- demontujemy wszystkie świece (w silnikach benzynowych), świece żarowe lub wtryskiwacze (w silnikach diesla);
- przy pomiarze ciśnienia sprężania w silniku o zapłonie iskrowym odłączamy przewody łączące sterownik z indywidualnymi zespołami zapłonowymi lub z cewkami dwubiegunowymi;
- w silnikach bez hydraulicznej regulacji luzu zaworowego sprawdzamy, czy ma on wartość podana przez producenta, a w razie potrzeby regulujemy go;
- odcinamy doprowadzenie paliwa do cylindrów silnika (bezpiecznik, przełącznik);
- przygotowujemy próbnik pomiarowy (w zależności od silnika i typu próbnika montujemy odpowiednią końcówkę lub przedłużkę pomiarową oraz odpowiednią gumową uszczelkę stożkową zapewniającą szczelność połączenia próbnika z otworem pomiaru ciśnienia);
- wciskamy do oporu pedał przyspieszenia (w silnikach zasilanych benzyną);
- dociskamy miernik do otworu pomiarowego (np. gniazda świecy zapłonowej), przytrzymując go ręką. W przypadku stosowania miernika z końcówką gwintowaną, wciskamy ją w gniazdo świecy zapłonowej lub świecy żarowej;



- włączamy zapłon i za pomocą rozrusznika obracamy wał korbowy przez kilka sekund aż do uzyskania wskazania maksymalnego ciśnienia sprężania (gdy zatrzyma się wskazówka);
- zerujemy wskazania próbnika, sprowadzając wskazania do wartości zerowej;
- przesuwamy diagram, naciskając na dźwignię próbnika (uzyskujemy nowe położenie rysika do pomiaru w następnym cylindrze);

- powtarzamy pomiar dla kolejnych cylindrów;
- dokonujemy interpretacji otrzymanych wyników;



Wyniki pomiarów:

1. cylinder (pierwszy pomiar) – 13 barów (1,3 MPa)
2. cylinder – 12,5 bara (1,25 MPa),
3. cylinder – 13 barów (1,3 MPa),
4. cylinder – 13,5 bara (1,35 MPa),
1. cylinder (ostatni pomiar) – 12,5 bara (1,25 MPa)

Przebieg ćwiczenia

Przygotuj silnik do badania ciśnienia sprężania. Zapisz wyniki pomiaru w tabeli oraz zinterpretuj je.

Tabela pomiarowa

	Cylinder	Wynik pomiaru	Wartość nominalna	Wartość minimalna	Ocena
Wartość zmierzona [Mpa]	1				
	2				
	3				
	4				

Analiza wyników

Na podstawie wykonanych pomiarów sformułuj wnioski dotyczące stanu technicznego przestrzeni nadłokowej (określ potrzebę i zakres ewentualnej naprawy).

Kryteria analizy

Różnica ciśnień sprężania między poszczególnymi cylindrami nie powinna być większa niż 10% najwyższego odczytu. Spadek ciśnienia sprężania o 20% w stosunku do wartości nominalnej świadczy o dużych zużyciach tłoka, cylindra, pierścieni tłokowych i zaworów.

PRÓBA OLEJOWA

W celu dokładniejszego określenia ewentualnej naprawy silnika przeprowadza się próbę olejową.

Przyrządy

- próbnik ciśnienia sprężania SPCS – 15;
- próbnik manometryczny z szybkozłączkami do silników benzynowych PCSM -16sk;
- klucz do odkręcania świec lub wtryskiwaczy;
- klucz dynamometryczny;
- szczypce do ściągania przewodów wysokiego napięcia;
- samochód szkoleniowy Skoda Oktawia;
- silniki szkoleniowe;
- dane techniczne danego pojazdu;
- instrukcje obsługi;
- szczelinomierz;
- strzykawka;
- olej silnikowy;

Wykonanie pomiaru

Próba olejowa polega na tym, że do każdego z cylindrów wlewamy 5-10 cm³ oleju silnikowego. Następnie kilka razy obracamy wałem korbowym w celu rozprowadzenia oleju po gładzi cylindrowej.

Po tych czynnościach przeprowadzamy pomiar ciśnienia sprężania w cylindrach według powyższego schematu (opisu).

Przebieg ćwiczenia

Przygotuj silnik do badania próby olejowej. Zapisz wyniki pomiaru w tabeli oraz zinterpretuj je.

Tabela pomiarowa

	Cylinder	Wynik pomiaru	Wartość nominalna	Wartość minimalna	Ocena	
Wartość ciśnienia sprężania [Mpa]	1					
	2					
	3					
	4					
Wartość ciśnienia sprężania po próbie olejowej [Mpa]	1					
	2					
	3					
	4					

Analiza wyników

Na podstawie wykonanych pomiarów sformułuj wnioski dotyczące stanu technicznego przestrzeni nadłokowej (określ potrzebę i zakres ewentualnej naprawy).

Kryteria oceniania

Porównując wyniki obu pomiarów (pomiar ciśnienia sprężania, próba olejowa) można uzyskać informacje o stanie technicznym silnika. I tak:

- ciśnienie wzrosło do wartości nominalnej – uszkodzone połączenie cylinder – tłok;
- ciśnienie nie zmieniło się – uszkodzone zawory;
- ciśnienie wzrosło nieznacznie – uszkodzone połączenie cylinder – tłok i zawory lub uszkodzona uszczelka pod głowicą;
- ciśnienie jest jednakowe na sąsiednich cylindrach przed próbą i po próbie – uszkodzona uszczelka pod głowicą;
- ciśnienie wzrosło ponad wartość nominalną – planowana głowica, nagar na tłokach;

POMIAR SZCZELNOŚCI CYLINDRÓW

Metoda ta polega na doprowadzeniu powietrza o stałym ciśnieniu do przestrzeni roboczej badanego cylindra poprzez gniazdo świecy zapłonowej lub wtryskiwacza (tłok musi być ustawiony w górnym położeniu w końcu suwu sprężania). Położenie tłoka w badanym cylindrze w górnym zwrotnym położeniu ustalamy, wykorzystując znaki kontrolne na silniku lub za pomocą specjalnego wskaźnika.

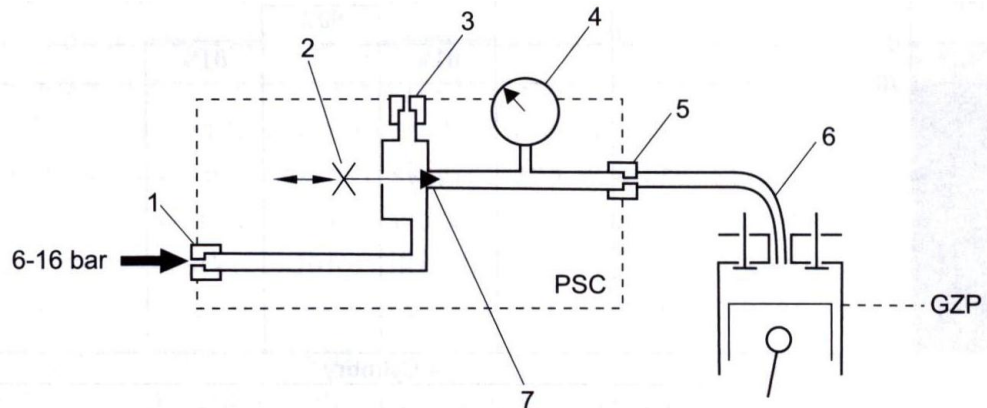
Przyrządy

- próbnik szczelności cylindrów;
- wskaźnik górnego zwrotnego położenia tłoka;
- samochód szkoleniowy Skoda Oktawia;
- silniki szkoleniowe;
- dane techniczne danego pojazdu;
- instrukcje obsługi próbnika;
- instrukcja obsługi wskaźnika górnego zwrotnego położenia tłoka;

Wykonanie pomiaru

- wał korbowy zabezpieczamy przed możliwością obracania się przez włączenie biegu i zaciągnięcie hamulca postojowego;
- powietrze do cylindra doprowadza się przez kalibrowany otwór (dysze pomiarową);
- szczelność przestrzeni nadtłokowej oceniamy, odczytując na wskaźniku kontrolnym (manometrze) wartość różnicy ciśnień wydatku dyszy pomiarowej powietrza wpływającego przez nieszczelności cylindra;

Schemat budowy i działania próbnika szczelności przestrzeni nadłokowej cylindrów metodą spadku ciśnienia doprowadzonego powietrza (przedmuchów)



1 – króciec (szybkozłączka) do połączenia ze źródłem powietrza o stałym ciśnieniu, 2 – pokrętko regulacji przekroju czynnego dyszy pomiarowej, 3 – króciec (szybkozłączka) do podłączenia manometru do pomiaru ciśnienia zasilania, 4 – manometr kontrolny, 5 – króciec wyjściowy, 6 – przewód z odpowiednim króćcem do połączenia z silnikiem, 7 – dysza pomiarowa

Przebieg ćwiczenia

Przygotuj silnik do badania szczelności cylindrów. Zapisz wyniki pomiaru w tabeli oraz zinterpretuj je.

WYKRYTE MIEJSCA NIESZCZELNOŚCI CYLINDRÓW						
cylinder	szczelność %	zawory ssące	zawory wydechowe	pierścienie	układ chłodzenia	inne
1						
2						
3						
4						

Analiza wyników

Na podstawie wykonanych pomiarów sformułuj wnioski dotyczące stanu technicznego przestrzeni nadłokowej (określ potrzebę i zakres ewentualnej naprawy).

Kryteria analizy

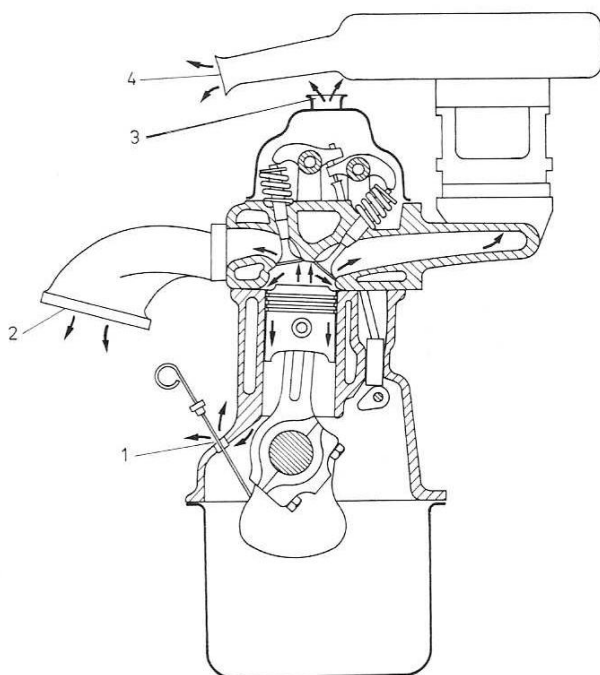
Ocena stanu silnika na podstawie spadku ciśnienia

Spadek ciśnienia [%] (szczelność cylindra [%]) ¹⁾				Stan techniczny silnika
Silnik ZI			Silnik ZS	
2-suwowy	4-suwowy o pojemności			
	poniżej 1000 cm ³	powyżej 1000 cm ³		
0...2 (100...98)	0...3 (100...97)	2...5 (98...95)	0...5 (100...95)	dobry
3...7 (97...93)	4...15 (96...85)	6...20 (94...80)	5...25 (95...75)	kwalifikuje się do eksploatacji
powyżej 7 (poniżej 93)	powyżej 15 (poniżej 85)	powyżej 20 (poniżej 80)	powyżej 25 (poniżej 75)	wymaga ustalenia przyczyny nieszczelności i zakresu niezbędnej naprawy ²⁾

¹⁾ wartości podane w nawiasach odnoszą się do pomiaru wykonanego próbnikiem PSC-3,5,

²⁾ w przypadku silników dwusuwowych stwierdzony stopień zużycia układu tłokowo-cylindrowego kwalifikuje silnik bezpośrednio do naprawy.

Drugi przepływu sprężonego powietrza przez możliwe nieszczelności



- 1 – otwór miernika poziomu oleju;
- 2 – przedmuch w rurze wydechowej;
- 3 – otwór wlewu oleju;
- 4 – przedmuch na wlocie do gaźnika lub w kolektorze dolotowym;

Przedmuchy:

- w otworze miernika poziomu oleju i otworze wlewu oleju – zużycie lub uszkodzenie pierścieni tłokowych, tłoka, gładzi cylindra;
- w rurze wydechowej – uszkodzony zawór wydechowy;



Przedmuchy pojawiają się również w otworze świecy zapłonowej lub wtryskiwacza tego cylindra, który ma aktualnie otwarty zawór wydechowy.

- w rurze dolotowej powietrza – uszkodzony zawór ssący;



Przedmuchy pojawiają się również w otworze cylindra, w którym zawór ssący jest aktualnie otwarty.

- w sąsiednim cylindrze – uszkodzona głowica lub uszczelka pod głowicą;
- do układu chłodzenia – uszkodzona głowica lub uszczelka pod głowicą;

OSŁUCHANIE PRACUJĄCEGO SILNIKA

Przyrządy (środki dydaktyczne) – wyposażenie stanowiska

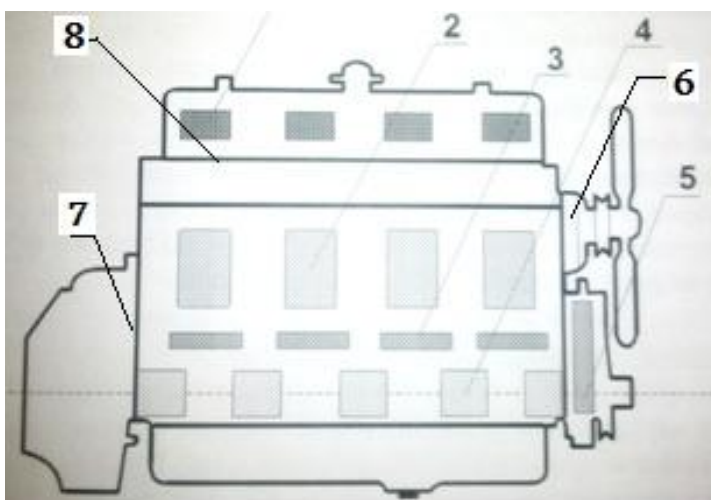
- stetoskop elektroniczny PS – 7;
- samochód szkoleniowy Skoda Oktawia;
- silniki szkoleniowe;
- instrukcja obsługi stetoskopu;

Wykonanie pomiaru

- wg instrukcji obsługi podłącz stetoskop;
- wg instrukcji włącz urządzenie;
- nagrzej silnik do temperatury pracy;

Przebieg ćwiczenia

Na podstawie poniższego schematu przeprowadź osłuchania silnika w poszczególnych strefach. W tabeli opisz każdą zbadaną strefę.



- 1 – strefa zaworów i wałka rozrządu;
- 2- strefa cylindrów;
- 3 – w zależności od typu silnika – strefa wałka rozrządu;
- 4 – strefa wału korbowego;
- 5 – strefa napędu rozrządu;
- 6 – pompa wodna;
- 7 – strefa sprzęgła i koła zamachowego;
- 8 – strefa uszczelki pod głowicą;
- 9 – alternator;

Tabela pomiarowa

Strefa osłuchiwania	Uwagi/ocena
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Analiza wyników

Na podstawie przeprowadzonego badania oceń stan silnika. Sformułuj wnioski końcowe, ewentualnie wskaż elementy które należałoby naprawić lub wymienić.

Kryteria analizy

Charakterystyczne odgłosy podczas osłuchiwania silnika oraz prawdopodobne niesprawności.

Rejon osłuchiwania	Rodzaj dźwięku	Niesprawność
Rejon zaworów	Dźwięki metaliczne (dźwięczne), o średniej wysokości, ciche i przerywane o charakterze stuku – „klepanie” zaworów	Nadmierne luzy zaworów lub pęknięta sprężyna zaworu
Rejon łożysk głównych wału korbowego	Dźwięki głośnie, głuche i niskie, przerywane, o charakterze stuku	Nadmierne luzy w łożyskach głównych wału korbowego
Rejon łożysk korbowych wału korbowego	Dźwięki przerywane, o charakterze stuku, regularnie występujące podczas pracy	Nadmierne luzy w łożyskach korbowych wału korbowego
Rejon cylindrów	Ciche stuki o charakterze „klepania”	Uderzenie tłoka w występującą do wnętrza cylindra uszczelkę głowicy
	Przytłumione głuche „klepanie”	Nadmierne luzy między częścią prowadzącą tłoka i gładzią cylindra
	Dźwięk średniej wysokości, cichy, suchy, przypominający trzaski	Nadmierne luzy w układzie tłok-cylinder
Rejon łożysk wałka rozrządu	Dźwięki średniej wysokości, metaliczne (dźwięczne), o średnim natężeniu, o charakterze stuku przerywanego, występującego bardzo nieregularnie	Nadmierny luz osiowy wałka rozrządu
Rejon kół napędu rozrządu i łańcucha rozrządu	Dźwięk w zasadzie wysoki, o średnim natężeniu. Jeśli słyszany dźwięk jest ciągły i przypomina wycie, to najprawdopodobniej luz międzyzębny jest za duży	Nadmierny luz międzyzębny lub nadmierne zużycie kół zębatych
	Ciągłe dźwięki przypominające grzechotanie	Nadmiernie zużyty łańcuch napędu rozrządu