



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Dariusz Stępniewski

Wykonywanie obsługi i konserwacji elementów i podzespołów układu zapłonowego 724[02].Z1.04

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007**

Recenzenci:

mgr inż. Piotr Ziembicki

mgr inż. Marcin Łukasiewicz

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Dariusz Stępniewski

Konsultacja:

mgr inż. Jolanta Skoczyła

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[02].Z1.04, „Wykonywanie obsługi i konserwacji elementów i podzespołów układu zapłonowego”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu elektromechanik 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 Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony od porażień prądem elektrycznym	7
4.1.1 Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	10
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	12
4.2. Budowa akumulatorowego obwodu zapłonowego	13
4.2.1. Materiał nauczania	13
4.2.2. Pytania sprawdzające	19
4.2.3. Ćwiczenia	20
4.2.4. Sprawdzian postępów	21
4.3. Zasada działania układu zapłonu akumulatorowego	22
4.3.1. Materiał nauczania	22
4.3.2. Pytania sprawdzające	23
4.3.3. Ćwiczenia	23
4.3.4. Sprawdzian postępów	25
4.4. Budowa obwodu zapłonu z bezstykowym rozdzielaczem zapłonu	26
4.4.1 Materiał nauczania	26
4.4.2. Pytania sprawdzające	33
4.4.3. Ćwiczenia	33
4.4.4. Sprawdzian postępów	34
4.5. Zasady obsługi i konserwacji układu zapłonowego	35
4.5.1 Materiał nauczania	35
4.5.2. Pytania sprawdzające	36
4.5.3. Ćwiczenia	36
4.5.4. Sprawdzian postępów	38
5. Sprawdzian osiągnięć	39
6. Literatura	44

1. WPROWADZENIE

Poradnik, który masz w rękach pomoże Ci w przyswojeniu wiedzy i kształtowaniu umiejętności z zakresu wykonywania obsługi i konserwacji elementów i podzespołów układu zapłonowego.

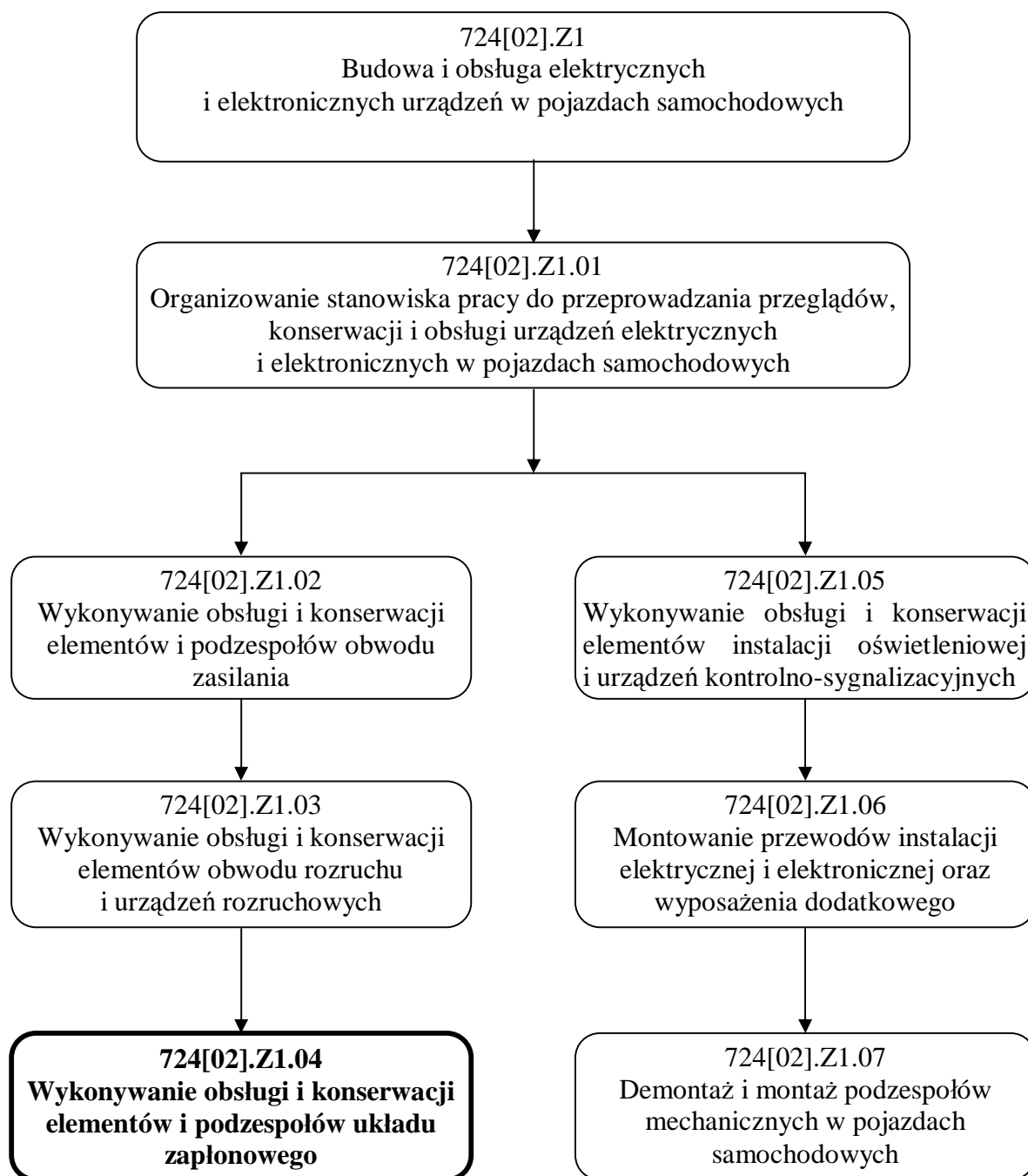
W poradniku zamieszczono:

1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
 2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej.
 3. Materiał nauczania (rozdział 4), który umożliwi samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Obejmuje on również ćwiczenia, które zawierają wykaz materiałów, narzędzi i sprzętu potrzebnych do realizacji ćwiczeń. Przed ćwiczeniami zamieszczono pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do ich wykonania. Po ćwiczeniach zamieszczony został sprawdzian postępów. Wykonując sprawdzian postępów, powinieneś odpowiadać na pytania „tak” lub „nie”, co jednoznacznie oznacza, że opanowałeś materiał lub nie opanowałeś go.
 4. Sprawdzian osiągnięć, w którym zamieszczono instrukcję dla ucznia oraz zestaw zadań testowych sprawdzających opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu całej jednostki. Zamieszczona została także karta odpowiedzi.
 5. Wykaz literatury obejmujący zakres wiadomości, dotyczących tej jednostki modułowej.
- Jeżeli masz trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela lub instruktora o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność.

Jednostka modułowa: Wykonywanie obsługi i konserwacji elementów i podzespołów układu zapłonowego, zawarta jest w module 724[02].Z1 „Budowa i obsługa elektrycznych i elektronicznych urządzeń w pojazdach samochodowych” i oznaczona na schemacie na str. 4.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

- Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:
- interpretować podstawowe zjawiska i prawa z zakresu elektrotechniki i elektroniki,
 - rozpoznawać elementy, podzespoły i urządzenia elektryczne oraz elektroniczne pojazdów samochodowych,
 - dobierać materiały stosowane w instalacjach elektrycznych pojazdów samochodowych,
 - dobierać narzędzia i przyrządy do wykonywanych prac,
 - wykonywać prace z zakresu obróbki ręcznej metali i tworzyw sztucznych,
 - montować elementy, podzespoły i urządzenia elektryczne oraz elektroniczne w pojazdach samochodowych,
 - wykonywać połączenia elektryczne z wykorzystaniem różnych technik,
 - czytać schematy instalacji elektrycznych i urządzeń elektrycznych i elektronicznych pojazdów samochodowych,
 - rozróżniać podstawowe podzespoły pojazdu samochodowego,
 - oceniać stan techniczny przyrządów pomiarowych oraz przygotowywać je do pomiarów,
 - posługiwać się przyrządami pomiarowymi,
 - mierzyć podstawowe wielkości elektryczne i nieelektryczne,
 - stosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska,
 - organizować stanowisko pracy zgodnie z wymaganiami ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy,
 - korzystać z różnych źródeł informacji.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- przygotować stanowisko pracy,
- rozpoznać elementy i układy elektroniczne,
- podłączyć elementy i układy elektroniczne na podstawie schematów ideowych i montażowych,
- wykonać pomiary parametrów podstawowych elementów i układów elektronicznych obwodu zapłonowego na podstawie schematu układu pomiarowego,
- ocenić stan techniczny układów elektronicznych na podstawie oględzin i pomiarów,
- dokonać analizy pracy urządzeń i układów elektronicznych na podstawie schematów ideowych oraz uzyskanych wyników pomiarów,
- zlokalizować i usunąć usterki w obwodzie zapłonowym,
- dobrać elementy elektroniczne z katalogów,
- wykonać przegląd techniczny oraz obsługę i konserwację elementów,
- zamontować urządzenia obwodu zapłonowego i układy elektroniczne w pojazdach,
- wyjaśnić budowę, zasadę działania oraz określić zastosowanie urządzeń elektroniki samochodowej w obwodzie zapłonowym,
- zastosować zasady montażu i demontażu elementów obwodu zapłonowego i układów elektronicznych,
- ocenić jakość wykonywanych prac,
- wyszukać parametry elementów elektronicznych z wykorzystaniem przeglądarki internetowej,
- zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony od porażeń prądem elektrycznym obowiązujące na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony od porażeń prądem elektrycznym

4.1.1 Materiał nauczania

Pod pojęciem zagrożeń występujących w środowisku pracy w warsztatach samochodowych należy rozumieć ogół wszelkich czynników niebezpiecznych, szkodliwych lub uciążliwych dla życia i zdrowia ludzkiego, na które narażony jest pracownik podczas wykonywania codziennych obowiązków zawodowych.

Wszystkie czynniki szkodliwe, uciążliwe dla pracowników, powodują rozmaite schorzenia. Czynniki te można ogólnie podzielić na:

- fizyczne,
- chemiczne,
- psychofizyczne.

Natomiast wszelkie czynniki wywołujące sytuacje niebezpieczne w trakcie pracy, mogą przy niekorzystnym zbiegu okoliczności być powodem wypadku.

Do takich czynników należą:

- niewłaściwe użytkowanie maszyn, urządzeń i narzędzi,
- użytkowanie niesprawnych maszyn, urządzeń i narzędzi,
- postępowanie pracownika podczas wykonywania czynności zawodowych, odbiegające od ogólnie obowiązujących zasad bezpieczeństwa i higieny pracy,
- niewłaściwe obchodzenie się z materiałami łatwopalnymi i wybuchowymi oraz urządzeniami elektrycznymi.

Przy wykonywaniu czynności konserwacyjno-obługowych przy układzie zapłonowym pracownicy w warsztacie samochodowym są narażeni na wiele różnych niebezpieczeństw, z których najistotniejsze to:

- zagrożenia potłuczeniem lub zgnieceniem przez poruszające się na terenie warsztatu pojazdy,
- upadki na skutek poślizgu na rozlanych olejach oraz potknięcia się o różne przedmioty,
- urazy na skutek upadku do kanału lub z podnośnika,
- zagrożenia porażenia prądem elektrycznym, np. od elektronarzędzi,
- zagrożenie porażenia prądem z instalacji zapłonowej,
- zatrucia toksycznymi składnikami spalin,
- poparzenia gorącymi fragmentami silnika,
- oparzenia żrącymi substancjami pochodzącymi, np. z akumulatora czy układu hamulcowego,
- zaprószenia oczu podczas pracy pod pojazdem lub jego czyszczenia,
- uderzenia lub zmiżdżenia spadającymi przedmiotami podczas wykonywania czynności pod pojazdem,
- urazy rąk i innych części ciała na skutek używania narzędzi ręcznych i zmechanizowanych, a także kontaktu z obracającymi się elementami pojazdów,
- zagrożenia pożarem i wybuchem ze względu na występowanie oparów paliwa.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami pracodawca, czyli właściciel warsztatu, ponosi odpowiedzialność za stan bezpieczeństwa i higieny pracy w miejscu pracy.

Natomiast podstawowym obowiązkiem każdego pracownika jest przestrzeganie przepisów oraz zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

Każdy pracownik musi:

- znać przepisy i zasady bezpieczeństwa i higieny pracy,
- brać udział w szkoleniu i instruktażu z tego zakresu oraz poddawać się wymagającym egzaminom sprawdzającym,
- wykonywać pracę w sposób zgodny z przepisami oraz zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy,
- stosować się do wydawanych w tym zakresie poleceń i wskazówek przełożonych,
- dbać o należyty stan maszyn, urządzeń i narzędzi oraz o porządek i ład w miejscu pracy,
- stosować środki ochrony zbiorowej,
- używać przydzielone środki ochrony indywidualnej oraz odzież i obuwie robocze, zgodnie z ich przeznaczeniem,
- niezwłocznie zawiadomić przełożonego o zauważonym zagrożeniu dla życia lub zdrowia.

W każdym warsztacie zajmującym się obsługą i naprawą pojazdów samochodowych, bez względu na specyfikację jego działalności, jednym z największych zagrożeń dla zdrowia, a nawet życia pracujących w nim ludzi, może okazać się obsługiwany pojazd.

Pojazd ustawiony na stanowisku musi umożliwiać pracownikom swobodne poruszanie się i wykonywanie prac. W związku z tym, minimalna przestrzeń z każdej strony powinna wynosić 1,2 m. Samochód znajdujący się na stanowisku obsługowym wyposażonym w kanał musi mieć pozostawione co najmniej 1,5 m wolnej przestrzeni z przodu lub z tyłu, umożliwiając swobodne i bezpieczne wyjście spod pojazdu w przypadku pojawienia się jakiegokolwiek sytuacji awaryjnej. W przypadku unoszenia całego samochodu przy użyciu podnośnika dwukolumnowego łapowego należy zwrócić szczególną uwagę, aby ramiona podnośnika podierały przewidziane do tego celu, sztywne elementy podwozia.

Wiele czynności regulacyjnych i diagnostycznych wykonuje się na stanowisku diagnostycznym wyłącznie po uruchomieniu silnika pojazdu. Toksyczne oddziaływanie spalin samochodowych, a zwłaszcza zawartego w nich tlenku węgla, może być przyczyną bardzo niebezpiecznych zatruć i schorzeń. Dlatego też, bezwzględnie konieczne jest, nawet przy krótkotrwałych próbach, stosowanie specjalnych instalacji odsysających.

Podczas wykonywania prac nietrudno o poparzenia ciała. W celu wyeliminowania tego typu zagrożeń każdy mechanik samochodowy, pracownik warsztatu samochodowego dowolnej specjalizacji musi wykonywać wszystkie czynności zawodowe w odpowiednim ubraniu roboczym.

Zgodnie z przyjętymi ogólnie zasadami wszystkie wymontowane z pojazdu części i podzespoły powinny być przed naprawą i ponownym montażem umyte. Mycie przeprowadza się z pomocą specjalnych płynów przy użyciu specjalistycznych urządzeń myjących.

W warsztacie elektrycznym ze względu na ciągły kontakt z oparami elektrolitu, gazów, które wydobywają się z akumulatora podczas ładowania, smarami oraz innymi materiałami łatwopalnymi należy również szczególnie przestrzegać przepisów przeciwpożarowych. Taki obowiązek ciąży zarówno na pracowniku, który nie przestrzegając zasad przeciwpożarowych może być bezpośrednim sprawcą pożaru jak i na pracodawcy, który w niedostateczny sposób zabezpieczy miejsce pracy zarówno w sprzęt gaśniczy, instrukcje ostrzegawcze i pierwszej pomocy poszkodowanym w wypadkach, jak też wykazując braki w wyszkoleniu swoich pracowników.

W sytuacjach w których pracodawca nie może zlikwidować potencjalnego zagrożenia dla zdrowia zatrudnionych pracowników środkami ochrony zbiorowej lub innymi środkami stosowanymi w organizacji pracy, jest on zobowiązany zapewnić odpowiednie oznaczenia znakami bezpieczeństwa. Ważną sprawą jest umieszczenie tych znaków w widocznych miejscach.

Przy obsłudze i naprawie pojazdów pracownik narażony jest na szkodliwe oddziaływanie prądu elektrycznego. W tabeli poniżej przedstawiono reakcje człowieka na oddziaływanie prądu elektrycznego.

Tabela 1. Oddziaływanie prądu na organizm człowieka [3, s.18]

Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka		
Wartość prądu przemiennego	Działanie	Skutek
2 mA (0,002 A)	Lekkie mrowienie	Ruch niekontrolowany, drganie mięśni
10 mA (0,01 A)	Objawy paraliżu, skurcz mięśniowy	Silne zaciśnięcie ręki, brak tchu, utrata przytomności
25÷80 mA (0,025÷0,08 A)	Silne skurcze mięśniowe, migotanie komórek sercowych po dłuższym przepływie prądu	Nudności, bóle mięśni przez naprężenia, zaburzenia krążenia krwi
80÷5000 mA (0,08÷5 A)	Migotanie komórek sercowych przy przepływie prądu przez 0,1 s	Zatrzymanie pracy serca
Powyżej 5000 mA (5 A)	Silne oparzenia, często zatrzymanie pracy serca bez uprzedniego migotania komórek sercowych	Śmierć wskutek oparzeń (często kilka dni później)

Aby w trakcie wykonywania prac konserwacyjnych-obsługowych przy układach zapłonowych nie doszło do wypadku, należy przestrzegać następujących zasad bezpieczeństwa przy posługiwaniu się energią elektryczną w samochodach:

- prowadzić prace tylko przy częściach nie będących pod napięciem: najpierw odłączyć biegun minusowy akumulatora,
- zachować szczególną ostrożność przy urządzeniach wysokiego napięcia: przy pracach związanych z układem zapłonowym istnieje zagrożenie dla życia!
- nie naprawiać uszkodzonych bezpieczników, ale je wymieniać, uwzględniając wartość właściwego prądu znamionowego. W przeciwnym razie istnieje niebezpieczeństwo pożaru!
- używać lamp przenośnych zasilanych napięciem 24 V,
- używać sprawnych elektronarzędzi.

W tabeli poniżej zestawiono sposoby zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym.

Napięcie przemiennie powyżej 50 V jest dla człowieka niebezpieczne. Napięcie przemiennie 230 V powoduje przepływ prądu zagrażający życiu człowieka. Krótkie spięcia nawet przy napięciu poniżej 50 V mogą mieć bardzo ciężkie następstwa.

Przy porażeniu prądem elektrycznym o przeżyciu decyduje natychmiastowe udzielenie pomocy. Najważniejsze to natychmiastowe wyłączenie prądu. Jeśli to możliwe należy natychmiast odłączyć porażonego od elementów pozostających pod napięciem. Nie można go przy tym bezpośrednio dotykać. Następnie przy braku oznak życia zastosować sztuczne oddychanie. Nie zaprzestając reanimacji, przy pomocy osób trzecich wezwać pogotowie ratunkowe.

Tabela 2. Zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym [2, s. 32]

Przykład	Zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym		
Ochrona przez zasilanie napięciem bezpiecznym	Ochrona przed bezpośrednim kontaktem (unikać bezpośredniego kontaktu z częściami znajdującymi się pod napięciem)	Ochrona przed pośrednim kontaktem (unikać kontaktu z obudową, która na skutek uszkodzenia instalacji znalazła się pod napięciem	Ochrona przed bezpośrednim kontaktem (zawiodła izolacja ochronna)
Zastosowanie w samochodzie	Zastosowanie w samochodzie	Zastosowanie w budownictwie mieszkaniowym	Zastosowanie w budownictwie mieszkaniowym
Stosowanie napięć niższych niż 50 V: dopiero powyżej 50 V istnieje zagrożenie dla człowieka	Izolacja ochronna zabezpiecza przed kontaktem z częściami pod napięciem	Oddzielny przewód ochronny uziemia obudowę. Tylko niewielka część prądu z uszkodzonego przewodu może płynąć przez człowieka	Oddzielny przewód ochronny uziemia obudowę. Zastosowanie wyłącznika przeciwporażeniowego różnicowo – prądowego ogranicza wielkość prądu płynącego przez człowieka.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie obowiązki spoczywają na pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy?
2. Jakie obowiązki spoczywają na pracowniku w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy?
3. Jak zabezpieczyć się przed wypadkami podczas obsługi układu zapłonowego w pojeździe?
4. Jakie źródła zagrożeń występują w czasie prac przy naprawach elektrycznych?
5. Na jakie niebezpieczeństwa narażony jest pracownik przy wykonywaniu czynności konserwacyjno-obsługowych przy układzie zapłonowym?
6. Jakie znasz sposoby zabezpieczania przed porażeniem prądem elektrycznym?
7. Jaki jest tok postępowania w przypadku porażenia pracownika prądem elektrycznym?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymień i dokonaj podziału wymagań i zakazów związanych z zagrożeniami występującymi podczas obsługi i konserwacji elementów i podzespołów układu zapłonowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać literaturę z rozdziału 6, dotyczącą zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony od porażen prądem elektrycznym,

- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe oraz udzielania pierwszej pomocy,
- 3) wypisać wymagania i zakazy związane z zagrożeniami występującymi podczas napraw i konserwacji układów zapłonowych,
- 4) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tablice poglądowe i ostrzegawcze,
- instrukcje dotyczące udzielania pierwszej pomocy osobom poszkodowanym w wypadkach przy pracy,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcje przeciwpożarowe oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- film instruktażowy,
- kodeks pracy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wskaż źródła i skutki zagrożeń podczas obsługi i konserwacji elementów układu zapłonowego pojazdu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać literaturę z rozdziału 6, dotyczącą zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony od porażeń prądem elektrycznym,
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze,
- 3) wypisać miejsca, w których występują zagrożenia, a następnie dobrać środki zapobiegające sytuacjom niebezpiecznym,
- 4) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tablice poglądowe i ostrzegawcze,
- instrukcje dotyczące udzielania pierwszej pomocy osobom poszkodowanym w wypadkach przy pracy,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy i przeciwpożarowe,
- schemat układu zapłonowego pojazdu,
- film instruktażowy,
- kodeks pracy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić obowiązki spoczywające na pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy i ochrony przeciwpożarowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić obowiązki spoczywające na pracowniku w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić, jakie środki ochrony osobistej powinien posiadać pracownik?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić sposoby zabezpieczania się przed wypadkami?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) odczytać wszystkie rodzaje znaków bezpieczeństwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) udzielić pierwszej pomocy poszkodowanym w wypadku przy pracy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić zagrożenia występujące podczas obsługi układów zapłonowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Budowa akumulatorowego obwodu zapłonowego

4.2.1. Materiał nauczania

Do zapalenia mieszanki paliwowo-powietrznej w cylindrach silników spalinowych o zapłonie iskrowym stosuje się prawie wyłącznie urządzenia zapłonowe elektryczne. Źródłem zasilania tych urządzeń jest akumulator. Ten sposób zapalenia mieszanki wypełniającej cylinder polega na wykorzystaniu zjawiska wyładowania iskrowego między elektrodami świecy zapłonowej umieszczonymi w komorze spalania cylindra.

Układ zapłonu, oprócz wytwarzania napięcia niezbędnego do przeskoku iskry elektrycznej, musi również kontrolować przesyłanie impulsów wysokiego napięcia do poszczególnych cylindrów silnika zgodnie z kolejnością ich pracy.

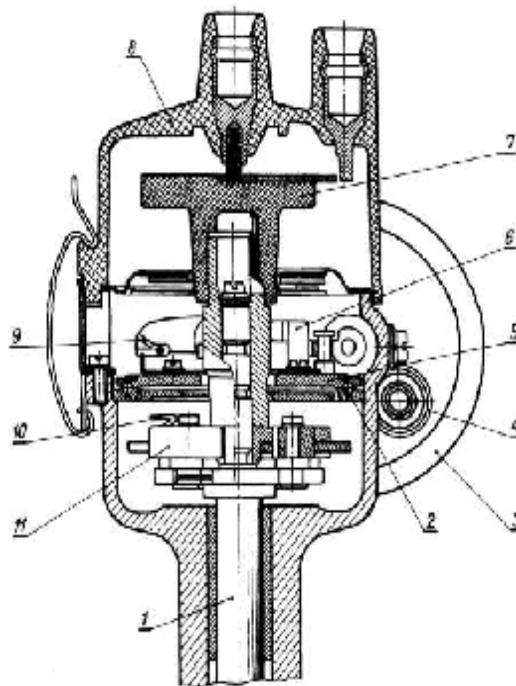
Akumulatorowe układy zapłonowe można podzielić na:

- klasyczne akumulatorowe układy zapłonowe,
- elektroniczne akumulatorowe układy zapłonowe.

Zarówno układy klasyczny, jak i elektroniczny mogą być rozdzielaczowe i bezrozdzielaczowe.

Rozdzielaczowy klasyczny akumulatorowy układ zapłonowy składa się z: źródła energii elektrycznej, tj. akumulatora w czasie rozruchu i prądnicy w czasie pracy silnika, aparatu zapłonowego, cewki zapłonowej przetwarzającej niskie napięcie (6 lub 12 V) na napięcie wysokie ok. 30 kV, świec zapłonowych służących do wywołania wyładowań iskrowych wewnątrz komór spalania cylindrów silnika, wyłącznika zapłonu w stacyjce, przewodów niskiego i wysokiego napięcia.

Aparat zapłonowy klasycznego układu rozdzielaczowego przedstawiono na rysunku 1.



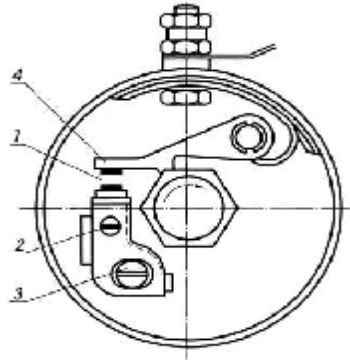
Rys. 1. Aparat zapłonowy:

1 – wałek rozdzielacza zapłonu, 2 – łożysko kulkowe, 3 – podciśnieniowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu, 4 – kondensator, 5 – płytkę rozdzielacza, 6 – sprężyna tłumika drgań, 7 – palec rozdzielacza, 8 – kopolka rozdzielacza zapłonu, 9 – styki przerywacza, 10 – sprężyna regulatora odśrodkowego kąta wyprzedzenia zapłonu, 11 – ciężarek regulatora odśrodkowego kąta wyprzedzenia zapłonu [5, s. 76]

Składa się on z następujących elementów:

- podzespołu przerywacza obwodu niskiego napięcia,
- podzespołu rozdzielacza impulsów wysokiego napięcia,
- regulatorów odśrodkowego i podciśnieniowego kąta wyprzedzenia zapłonu,
- kondensatora.

Przerywacz składa się z dwóch styków: nieruchomego kowadełka i ruchomego młoteczka, (rys. 2).

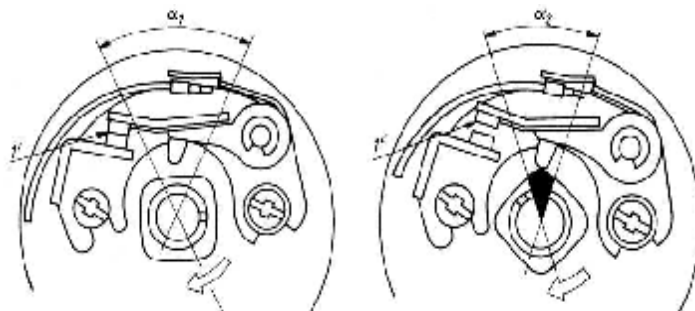


Rys. 2. Przerywacz:

1 – styki, 2 – wkręt regulacyjny, 3 – kowadełko, 4 – młoteczek [5, s.80]

Przerywacz jest umieszczony na ruchomej podstawie. Styk nieruchomy jest połączony z masą i osadzony na stałe, lecz istnieje możliwość zmiany jego położenia w celu regulacji przerwy między stykami. Styk ruchomy połączony z uzwojeniem pierwotnym cewki i dokładnie odizolowany od masy, jest osadzony na osi i może wykonywać ruch wahadłowy. Jest on dociskany sprężyną do styku nieruchomego. Zderzak styku ruchomego opiera się na krzywce wałka aparatu zapłonowego. W czasie pracy silnika wałek obraca się i krzywki działając na zderzak styku ruchomego powodują rozwieranie styków. Podczas pełnego obrotu krzywki prąd przepływający w obwodzie pierwotnym układu zapłonu jest przerywany tyle razy, ile jest cylindrów silnika, indukując w ten sposób wysokie napięcie.

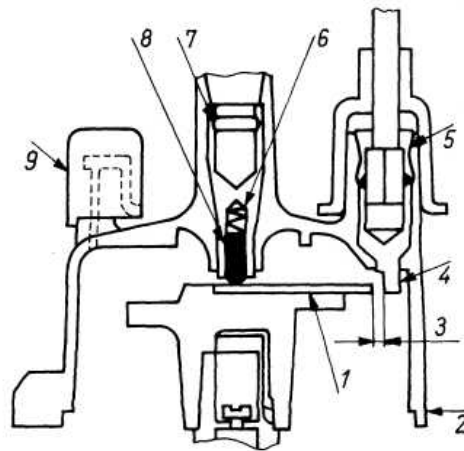
Na rysunku 3 zaznaczono kąt α_1 zwania styków przerywacza i kąt α_2 rozwarcia styków przerywacza.



Rys. 3. Kąt α_1 zwania styków przerywacza i kąt α_2 rozwarcia styków przerywacza [5, s. 87]

Podzespół rozdzielacza (rys.4) składa się z palca rozdzielacza i kopułki. Palec rozdzielacza jest wykonany z dobrego izolatora (żywica epoksydowa). Na górnej powierzchni palca rozdzielacza znajduje się płytka metalowa, która jednym końcem jest połączona stałe ze stykiem środkowym kopułki, a drugim zbliża się kolejno do styków rozmieszczonych w obwodzie kopułki. Pośrodku kopułki znajduje się gniazdo stykowe do podłączenia

przewodu wysokiego napięcia, doprowadzające wysokie napięcie z cewki zapłonowej do rozdzielacza. Na obwodzie wewnętrznej części kopułki są rozmieszczone styki, których liczba odpowiada liczbie cylindrów silnika.

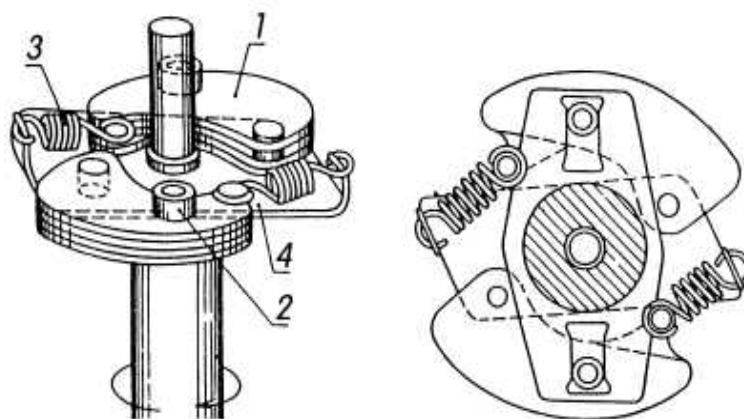


Rys.4. Podzespół aparatu zapłonowego:

1 – palec rozdzielacza, 2 – kopułka aparatu zapłonowego, 3 – szczelina powietrzna,
4 – elektroda boczna, 5 – kapturek, sprężyna szczotki rozdzielacza, 7- elektroda centralna,
8 – szczotka centralna, 9 – otwór odpowietrzający [5, s. 79]

Po zapłonie mieszanki niezbędny jest pewien czas na propagację płomienia w komorze spalania. Jest to przyczyną niewielkiego opóźnienia między chwilą zapłonu a chwilą osiągnięcia maksymalnego ciśnienia spalania. Kąt o jaki obróci się wał korbowy silnika od momentu przeskoaku iskry na elektrodach świecy zapłonowej do osiągnięcia przez tłok GMP nazywany jest kątem wyprzedzenia zapłonu. W trakcie pracy silnika konieczne są zmiany wartości kąta, przy którym następuje zapłon, aby kąt ten najlepiej odpowiadał prędkości obrotowej silnika i jego obciążeniu. W tym celu przewidziano regulatory odśrodkowy i podciśnieniowy.

Regulator odśrodkowy kąta wyprzedzania zapłonu (rys.5) reguluje kąt wyprzedzenia zapłonu zgodnie z prędkością obrotową silnika.

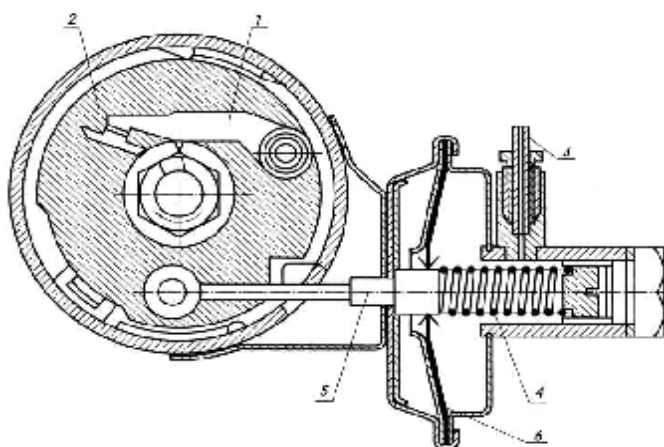


Rys. 5. Regulator odśrodkowy wyprzedzenia zapłonu:

1 – ciężarek, 2 – oś ciężarka, 3 – sprężyna, 4 – podstawa połączona z wałkiem rozdzielacza [5, s. 88]

Regulator podciśnieniowy kąta wyprzedzania zapłonu (rys. 6) reguluje zapłon na podstawie zmieniającego się podciśnienia w kolektorze dolotowym przy zmianie obciążenia silnika, odpowiednio przyspieszając zapłon.

Podciśnieniowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu przyspiesza zapłon przy niewielkim obciążeniu silnika.



Rys. 6. Regulator podciśnieniowy wyprzedzenia zapłonu:

1 – przerywacz, 2 – płyta obrotowa, 3 – przewód podciśnieniowy, 4 – sprężyna, 5 – cięgło, 6 – przepona [5, s. 90]

Cewka zapłonowa (rys.7) jest kolejnym elementem układu zapłonowego. Jej zadaniem jest przetwarzanie napięcia niskiego, dostarczonego przez akumulator lub alternator, na napięcie wysokie w celu wymuszenia przeskoku iskry między elektrodami świecy zapłonowej.

Składa się ona z dwóch uzwojeń:

- pierwotnego składającego się z 250 – 400 zwojów drutu miedzianego o średnicy 0,2 – 0,8 mm,
- wtórnego składającego się z 18000 – 26000 zwojów drutu miedzianego o średnicy 0,1 – 0,2 mm.

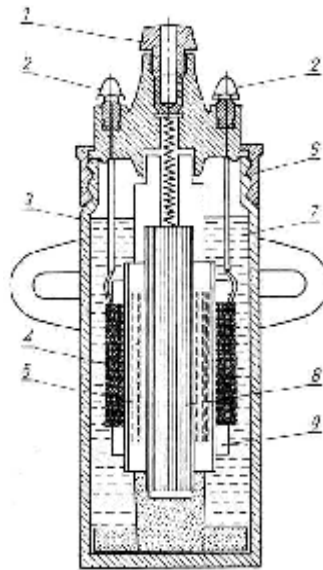
Uzwojenia są osadzone na wspólnym rdzeniu, wykonanym z blachy transformatorowej, przy czym uzwojenie pierwotne jest nawinięte na zewnątrz uzwojenia wtórnego. Jeden koniec uzwojenia wtórnego wyprowadza się do gniazda wysokiego napięcia w pokrywie cewki, a drugi koniec łączy się z początkiem uzwojenia pierwotnego. Obydwa końce uzwojenia pierwotnego wyprowadza się do zacisków umieszczonych w pokrywie.

Uzwojenia z rdzeniem są umieszczone w puszcze wypełnionej masą zalewową lub olejem transformatorowym.

Cewki zapłonowe stosowane w układach klasycznych i elektronicznych różnią się parametrami elektrycznymi.

Wartość napięcia niezbędnej do wystąpienia iskry nie jest stała, lecz zależy od następujących czynników:

- rodzaju zastosowanego paliwa,
- składu mieszanki paliwowo-powietrznej,
- stopnia sprężania,
- temperatury silnika,
- rodzaju świecy zapłonowej,
- odstepu elektrod świecy zapłonowej,
- polaryzacji napięcia.



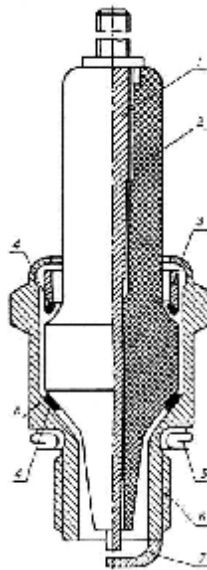
Rys. 7. Cewka zapłonowa:

- 1 – zacisk uzwojeni pierwotnego, 2 – uzwojenie wtórne, 3 – rdzeń magnetyczny wewnętrzny,
4 – gniazdo wysokiego napięcia, 5 – połączenie końca uzwojenia wtórnego z uzwojeniem pierwotnym,
6 – uzwojenie pierwotne [5, s. 93]

Świeca zapłonowa jest elementem układu zapłonowego, umieszczonym swą częścią roboczą we wnętrzu cylindra.

Głównymi elementami świecy zapłonowej (rys. 8) są: główna elektroda środkowa, elektroda boczna, izolator, kadłub z częścią gwintowaną.

Świeca zapłonowa jest dobierana indywidualnie do silnika i ma pracować w określonych temperaturach (500-800°C). W celu ułatwienia tego doboru zostało wprowadzone pojęcie wartości cieplnej świecy zapłonowej, które stanowi miernik jej zdolności odprowadzania ciepła.



Rys. 8. Świeca zapłonowa:

- 1 – elektroda środkowa, 2 – izolator, 3 – tulejka dociskowa, 4 – podkładka uszczelniająca,
5 – podkładka, 6 – część gwintowana kadłuba, 7 – elektroda boczna, 8 – kadłub [5, s. 90]

Podstawowymi parametrami świecy zapłonowej są:

- wartość cieplna,
- odstęp elektrod,
- średnica gwintu,
- długość gwintu.

Wyłącznik zapłonu (stacyjka) jest przeznaczony do włączania napięcia do obwodu pierwotnego układu zapłonowego i do innych obwodów instalacji elektrycznej pojazdu. Do sterowania wyłącznikiem służy kluczyk. Włączenie obwodu zapłonowego następuje w pierwszym położeniu kluczyka (od położenia zerowego), w następnym położeniu jest włączany obwód rozruchu silnika.

Kondensator jest połączony równolegle ze stykami przerywacza. Jego zadaniem jest:

- przyspieszanie zaniku strumienia magnetycznego w cewce (powodując wzrost napięcia powstającego w jej uzwojeniach w chwili rozwarcia syków),
- ograniczanie iskrzenia między stykami przerywacza (chroniąc styki przed nadmiernym zużyciem).

Z powodu powstawania iskry w układzie zapłonowym mogą powstawać w samochodzie napięcia większe od normalnego napięcia prądu stałego w jego instalacji elektrycznej. Są to napięcia przemienne wysokiej częstotliwości. Wcześniej zakłócały one tylko odbiór radiowy. We współczesnych samochodach mogą także zakłócać pracę urządzeń sterujących różnymi układami silnika albo telefonów komórkowych. W takich przypadkach można je wyeliminować tylko za pomocą kondensatorów przeciwzakłóceńowych.

Przewody zapłonowe stosuje się w obwodzie wysokiego napięcia układu zapłonowego, tj. począwszy od obwodu wtórnego cewki zapłonowej, poprzez rozdzielacz, do świec zapłonowych; mają one izolację odporną na działanie wysokiego napięcia. Obecnie produkowane przewody zapłonowe są tak zbudowane, aby przewodziły prąd wysokiego napięcia i jednocześnie tłumiły zakłócenia radioelektryczne, wytwarzane przez układ zapłonowy.

Przewody wysokiego napięcia w zależności od ich budowy możemy podzielić na:

- przewody wysokiego napięcia z rdzeniem i ekranowanymi złączami,
- przewody zapłonowe z aktywną rezystancją,
- przewody zapłonowe reaktancyjne.

Elementem nośnym przewodu jest kord, koncentrycznie otoczony rdzeniem z proszków ferrytowych z odpowiednim wypełniaczem zapewniającym niezbędną elastyczność przewodu. Na rdzeń w zależności od konstrukcji jest nawinięty spiralnie cienki drut oporowy. Całość jest pokryta izolacją. Końce przewodu oporowego są połączone z końcówkami mosiężnymi obciśniętymi na zewnętrznej izolacji. Końcówki te są dostosowane do włożenia w gniazdo cewki lub rozdzielacza, bądź nałożenia na świece zapłonowe.

Drut oporowy pełni funkcje przewodnika, a jednocześnie tłumi zakłócenia radioelektryczne.

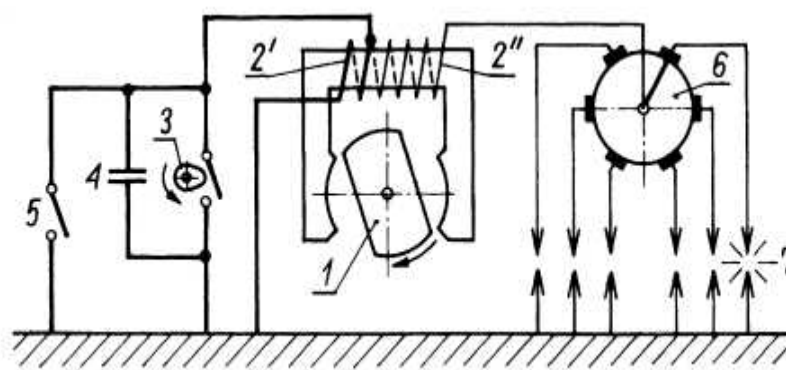
Zakłócenia wytwarzane przez poszczególne elementy instalacji elektrycznej samochodu, a zwłaszcza układu zapłonowego, są szkodliwe nie tylko dla własnego odbiornika radiowego, lecz także dla znajdujących się w pobliżu odbiorników radiowych i telewizyjnych. Dlatego też zapobieganie zakłóceńom jest przedmiotem norm, które określają dopuszczalną wartość poziomu zakłóceń radioelektrycznych.

Podstawowe elementy przeciwzakłóceńowe instalacji elektrycznej samochodu stanowią: rezystory, kondensatory, cewki indukcyjne, osłony ekranizujące, łączniki elektryczne.

Rezystory włącza się szeregowo w obwód przepływu prądu elektrycznego. Należy instalować je w bezpośredniej bliskości źródła zakłóceń, np. w kapturze świecy zapłonowej lub w palcu rozdzielacza, albo też w samym przewodzie zapłonowym.

Do usuwania zakłóceń stosuje się również wspomniane powyżej kondensatory, jako elementy bocznikujące wszelkie przerwy iskrowe.

Oprócz układów zapłonowych akumulatorowych, stosowane były także układy zapłonowe iskrownikowe. Obecnie bardzo rzadko stosowane znajdowały zastosowanie w motocyklach, silnikach lotniczych oraz małych silnikach dwusuwowych. Na rysunku 9 pokazano schemat typowego iskrownikowego układu zapłonowego.



Rys.9. Schemat iskrownikowego układu zapłonowego:
1 – magnes, 2', 2'' – uzwojenia, 3 – przerywacz, 4 – kondensator, 5 – wyłącznik,
6 – rozdzielacz, 7 – świece zapłonowe [8, s. 569]

W iskrowniku źródło prądu i przerywacz z rozdzielaczem jeśli taki wchodzi w skład zespołu tworzą całość. Twornik iskrownika ma dwa uzwojenia pierwotne i wtórne, które połączone autotransformatorowo służą jednocześnie jako cewka indukcyjna.

Iskrownik stanowi zespół wyposażenia elektrycznego zupełnie niezależny od akumulatora. Posiada on własne źródła prądu przemiennego w postaci uzwojeń, które są skojarzone ze zmiennym strumieniem magnetycznym wytworzonym przez wirujący magnes

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

- 1 Jakie są podstawowe zadania układu zapłonowego?
- 2 Jakie znasz rodzaje układów zapłonowych?
- 3 Jakie są podstawowe elementy klasycznego akumulatorowego układu zapłonowego?
- 4 Jaka jest budowa i zadania przerywacza?
- 5 Jakie zadanie spełnia kąt zwarcia styków przerywacza?
- 6 Jaki kąt nazywamy kątem wyprzedzenia zapłonu?
- 7 Jaką rolę w układzie zapłonowym pełnią regulatory podciśnieniowy i odśrodkowy wyprzedzenia zapłonu?
- 8 Jakie jest zadanie cewki zapłonowej w układzie zapłonowym?
- 9 Od jakich czynników zależy wartość napięcia niezbędnego do wytworzenia iskry zapłonowej?
- 10 Jak rozumiesz pojęcie wartości cieplnej świecy zapłonowej?
- 11 Jaką rolę w układzie zapłonowym spełnia kondensator?
- 12 Jakie są sposoby eliminacji zakłóceń w instalacji zapłonowej?

4.2.3 Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wskaż i nazwij na schemacie oraz na modelu poszczególne elementy klasycznego układu zapłonowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z literaturą wskazaną przez nauczyciela,
- 2) wskazać elementy budowy klasycznego układu zapłonowego,
- 3) wykonać opis elementów w zeszycie do ćwiczeń,
- 4) ocenić stan elementów układu zapłonowego,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu zapłonowego,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- elementy układu zapłonowego,
- model układu zapłonowego,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Na podstawie wyglądu świec zapłonowych określ przyczynę usterki i objawy nieprawidłowej pracy silnika oraz zaproponuj sposób jej usunięcia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z literaturą wskazaną przez nauczyciela,
- 2) wskazać elementy budowy świecy zapłonowej,
- 3) ocenić stan techniczny świecy zapłonowej,
- 4) wykonać opis w zeszycie do ćwiczeń,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- świece zapłonowe z różnymi uszkodzeniami, lub tablice poglądowe,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

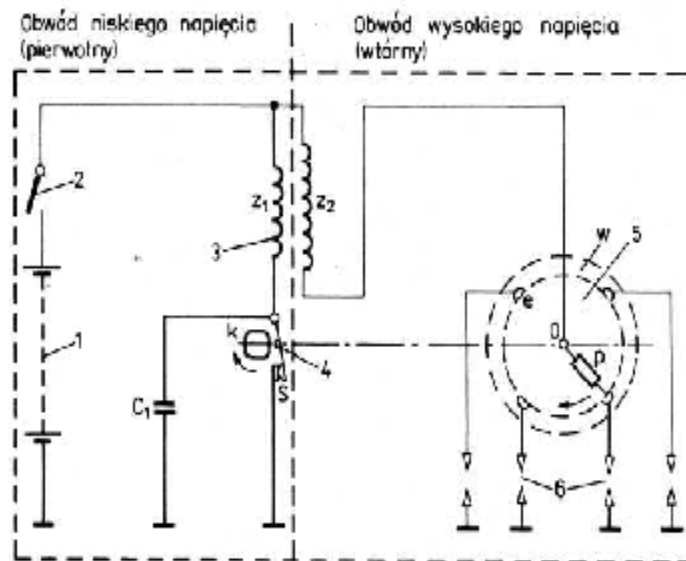
	Tak	Nie
1) dokonać podziału układów zapłonowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) nazwać poszczególne elementy układu zapłonowego i określić ich funkcje?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) pokazać poszczególne elementy układu zapłonowego na schemacie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić funkcję każdego elementu budowy rozdzielacza zapłonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) nazwać poszczególne elementy budowy świecy zapłonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić na podstawie wyglądu świecy przyczynę jej usterki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Zasada działania akumulatorowego układu zapłonu

4.3.1. Materiał nauczania

Schemat połączeń układu zapłonowego z rozdzielaczem przedstawiono na rysunku 10. W układzie tym obwód niskiego napięcia tworzą: akumulator, wyłącznik zapłonu, uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej, styki przerywacza i kondensator.

Obwód wysokiego napięcia tworzą: palec rozdzielacza, kopułka aparatu zapłonowego, uzwojenie wtórne cewki zapłonowej, przewody wysokiego napięcia, świece.



Rys.10. Schemat klasycznego układu zapłonowego:

1 – akumulator, 2 – wyłącznik zapłonu, 3 – cewka zapłonowa, 4 – styki przerywacza, 5 – rozdzielacz zapłonu, 6 – świece zapłonowe [1, s. 23]

Po zamknięciu wyłącznika zapłonu 2 i przy zwartych stykach przerywacza S przez uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej zaczyna płynąć prąd, którego źródłem jest akumulator 1. Po otwarciu styków przerywacza przepływ prądu zostaje przerwany i prąd ten szybko zanika. Szybki jego zanik jest możliwy dzięki kondensatorowi C.

Zanikowi prądu towarzyszy szybka zmiana strumienia magnetycznego wytworzonego w uzwojeniu pierwotnym. Pod wpływem tej zmiany w uzwojeniu wtórnym indukuje się wysokie napięcie (20 – 40 kV) doprowadzone przewodem zapłonowym do palca rozdzielacza (środkowa elektroda kopułki).

W chwili rozwierania się styków przerywacza palec rozdzielacza zajmuje położenie na wprost jednej z elektrod głowicy; między końcem palca a elektrodą głowicy istnieje niewielka szczelina powietrzna (>1 mm).

Pod wpływem napięcia doprowadzonego do palca rozdzielacza następuje przeskok iskry w tej szczelinie, jednocześnie pojawia się na elektrodach świcy wysokie napięcie powodując przeskok iskry zapłonowej.

Podczas następnego rozwarcia styków przerywacza palec zajmuje położenie na wprost kolejnej elektrody, wywołując przeskok iskry zapłonowej na świcy następnego cylindra.

W czasie jednego obrotu wałka rozdzielacza napięcie jest doprowadzone do wszystkich cylindrów silnika w kolejności ich pracy.

Kolejność zapłonów w cylindrach silnika jest określona przez producenta.

Dla silników czterosuwowych rzędowych jest ona następująca:

- 1, 2 - silnik 2-cylindrowy,
- 1, 2, 3 - silnik 3-cylindrowy,
- 1, 3, 4, 2,
lub - silnik 4 -cylindrowy
- 1, 2, 4, 3,
- 1, 5, 3, 6, 2, 4 - silnik 6- cylindrowy.

Pierwszy cylinder na ogół jest liczony od strony napędu rozrządu. Niektórzy producenci posługują się odwrotną kolejnością oznaczenia cylindrów (np. Citroen, Peugeot, Renault).

W silniku czterosuwowym wałek rozrządu, od którego jest napędzany wałek rozdzielacza zapłonu, obraca się z prędkością obrotową równą połowie prędkości obrotowej wału korbowego silnika. Zapłon w cylindrze następuje co drugi obrót wału korbowego.

Aby prawidłowo zinterpretować wyniki uzyskanych pomiarów, niezbędna jest znajomość działania i budowy układów zapłonowych. Obecnie produkowane samochody wyposażane są w systemy autodiagnostyki, które na bieżąco kontrolują pracę silnika. Przeprowadzając kontrolę poszczególnych elementów układu, trzeba również pamiętać, jakie czynności należy wykonać w trakcie badania danego elementu.

Kontrola cewki zapłonowej obejmuje sprawdzenie: ciągłości uzwojeń i rezystancji uzwojeń. Diagnostyka rozdzielacza zapłonu polega na: sprawdzeniu spadku napięcia na stykach przerywacza, pomiarze odstępów między stykami przerywacza i kąta zwarcia, sprawdzaniu kondensatora.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaka jest zasada działania akumulatorowego układu zapłonowego?
2. Jakie elementy układu zapłonowego wchodzi w skład obwodu niskiego napięcia?
3. Jakie elementy układu zapłonowego wchodzi w skład obwodu wysokiego napięcia?
4. Jaką wartość osiąga wysokie napięcie w układzie zapłonowym?
5. Jaka jest kolejność pracy cylindrów dla silnika czterosuwowego 4-cylindrowego?
6. Z której strony silnika jest liczony pierwszy cylinder silnika?
7. Jakie czynności kontrolne obejmuje sprawdzenie cewki zapłonowej?
8. Jakie czynności kontrolne obejmuje obsługa aparatu zapłonowego?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj badanie cewki zapłonowej. Pomiary wykonaj dla dwóch różnych cewek zapłonowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować instrukcję do przeprowadzenia ćwiczenia napisana przez nauczyciela,
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe przy wykonywaniu prac,
- 3) przeanalizować materiał nauczania wskazany przez nauczyciela,
- 4) zaplanować kolejność czynności,
- 5) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 6) przygotować stanowisko pracy,

- 7) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcje, oraz tablice poglądowe i ostrzegawcze,
- samochód lub model silnika z układem zapłonowym,
- zestaw kluczy płasko-oczkowych,
- zestaw wkrętaków monterskich,
- omomierz,
- środki ochrony osobistej,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

Ćwiczenie 2

Wykonaj obsługę rozdzielacza zapłonu. W tym celu przeprowadź oględziny i wykonaj niezbędne pomiary.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować instrukcję do przeprowadzenia ćwiczenia,
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe przy wykonywaniu prac,
- 3) przeanalizować materiały wskazane przez nauczyciela,
- 4) zaplanować kolejność czynności,
- 5) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 6) przygotować stanowisko pracy,
- 7) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcje oraz tablice poglądowe i ostrzegawcze,
- samochód lub model silnika z układem zapłonowym,
- zestaw kluczy płasko-oczkowych,
- zestaw wkrętaków monterskich,
- klucz dynamometryczny,
- szczelinomierz,
- środki ochrony osobistej,
- przybory do pisania,
- multimetr.

Ćwiczenie 3

Dobierz świece zapłonowe do podanego przez nauczyciela modelu silnika i następnie dokonaj ich wymiany.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować literaturę z rozdziału 6, dotyczącą zasady działania akumulatorowego układu zapłonowego
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe przy wykonywaniu prac,
- 3) zaplanować kolejność czynności,
- 4) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 5) przygotować stanowisko pracy,
- 6) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 7) uporządkować stanowisko pracy,
- 8) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- tablice pogładowe i ostrzegawcze,
- samochód lub model silnika z układem zapłonowym,
- zestaw kluczy płasko-oczkowych,
- instalacja sprężonego powietrza,
- zestaw wkrętaków monterskich,
- klucz do świec,
- pistolet do sprężonego powietrza,
- klucz dynamometryczny,
- szczelinomierz,
- środki ochrony osobistej,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- katalog zamienników świec zapłonowych.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wyjaśnić zasadę działania akumulatorowego układu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sprawdzić ciągłość obwodu pierwotnego cewki zapłonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) sprawdzić ciągłość uzwojeń i rezystancję uzwojeń cewki zapłonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) przeprowadzić oględziny aparatu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) przeprowadzić diagnostykę aparatu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) dobrać świecę z katalogu do danego typu silnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić świecę zapłonową przestrzegając odpowiednich zasad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4 Budowa obwodu zapłonu z bezstykowym rozdzielaczem zapłonu

4.4.1 Materiał nauczania

Decydujący wpływ na parametry pracy silnika ma dokładność momentu wystąpienia zapłonu. Dlatego też, wobec udowodnionych wad przerywacza i klasycznych regulatorów kąta wyprzedzenia zapłonu, stosuje się specjalne układy elektroniczne, sterujące chwilą wystąpienia zapłonu w funkcji prędkości obrotowej i podciśnienia w kanale dolotowym silnika.

We współczesnych silnikach samochodowych są stosowane najczęściej elektroniczne akumulatorowe układy zapłonowe. Wynika to z zalet tych układów, którymi są:

- korzystniejszy (niż w klasycznym) przebieg prądu w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym cewki zapłonowej, zwłaszcza przy rozruchu i dużych prędkościach obrotowych silnika,
- możliwość zwiększenia prędkości obrotowej silnika, możliwość przedłużania trwania iskry świecy zapłonowej w funkcji prędkości obrotowej, co umożliwia stosowanie uboższej mieszanki,
- możliwość elektronicznego sterowania kąta wyprzedzenia zapłonu.

Uwzględniając kolejne etapy rozwoju elektronicznych akumulatorowych układów zapłonowych, można je podzielić na:

- układy z przystawkami elektronicznymi przewidzianymi do współpracy z przerywaczem stykowym,
- układy bezstykowe o regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu za pomocą regulatorów odśrodkowego i podciśnieniowego,
- układy bezstykowe o elektronicznej regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu tzw zintegrowane układy wtryskowo zapłonowe.

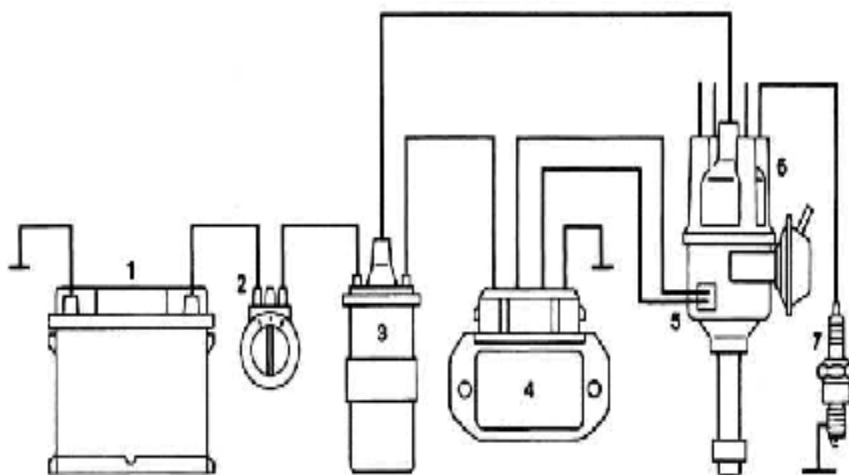
Ze względu na rodzaj elementu elektronicznego stosowanego w układzie pionowym rozróżnia się:

- układy tranzystorowe,
- układy tyrystorowe.

W elektronicznym bezstykowym, rozdzielaczowym, tranzystorowym układzie zapłonowym za pomocą sygnałów elektrycznych (sygnały czujników) sterownik rozpoznaje prędkość obrotową silnika i odpowiednio steruje kątem zwarcia (czasem zwarcia) i prądem w obwodzie pierwotnym cewki zapłonowej. Pozwoliło to na wyeliminowanie przerywacza w obwodzie niskiego napięcia i odpowiednio do prędkości obrotowej i napięcia akumulatora sterowanie kątem zwarcia (czas przepływu prądu) tak, aby krótko przed wyzwoleniem iskry zapłonowej została osiągnięta zadana wartość prądu pierwotnego. Oznacza to, że przy większych prędkościach obrotowych albo przy niższym napięciu akumulatora zwiększa się kąt zwarcia.

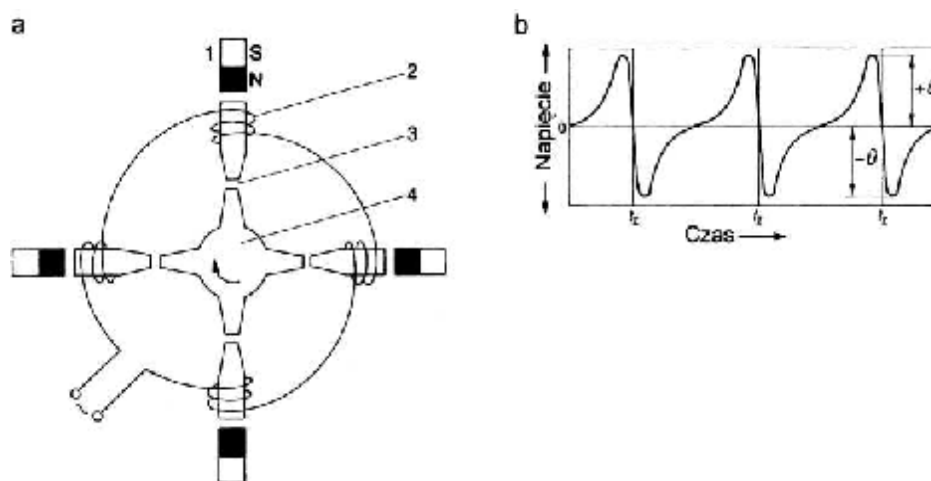
Na skutek zmian pola magnetycznego w wyniku obracania się tarczy impulsowej (wirnik) w uzwojeniu indukcyjnym (stojan) jest wytwarzane napięcie przemienne. Napięcie wzrasta w miarę zbliżania się garbów wirnika do biegunów stojana.

Pozytywna półfala napięcia osiąga największą wartość, gdy odstęp między garbami wirnika i biegunami stojana jest najmniejszy. Ze wzrostem tego odstepu pole magnetyczne gwałtownie zmienia swój kierunek i napięcie staje się przeciwne. W chwili przerwania przez sterownik prądu pierwotnego (t_z) jest wyzwalany zapłon.



Rys. 11. Elementy składowe zapłonu tranzystorowego
 1 – akumulator, 2 – wyłącznik zapłonu (stacyjka), 3 – cewka zapłonowa, 4 – sterownik, 5 – czujnik, 6 – rozdzielacz zapłonu, 7 – świeca zapłonowa [2, s. 44]

Liczba garbów wirnika i biegunów stojana na ogół odpowiada liczbie cylindrów. Wirnik obraca się o połowę wolniej od wału korbowego. Napięcie maksymalne ($\pm U$) wynosi przy małej prędkości obrotowej ok. 0,5 V, a przy dużej prędkości do ok. 100 V.



Rys.12. Indukcyjny czujnik sterowania zapłonu
 a) zasada działania; 1 – magnes trwały, 2 – uzwojenie indukcyjne z rdzeniem, 3 – zmieniająca się szczelina powietrzna, 4 – tarcza impulsowa, b) przebieg w czasie wytwarzanego przez czujnik napięcia przemiennego t_r chwila zapłonu [5, s. 203]

Inną możliwość bezstykowego sterowania zapłonu stwarza czujnik Halla. Czujnik Halla jest dość często stosowany do wyzwalania zapłonu po zamianie układu zapłonowego ze stykowego na bezstykowy. Czujnik Halla można zamontować zamiast przerywacza zapłonu na tej samej ruchomej płytce nośnej. Dzięki temu można nadal wykorzystywać ten sam rozdzielacz zapłonu.

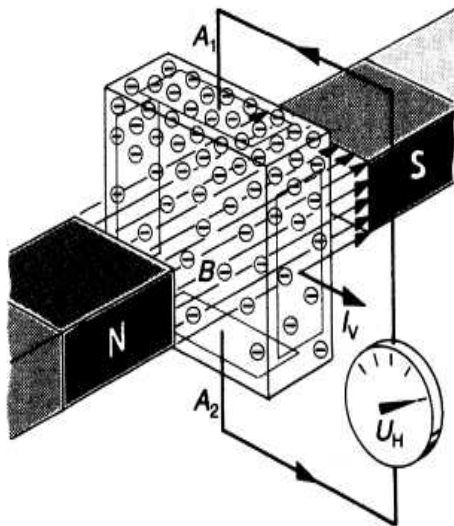
Emitowanie sygnału przez czujnik jest oparte na zjawisku Halla (określenie od nazwiska odkrywcy) rysunek 13. W przewodzie, przez który płynie prąd elektryczny, strumień elektronów zostaje odchylony przez zewnętrzne pole magnetyczne prostopadle do kierunku przepływu prądu i prostopadle do kierunku pola magnetycznego. W specjalnych

półprzewodnikach można osiągnąć szczególnie silny efekt Halla. Układ scalony (integrated circuit, IC) w czujniku Halla dodatkowo wzmacnia sygnał.

Wirująca przesłona ze szczelinami (oknami) przecina linie pola magnetycznego oddziałującego na czujnik Halla. Kiedy pomiędzy magnesami przewodzącymi znajdzie się okno, wtedy powstaje napięcie Halla. Jeżeli w szczelinie powietrznej pomiędzy magnesami znajdzie się przesłona, wówczas linie pola magnetycznego nie mogą oddziaływać na czujnik Halla i napięcie jest bliskie zeru. Chociaż pozostaje niewielkie pole rozproszenia, to zmieniające się napięcie Halla jest precyzyjnym sygnałem sterującym zapłonem rysunek 14.

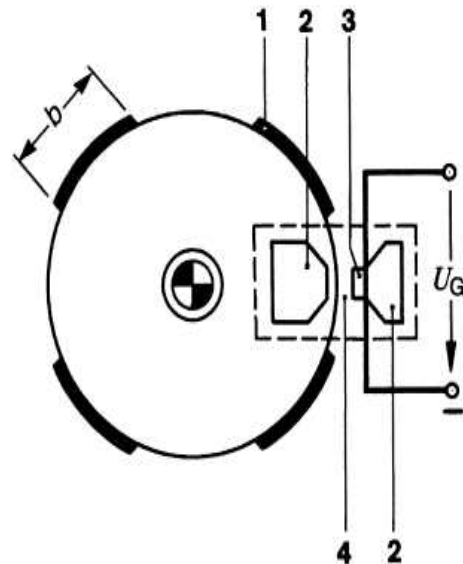
Liczba okien zwykle odpowiada liczbie cylindrów. Przesłona jest osadzona na wałku rozdzielacza zapłonu i obraca się z prędkością o połowę mniejszą od wału korbowego.

W celu przestawienia kąta wyprzedzenia zapłonu płytką, na której jest zamocowany czujnik Halla, jest przestawiana mechanicznie, zgodnie z poznanymi wcześniej zasadami. Wyzwolenie zapłonu następuje w chwili włączenia czujnika Halla (t_z), to znaczy kiedy przez okno w przesłonie linie pola magnetycznego przejdą przez czujnik Halla.



Rys. 13. Efekt Halla

A_1 A_2 – złącza warstwy Halla: U_H – napięcie Halla: B – pole elektromagnetyczne (gęstość strumienia): I_v – trwały prąd zasilania [8, s. 204]

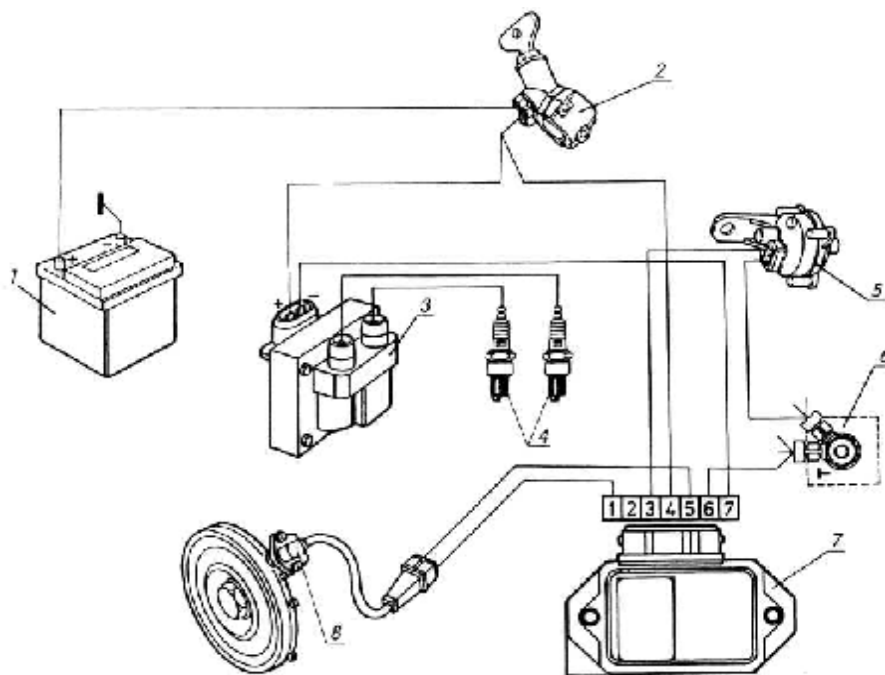


Rys. 14. Zasada działania czujnika Halla

1 – przesłona o szerokości b ; 2 – miękkie magnesy przewodzące; 3 – czujnik Halla, 4 – szczelina powietrzna [8, s. 204]

Rysunek 15 przedstawia schemat elektronicznego układu zapłonowego. Jest to układ bezstykowy, bezrozdzielaczowy o elektronicznej regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu.

Czujnik położenia i prędkości obrotowej wału korbowego określa położenie specjalnie usytuowanych występów na obracającym się kole pasowym silnika. Częstotliwość generowanych przez czujnik impulsów stanowi dla modułu elektronicznego informację o prędkości obrotowej silnika, natomiast ich nieregularność stanowi informację o położeniu tłoków względem GMP.



Rys. 15. Schemat elektronicznego układu zapłonowego

- 1 – źródła energii elektrycznej, tj. akumulator w czasie rozruchu i prąd w czasie pracy silnika,
 2 – wyłącznik zapłonu w stacyjce, 3 – dwubiegunowa cewka zapłonowa, 4 – świece zapłonowe,
 5 –przełącznik podciśnieniowy, 6 – złącze masowe, 7 –moduł elektroniczny,
 8 – czujnik położenia i prędkości obrotowej wału korbowego [5, s. 43]

Przełącznik podciśnieniowy przekazuje do modułu informacje o podciśnieniu w kolektorze dolotowym, tj. o obciążeniu silnika (obciążenie częściowe lub pełne). Moduł elektroniczny na podstawie zebranych informacji steruje zarówno natężeniem prądu w obwodzie pierwotnym cewki zapłonowej, jak i momentem włączenia-wyłączenia prądu (czyli kątem wyprzedzenia zapłonu). Mikroprocesor modułu ma w swoim programie zakodowane charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu dla obciążenia częściowego i obciążenia pełnego. Według tych charakterystyk jest ustalony rzeczywisty kąt wyprzedzenia zapłonu.

Moduł elektroniczny ma również zakodowany ogranicznik prędkości obrotowej rozbiegania silnika, wyłączający zapłon przy założonej prędkości obrotowej.

Cewka zapłonowa z dwoma biegunami wysokiego napięcia zasila jednocześnie dwie świece zapłonowe. Przeskok iskry występuje zarówno w cylindrze, w którym kończy się suw sprężania, jak i w drugim cylindrze, w którym kończy się suw wylotu.

W zintegrowanych systemach sterowania silnika jest stosowane jedno urządzenie sterujące, które nadzoruje pracę układu wtryskowego benzyny i układu zapłonowego. Urządzenie sterujące ma w pamięci mikroprocesora zapisaną charakterystykę kąta wyprzedzenia zapłonu, która umożliwi dobór kąta wyprzedzenia zapłonu dla każdej prędkości obrotowej i każdego stanu obciążenia silnika.

W bezstykowym zapłonie tranzystorowym ustawienie chwili zapłonu może być zachowane prawie przez cały okres trwałości układu. Z powodu mechanicznego sposobu ustawiania występuje jednak wąski zakres regulacji.

W pewnych warunkach pracy silnika różnice w stosunku do optymalnej chwili zapłonu mogą być względnie duże. Wówczas może dochodzić do spalania stukowego. Zjawiska bardzo niekorzystnego dla pracy silnika. Wywołane jest ono rozprężającą się w komorze spalania częścią już palącej się mieszaniny palnej, która podgrzewa i spręża jeszcze nie

zapaloną pozostałą mieszanke. Po przekroczeniu pewnej granicy ciśnienia i temperatury pozostała, nie spalona mieszanina spala się gwałtownie, powodując znaczne wahania ciśnienia w komorze i powstanie dźwięku - stuku, charakterystycznego dla tego rodzaju silnika.

Rozwiązaniem jest zapłon elektroniczny, który w każdych warunkach pracy gwarantuje optymalną chwilę zapłonu.

W celu ustalenia warunków pracy silnika procesor urządzenia sterującego potrzebuje następujących informacji:

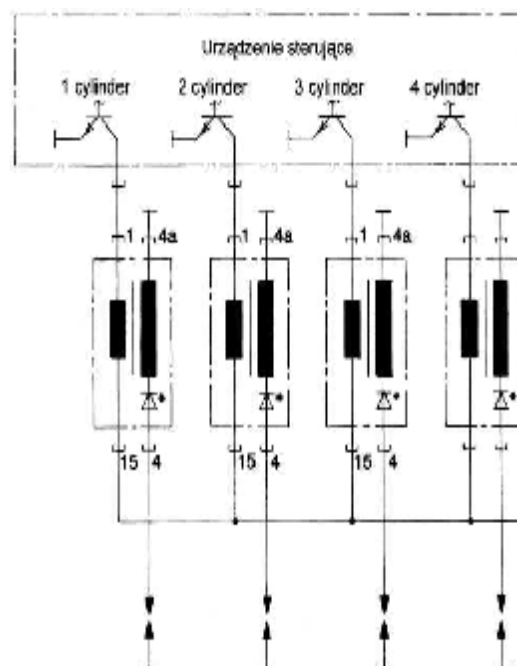
- prędkości obrotowej i położenia wału korbowego,
- obciążenia,
- temperatury silnika,
- zapłonu,
- masy.

Ponadto oprócz wymienionych możliwe są jeszcze dodatkowe sygnały wejściowe takie jak:

- sygnał z czujnika spalania stukowego,
- temperatura powietrza dolotowego,
- sygnał ze stycznika przepustnicy,
- sygnał ze złącza kodowania liczby oktanowej,
- sygnał włączenia automatycznej skrzynki przekładniowej.

Po otrzymaniu odpowiednich sygnałów wejściowych i ich przetworzeniu urządzenie sterujące wysyła do zacisku 1 cewki zapłonowej sygnał sterujący zapewniający wytworzenie dostatecznie silnej iskry zapłonowej we właściwej chwili. Rozdzielacz zapłonu przejmuje w zasadzie tylko rolę rozdzielania wysokiego napięcia na poszczególne cylindry. Dlatego dość często umieszczony jest na tylnym końcu wału rozrządu.

W zapłonie elektronicznym po stronie wyjściowej wyeliminowano mechaniczny rozdzielacz wysokiego napięcia. Każdy z cylindrów obsługiwany jest przez indywidualną cewkę zapłonową (rys. 16).



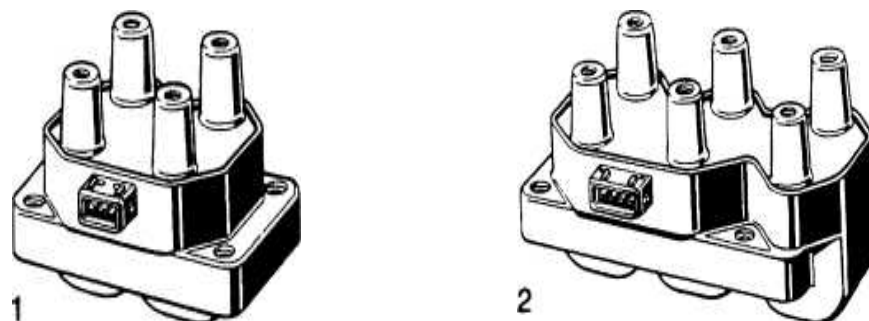
Rys. 16. Rozdział napięcia w układzie z pojedynczymi cewkami zapłonowymi [8, s. 215]

Urządzenie sterujące wymaga jednak dodatkowej informacji wejściowej z wału rozrządu. Za pomocą czujnika (może być czujnik Halla) urządzenie sterujące rozpoznaje kolejność pracy cylindrów i odpowiednio steruje każdą cewką. Układ ten ze względu na brak ruchomych części charakteryzuje się:

- brakiem ograniczeń wielkości przestawiania kąta wyprzedzenia zapłonu,
- wyeliminowaniem ściernego zużywania się części,
- mniejszą ilością elementów i połączeń w obwodzie wysokiego napięcia,
- znacznie mniejszą ilością zakłóceń elektromagnetycznych,
- uzyskaniem większych mocy zapłonu.

W silnikach z parzystą liczbą cylindrów tańszym rozwiązaniem jest zastosowanie rozdziału zapłonu z cewki dwubiegunowej.

W jednym z cylindrów jest ona wykorzystywana do zapłonu w suwie sprężania, a w drugim jest tracona (tzw. iskra wspomagająca). Niektórzy producenci integrują kilka cewek w jednej obudowie (rys.17).



Rys. 17. Cewki dwubiegunowe do statycznego rozdzielenia wysokiego napięcia
1 – dwie cewki dwubiegunowe, 2 – trzy cewki dwubiegunowe [8 s.217]

Oprócz opisanych powyżej układów zapłonowych, które są obecnie stosowane w pojazdach samochodowych, prowadzone są badania nad nowymi rozwiązaniami tych układów. Spośród wielu badanych niekonwencjonalnych metod zapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej zapłon plazmowy można zaliczyć do najskuteczniejszych. Dokonuje się tego zapłonu, używając tzw. świec plazmowych, które konstrukcją różnią się od świec konwencjonalnych.

Ponadto wyróżnić można jeszcze zapłon fotochemiczny i elektromagnetyczny za pomocą lasera.

Zapłon fotochemiczny wykorzystuje zjawisko rozpadu tlenu w mieszance paliwowo-powietrznej, które występuje pod wpływem promieniowania ultrafioletowego. Rozpad cząstek tlenu powoduje znaczne zmniejszenie energii zapłonu, do tego stopnia, że zapłon mieszanki paliwowo-powietrznej może nastąpić bezpośrednio wskutek wzrostu temperatury w trakcie sprężania mieszanki.

Zapłon elektromagnetyczny wykorzystuje zjawisko impulsu elektromagnetycznego. Wytworzone jony dodatnie i uwolnione elektrony przemieszczają się, tworząc ładunki przestrzenne o dodatnim i ujemnym potencjale.

Po przekroczeniu pewnej krytycznej koncentracji tych ładunków, co jest równoznaczne z przekroczeniem granicznego natężenia pola elektrycznego, następuje przebicie obszaru jonizacji. Wyładowanie elektryczne powoduje w rezultacie bardzo szybkie rozprzestrzenienie się zjonizowanego gazu i zapłonu.

Zaostrzone przepisy dotyczące gazów wylotowych, nieodporność katalizatora na przerwę w zapłonie, wymagania zmniejszenia zużycia paliwa, badania EOBD, prowadzą do opracowywania systemów zapłonowych elektronicznych coraz to nowszych generacji.

Poniższa tabela przedstawia porównanie poszczególnych układów zapłonowych.

Tabela 3. Porównanie poszczególnych układów zapłonowych [2, s. 233]

System zapłonowy	Zapłon klasyczny	Zapłon tranzystorowo-cewkowy	Zapłon elektroniczny	Zapłon elektroniczny 2 generacji
Działanie	Klasyczny układ zapłonowy sterowany zestykami	Układ zapłonu tranzystorowego	Elektroniczny układ zapłonowy	Elektroniczny zapłon 2 generacji
Rozpoznanie prędkości obrotowej, pomiar kąta obrotu wału korbowego	-	Czujnik indukcyjny/ Czujnik Halla w rozdzielnicy zapłonu	Czujnik indukcyjny na wale korbowym lub czujnik Halla w rozdzielnicy zapłonu	Czujnik indukcyjny/ Czujnik Halla na wale korbowym
Regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu - w zależności od prędkości obrotowej - w zależności od obciążenia	Mechaniczna: Odśrodkowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu w rozdzielnicy Podciśnieniowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu w rozdzielnicy	Mechaniczna: Odśrodkowy regulator kąta wyprzedzenia kąta zapłonu Podciśnieniowy regulator kąta wyprzedzenia zapłonu w rozdzielnicy	Elektroniczna: Mapa albo charakterystyka Czujnik ciśnienia w urządzeniu sterującym lub sygnał obciążenia z potencjometru przepustnicy	Elektroniczna: Mapa albo charakterystyka. Czujnik ciśnienia w urządzeniu sterującym lub sygnał obciążenia z potencjometru przepustnicy
Informacje o biegu jałowym, jeździe ustalonej i pełnym obciążeniu	-	-	Włącznik przepustnicy albo sygnał obciążenia z potencjometru przepustnicy	Włącznik przepustnicy albo sygnał obciążenia z potencjometru przepustnicy
Ograniczenia prędkości obrotowej	Mechaniczny wyłącznik odśrodkowy w palcu rozdzielnicy zapłonu	Mechaniczny wyłącznik odśrodkowy w palcu rozdzielnicy zapłonu	Elektronicznie w urządzeniu sterującym	Elektronicznie w urządzeniu sterującym
Rozpoznanie spalania stukowego	-	-	Czujnik spalania stukowego na kadłubie silnika	Czujnik spalania stukowego na kadłubie silnika albo przez pomiar jonów prądowych na świecy zapłonowej
Regulacja prądu pierwotnego	--	--	Elektroniczna w urządzeniu sterującym	Elektroniczna w urządzeniu sterującym
Obwód prądu pierwotnego	Mechanicznie przez styki zapłonowe	Elektronicznie przez urządzenie przełączające/sterujące	Stopień końcowy w urządzeniu sterującym lub na cewce zapłonowej	Stopień końcowy w urządzeniu sterującym lub na cewce zapłonowej
Prąd pierwotny	4 A	8 A	12 A	12 A
Napięcie zapłonowe	10...25 kV	15...22 kV	30 kV stała prędkość obrotowa	35 kV stała prędkość obrotowa
Rozdział wysokiego napięcia	Mechaniczny przez rozdzielnicy zapłonu	Mechaniczny przez rozdzielnicy zapłonu	Mechaniczny przez rozdzielnicy wysokiego napięcia na wałku rozrządu	Elektroniczny przez urządzenie sterujące

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są zalety elektronicznych akumulatorowych układów zapłonowych?
2. Jaki jest podział elektronicznych akumulatorowych układów zapłonowych?
3. Jakie znasz rodzaje czujników stosowanych w układzie zapłonowym, służące do wykrywania momentu zapłonu?
4. Jakie jest zadanie czujników stosowanych w aparacie zapłonowym?
5. Jaka jest definicja zjawiska Halla?
6. Jaka jest definicja spalania stukowego?
7. Jakie parametry są potrzebne, aby ustalić warunki pracy silnika?
8. Jaki są charakterystyczne cechy układów zapłonowych sterowanych elektronicznie?
9. Jakie są nowoczesne rozwiązania zapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej?
10. W jaki sposób odbywa się regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu w poszczególnych układach zapłonowych?

4.4.3 Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zbadaj poprawność działania czujnika Halla i czujnika magnetoindukcyjnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję do ćwiczenia opracowaną przez nauczyciela,
- 2) przeanalizować materiały wskazane przez nauczyciela,
- 3) zaplanować kolejność czynności, zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 4) przygotować stanowisko pracy,
- 5) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 6) uporządkować stanowisko pracy,
- 7) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcja do ćwiczenia opracowana przez nauczyciela,
- instrukcje przeciwpożarowe oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,
- pojazd samochodowy lub makieta,
- omomierz,
- oscyloskop,
- zestaw narzędzi monterskich,
- kliny samochodowe,
- fartuchy ochronne,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń
- przybory do pisanja.

Ćwiczenie 2

Wykonaj badanie oscyloskopowe tranzystorowego bezstykowego układu zapłonowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję do ćwiczenia opracowaną przez nauczyciela,
- 2) przeanalizować materiały wskazane przez nauczyciela,
- 3) zaplanować kolejność czynności, zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 4) przygotować stanowisko pracy,
- 5) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 6) uporządkować stanowisko pracy,
- 7) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- literatura z rozdziału 6 dotycząca wybranego zagadnienia,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcja do ćwiczenia opracowana przez nauczyciela,
- instrukcje przeciwpożarowe oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,
- pojazd samochodowy lub makieta,
- oscyloskop,
- sprzęt kontrolno-pomiarowy,
- zestaw narzędzi monterskich,
- kliny samochodowe,
- fartuchy ochronne,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić zalety elektronicznych układów zapłonowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dokonać podziału elektronicznych układów zapłonowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić charakterystyczne cechy układów zapłonowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) przeprowadzić i zinterpretować badanie oscyloskopowe układu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać narzędzia i przyrządy niezbędne do wykonania badania układu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) odszukać odpowiednie wykresy wzorcowe w informacjach serwisowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5 Zasady obsługi i konserwacji układu zapłonowego

4.5.1 Materiał nauczania

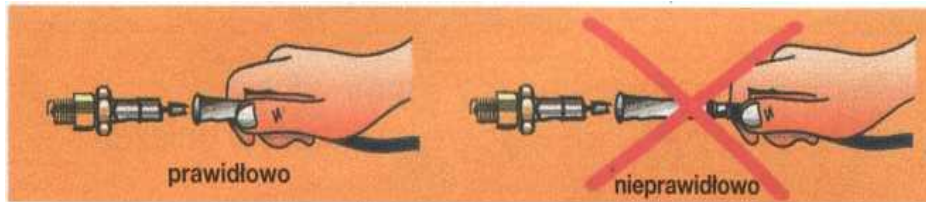
Podstawową czynnością obsługową wykonywaną w układach zapłonowych jest regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu. Są dwie metody ustawienia zapłonu. Jedna statyczna, polegająca na ustawieniu wstępnego wyprzedzenia zapłonu, gdy silnik pozostaje nieruchomy. Druga dynamiczna, wykonywana jest podczas pracy silnika na biegu jałowym i stwarza możliwość ustawienia rzeczywistego wyprzedzenia zapłonu.

W trakcie wykonywania prac demontażowych i montażowych w układzie zapłonowym należy przestrzegać następujących zasad:

- przed rozruchem silnika ustalić czy akumulator jest prawidłowo podłączony z instalacją,
- do rozruchu silnika nie używać dodatkowych źródeł zwiększających napięcie, np. do 24 V,
- nie odłączać akumulatora podczas pracy silnika,
- przy włączonym zapłonie nie odłączać modułu elektronicznego, elektronicznego zespołu sterującego ani innych części układu zapłonowego,
- zwracać uwagę na odpowiednią biegunowość przyłączy; odwrócenie biegunowości może doprowadzić do zniszczenia części elektronicznych,
- w razie odwrócenia biegunowości przyłączy czujnika magnetoindukcyjnego nastąpi przesunięcie zapłonu w kierunku wyprzedzenia,
- elektryczne przyłącza modułu i elektronicznego zespołu sterującego muszą być suche, czyste i osadzone bez luzów,
- nie włączać do układu elektronicznego cewki zapłonowej przeznaczonej do stykowego układu zapłonowego, odwrotne zastosowanie jest również niedopuszczalne,
- powierzchnie montażowe modułu i zespołu sterującego muszą być czyste i nie zdeformowane, zapewnia to dobre odprowadzenie ciepła,
- wszystkie połączenia z masą powinny być czyste i pewne,
- świece zapłonowe należy wymieniać po ostygnięciu silnika; dotyczy to zwłaszcza głowic aluminiowych, gdyż różny współczynnik rozszerzalności cieplnej głowicy i korpusu świecy powoduje silny skurcz po ochłodzeniu, co może być przyczyną znacznych trudności ponownego wkręcenia świecy,
- do wykręcania i wkręcania świec należy używać specjalnego klucza, pasującego do wymiarów korpusu sześciokąta świecy; nasadka klucza powinna całkowicie pokrywać część sześciokątną oraz mieć taką średnicę wewnętrzną, aby nie stykała się z izolatorem; trzpień pokrętła nie może dotykać do końcówki świecy; ponadto należy uważać, aby klucz nie ustawił się ukośnie, ani nie ześlizgnął się podczas wykręcania lub dokręcania świecy,
- podczas wykręcania świecy obrócić ją 1...2 razy i usunąć z gniazda zanieczyszczenia, używając do tego sprężonego powietrza lub pędzelka; dzięki temu brud nie dostanie się na gwint i do wnętrza komory spalania,
- należy uważać, aby w trakcie obsługi nie uszkodzić elementów układu zapłonowego,
- jeżeli świeca jest zbyt mocno dokręcona lub wskutek przegrzania gwint uległ zapieczeniu, nie należy jej wykręcać na siłę; zrób to stopniowo, po ukazaniu się pierwszej nitki gwintu wpuść w gniazdo kilka kropel nafty i ponownie wkręć świecę; po kilku minutach spróbuj wykręcić świecę,
- aby uchronić gwint przed zapieczeniem można posmarować czop korpusu smarem grafitowym lub molibdenowym, ewentualnie potřzeć gwint grafitem z ołówka miękkiego; nie wolno do tego celu stosować oleju,

- świecę należy wkręcać przez kilka pierwszych obrotów palcami, nie przekrzywając jej, aż do wycucia oporu, a następnie kluczem, zapobiegając w ten sposób mimowolnemu zniszczeniu gwintu,
- ostateczne dokręcenie świecy powinno się odbywać przy użyciu klucza dynamometrycznego, który zapewni przyłożenie odpowiedniego momentu,
- w klasycznym układzie zapłonowym przed przystąpieniem do regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu, należy najpierw wyregulować odstęp między stykami przerywacza.

Na rysunku 18 przedstawiono przykład prawidłowego i nieprawidłowego demontażu przewodów wysokiego napięcia.



Rys. 18. Przykład prawidłowego i nieprawidłowego demontażu przewodów zapłonowych [9, s. 25]

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są znane sposoby regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu?
2. Która z metod regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu jest dokładniejsza?
3. W jakim stanie powinny znajdować się złącza elektryczne i powierzchnie montażowe modułu i urządzenia sterującego?
4. Dlaczego świece zapłonowe należy wymieniać po ostygnięciu silnika?
5. Jaki jest tok postępowania ze świecą, która jest zbyt mocno dokręcona?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj regulację statycznego i dynamicznego kąta wyprzedzenia zapłonu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać literaturę z rozdziału 6, dotyczącą, zasad obsługi i konserwacji układu zapłonowego,
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe przy wykonywaniu prac,
- 3) przeanalizować materiał wskazany przez nauczyciela,
- 4) zaplanować kolejność czynności,
- 5) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 6) przygotować stanowisko pracy,
- 7) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcja wykonania ćwiczenia opracowana przez nauczyciela,
- instrukcje przeciwpożarowe oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,
- samochód lub model silnika z układem zapłonowym,
- elementy zabezpieczenia pojazdu przed zabrudzeniem i przemieszczeniem: klipy pod koła, pokrowce na błotniki przednie, kierownicę i siedzenie,
- informacje serwisowe,
- zestaw kluczy płasko-oczkowych,
- zestaw wkrętaków monterskich,
- szczelinomierz,
- lampka kontrolna,
- lampa stroboskopowa,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wykonaj demontaż i montaż elementów układu zapłonowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przeczytać literaturę z rozdziału 6, dotycząca obsługi i konserwacji układu zapłonowego,
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe przy wykonywaniu prac,
- 3) przeanalizować materiał wskazany przez nauczyciela,
- 4) zaplanować kolejność czynności,
- 5) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 6) przygotować stanowisko pracy,
- 7) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcja wykonania ćwiczenia opracowana przez nauczyciela,
- instrukcje przeciwpożarowe oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,
- samochód lub model silnika z układem zapłonowym,
- instalacja sprężonego powietrza,
- pistolet do sprężonego powietrza,
- zestaw kluczy płasko-oczkowych,
- zestaw wkrętaków monterskich,
- klucz do świec,
- klucz dynamometryczny,
- szczelinomierz,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) przygotować stanowisko pracy do obsługi i konserwacji układu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sporządzić wykaz: urządzeń, maszyn, narzędzi, materiałów i sprzętu kontrolno-pomiarowego do wykonania obsługi i konserwacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) przeprowadzić i zinterpretować wynik pomiaru kąta wyprzedzenia zapłonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dokonać demontażu i montażu układu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać narzędzia i przyrządy niezbędne do wykonania obsługi układu zapłonowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) odszukać odpowiednie dane regulacyjne z informacji serwisowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

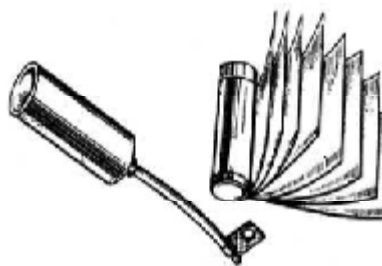
INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań o różnym stopniu trudności. Są to zadania wielokrotnego wyboru.
5. Za każdą poprawną odpowiedź możesz uzyskać 1 punkt.
6. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Dla każdego zadania podane są cztery możliwe odpowiedzi: a, b, c, d. Tylko jedna odpowiedź jest poprawna: wybierz ją i zaznacz kratkę z odpowiadającą jej literą znakiem X.
7. Staraj się wyraźnie zaznaczać odpowiedzi. Jeżeli się pomylisz i błędnie zaznaczysz odpowiedź, otocz ją kółkiem i zaznacz ponownie odpowiedź, którą uważasz za poprawną.
8. Test składa się z 20 zadań wielokrotnego wyboru, z których zadania 1÷17, oznaczone jako Część I, są z poziomu podstawowego, natomiast zadania 18÷20 są z poziomu ponadpodstawowego – Część II. Zadania te mogą przysporzyć Ci trudności, gdyż są one na poziomie wyższym niż pozostałe.
9. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
10. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie sprawiało Ci trudność, wtedy odłóż rozwiązanie zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
11. Po rozwiązaniu testu sprawdź, czy zaznaczyłeś wszystkie odpowiedzi na KARCIE ODPOWIEDZI.
12. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

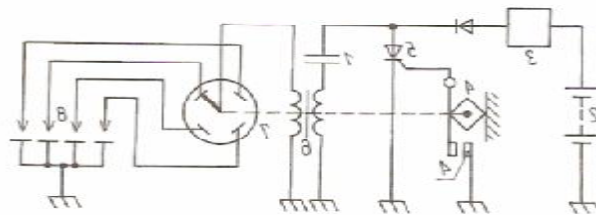
1. Na rysunku przedstawiono
 - a) świecę zapłonową.
 - b) styki przerywacza.
 - c) kondensator.
 - d) przewód wysokiego napięcia.



2. Wartość kąta, o jaką obróci się wał korbowy silnika od momentu przeskoku iskry na elektrodach świecy zapłonowej do osiągnięcia przez tłok GMP, nazywamy
 - a) prędkością obrotową silnika.
 - b) kątem wyprzedzenia zapłonu.
 - c) stopniem sprężania.
 - d) kątem wyprzedzenia wtrysku.

3. Zadaniem cewki zapłonowej jest
 - a) wzmacnianie iskry zapłonowej.
 - b) regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu.
 - c) przetwarzanie napięcia niskiego na napięcie wysokie.
 - d) zapobieganie iskrzeniu styków przerywacza.
4. Wartość wysokiego napięcia w elektronicznym układzie zapłonowym wynosi około
 - a) 10 kV.
 - b) 10-20 kV.
 - c) 25 kV.
 - d) 30-40 kV.
5. Obsługa aparatu zapłonowego obejmuje między innymi następujące czynności
 - a) sprawdzenie spadku napięcia na stykach przerywacza.
 - b) regulację kąta wyprzedzenia zapłonu.
 - c) pomiar napięcia zasilania.
 - d) pomiar i regulację odstępów między elektrodami świecy zapłonowej.
6. Która z zasad bezpiecznej pracy związanej z diagnostyką samochodu jest nieprawidłowa
 - a) stosowanie benzyny do mycia części.
 - b) używanie lamp przenośnych o napięciu wyższym niż 24V.
 - c) regulacja silnika w pomieszczeniu powinna odbywać się z nałożonym na rurę wydechową przewodem odprowadzającym spaliny.
 - d) nie naprawiać uszkodzonych bezpieczników.
7. Elementem układu zapłonowego zmniejszającym iskrzenie styków przerywacza jest
 - a) kopułka rozdzielacza.
 - b) cewka zapłonowa.
 - c) świeca.
 - d) kondensator.
8. Kąt wyprzedzenia zapłonu mierzy się za pomocą
 - a) lampy stroboskopowej.
 - b) aerometru.
 - c) kątomierza uniwersalnego.
 - d) stetoskopu elektronicznego.
9. W celu sprawdzenia wyprzedzenia zapłonu w silniku 4-cylindrowym, przewód lampy stroboskopowej wychwytyjący impulsy wysokiego napięcia należy podłączyć do przewodu wysokiego napięcia
 - a) drugiego cylindra.
 - b) pierwszego cylindra.
 - c) trzeciego cylindra.
 - d) dowolnego cylindra.
10. Czarny suchy nalot na stożku izolatora, elektrodach i korpusie świecy informuje o
 - a) spalaniu zbyt bogatej mieszanki paliwowo-powietrznej.
 - b) spalaniu zbyt ubogiej mieszanki paliwowo-powietrznej.
 - c) zbyt wczesnym zapłonie.
 - d) zbyt późnym zapłonie.

11. Układ Motronic to
- układ zapłonowy.
 - układ wtryskowy.
 - układ zasilania.
 - zintegrowany układ wtryskowo zapłonowy.
12. Przeprowadzenie regulacji pracującego silnika w pomieszczeniu zamkniętym bez nałożenia na rurę wydechową elastycznego przewodu odprowadzającego spaliny na zewnątrz, może być przyczyną zatrucia organizmu
- tlenem.
 - azotem.
 - dwutlenkiem węgla.
 - tlenkiem węgla.
13. Ze względów bezpieczeństwa przed przystąpieniem do prac konserwacyjno-obsługowych przy układach zapłonowych należy
- prace przeprowadzać na zimnym silniku.
 - odłączyć przewód wysokiego napięcia ze świecy pierwszego cylindra.
 - zachować szczególną ostrożność przy urządzeniach wysokiego napięcia.
 - wymontować z pojazdu akumulator.
14. Cewka zapłonowa składa się z następujących elementów
- uzwojenia pierwotnego, uzwojenia wtórnego, rdzenia, obudowy.
 - młoteczka, kowadełka, sprężyny.
 - elektrody środkowej, izolatora, elektrody bocznej i kadłuba.
 - kordu, rdzenia z proszków ferrytowych, cienkiego drutu oporowego.
15. Zjawisko indukcji magnetycznej zachodzi w
- akumulatorze.
 - kondensatorze.
 - cewce zapłonowej.
 - rozdzielaczu zapłonu.
16. Oznaczony na schemacie cyfrą 7 element układu zapłonowego to
- cewka zapłonowa.
 - styki przerywacza.
 - kondensator.
 - rozdzielacz zapłonu.



17. Czujnik Halla służy do
- pomiaru temperatury cieczy chłodzącej.
 - ustalenia wartości kąta wyprzedzenia zapłonu.
 - ustalenia momentu zapłonu.
 - pomiaru odstępów między stykami przerywacza.
18. Odstęp między stykami przerywacza w klasycznym układzie zapłonowym wynosi
- 0,1-0,2 mm.
 - 0,2-0,3 mm.
 - 0,35-0,45 mm.
 - 0,45-0,55 mm.

19. Jedną z przyczyn „dzwonienia” silnika o zapłonie iskrowym podczas przyspieszania samochodu może być
- a) zbyt późny zapłon
 - b) zbyt wczesny zapłon.
 - c) za bogata mieszanka paliwowo- powietrzna.
 - d) zbyt duża liczba oktanowa paliwa.
20. Oznaczenie na kondensatorze 0,22 μ F informuje o
- a) spadku napięcia na stykach przerywacza.
 - b) kącie wyprzedzenia zapłonu.
 - c) wartości wysokiego napięcia.
 - d) pojemności kondensatora.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Wykonywanie obsługi i konserwacji elementów i podzespołów układu zapłonowego

Zakreśl poprawną odpowiedź

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

6. LITERATURA

1. Demidowicz R.: Zapłon. Wyd. 2. WKiŁ, Warszawa 1993
2. Grzybek S. (red.): Budowa pojazdów samochodowych. Część I, REA, Warszawa 2003
3. Herner A., Riehl H.J.: Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych. Wyd. 2. WKiŁ, Warszawa 2003
4. Kurdziel R.: Podstawy elektrotechniki WSiP, Warszawa 1999
5. Ocioszyński J.: Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 1996
6. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. Wyd. 6 uaktualnione. WKiŁ, Warszawa 2005
7. Trzeciak K.: Świece zapłonowe. Wyd. 2. WKiŁ, Warszawa 1993
8. Wajand, Jan A, Wajand Jan T.: Tłokowe silniki spalinowe WNT, Warszawa 2005
9. Źródła dodatkowe:
katalog części zamiennych NGK 2005