

7. Diagnostyka układu zapłonowego

- Budowa i działanie układu zapłonowego
- Diagnozowanie układu zapłonowego
- Kontrola czujnika spalania detonacyjnego

7.1

Budowa i działanie układu zapłonowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są zadania układu zapłonowego
- jakie rozwiązania układów zapłonowych stosowane są w samochodach
- jaką funkcję pełni czujnik spalania detonacyjnego

Zadaniem układu zapłonowego samochodu jest skuteczne zapalenie mieszanki paliwowo-powietrznej w określonym czasie (tj. przy określonym kącie wyprzedzenia zapłonu), dostosowanym do warunków pracy silnika (rozruchu, biegu jałowego, zmiany obciążenia itp.).

Ogólna budowa i zasada działania układu zapłonowego nie zmieniła się od bardzo dawna. Podstawowe elementy tego układu to cewka zapłonowa i świece zapłonowe.

Cewka zapłonowa ma dwa uzwojenia: pierwotne i wtórne. Jej **zadaniem** jest:

- magazynowanie energii (z akumulatora – instalacji pokładowej samochodu) w polu magnetycznym,
- wytworzenie wysokiego napięcia (podczas zaniku przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki),
- przekazanie wytworzonego napięcia o wartości od kilku do kilkunastu kV do świece zapłonowej.

Zadaniem świece zapłonowej jest zainicjowanie procesu spalania (zapalenie) mieszanki palnej w wyniku przeskoku iskry elektrycznej między elektrodami świece.

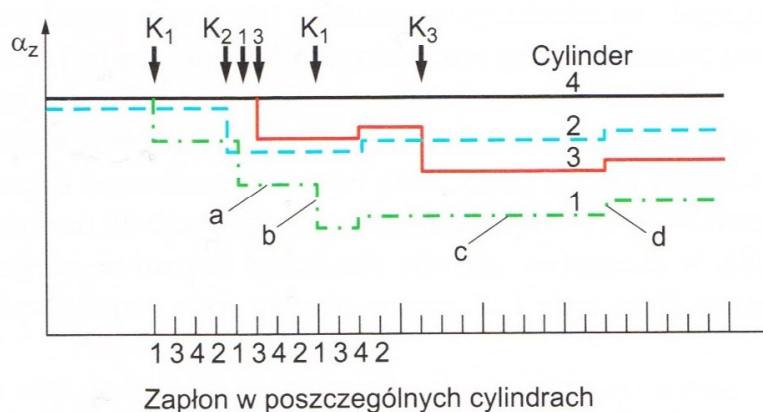
Obecnie stosowane układy zapłonowe są układami bezrozdzielaczowymi, w których wyeliminowano mechaniczny rozdzielacz napięcia, stosowany w klasycznym układzie zapłonowym. Standardowym rozwiązaniem jest układ zapłonowy z cewkami indywidualnymi (ołówkowymi lub kompaktowymi). Bardziej zaawansowane technicznie są cewki kompaktowe, które w górnej części mają zamontowany moduł elektroniczny. Pełni on różne funkcje sterująco-diagnostyczne, np. ogranicza wartość maksymalnego prądu w uzwojeniu pierwotnym cewki, nadzoruje obwód pierwotny cewki, a w razie wykrycia jego nieprawidłowego działania przekazuje do sterownika silnika informacje o wykrytych usterkach. Układy zapłonowe z cewkami indywidualnymi nie mają przewodów wysokiego napięcia (zapłonowych), ponieważ cewki takie znajdują się bezpośrednio nad świecami zapłonowymi.

W starszych samochodach stosowane są **cewki dwubiegunowe**, których oddzielne uzwojenia (pierwotne i wtórne) nie są ze sobą połączone. Uzwojenie wtórne tych cewek jest podłączone jednocześnie do dwóch świec zapłonowych, umieszczonych w różnych cylindrach. W silniku czterocylindrowym jedna cewka dwubiegunowa jest podłączona do cylindrów 1. i 4., a druga do cylindrów 2. i 3., niezależnie od kolejności pracy cylindrów (1–3–4–2 lub 1–2–4–3). Każda z cewek jest więc podłączona do cylindrów pracujących z przesunięciem fazowym równym pełnemu obrotowi wału korbowego (360°). Przeskok iskry elektrycznej następuje jednocześnie w dwóch cylindrach: aktualnie pracującym (w suwie sprężania, np. 1.) oraz w cylindrze, w którym właśnie odbywa się suw wydechu (w silniku czterocylindrowym

będzie to cylinder 4.). Większość energii zgromadzonej w cewce zawsze przekazywana jest do cylindra, w którym tłok znajduje się w suwie sprężania. Po obrocie wału korbowego o 360° sytuacja ulega odwróceniu. W układach z cewkami dwubiegunowymi obie cewki łączą ze świecami przewody zapłonowe.

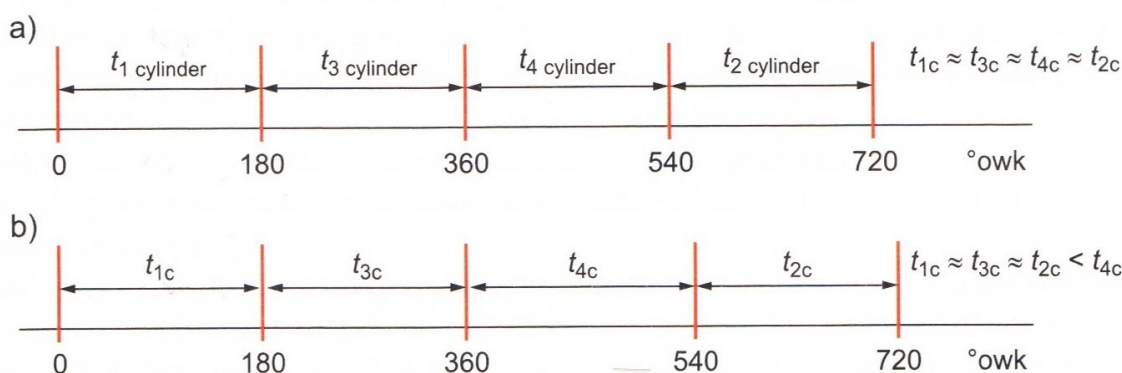
Istotnym elementem regulacji pracy układów zapłonowych jest **czujnik spalania detonacyjnego**. Jego zadaniem jest dostarczanie do sterownika silnika informacji o tym, czy ciśnienie w przestrzeni nadtłokowej cylindrów nie wzrasta zbyt gwałtownie, tj. czy w cylindrze nie zachodzi tzw. spalanie detonacyjne. Powoduje ono duże obciążenie oraz przyspieszone zużycie elementów układu tłokowo-korbowego. W razie wykrycia takiego spalania przez sterownik silnika (na podstawie analizy sygnału wyjściowego z czujnika spalania detonacyjnego), najpierw następuje korekta kąta zapłonu, czyli jego zmniejszenie, a potem (przy braku spalania detonacyjnego) ponowne zwiększanie. Sterownik silnika zwiększa kąt zapłonu aż do ponownego wykrycia momentu spalania detonacyjnego, co znowu powoduje zmniejszenie kąta wyprzedzenia zapłonu. Zmiana kąta zapłonu może następować jednocześnie we wszystkich cylindrach lub tylko w wybranych (rys. 7.1).

Wszelkiego rodzaju niedomagania układu zapłonowego, utrudniające wywołanie zapłonu w cylindrze, są także przyczyną zwiększenia zużycia paliwa oraz emisji toksycznych składników spalin. Dodatkowo mogą one również spowodować uszkodzenie katalizatora (w wyniku tzw. wypadania zapłonów).



Zapłon w poszczególnych cylindrach

Rys. 7.1. Schemat selektywnej regulacji kąta α_z zapłonu na podstawie wskazań czujnika spalania detonacyjnego w silniku czterocylindrowym: $K_{1...3}$ – występowanie spalania detonacyjnego w cylindrach od 1. do 3., brak spalania detonacyjnego w 4. cylindrze, *a* – zwłoka czasowa układu przed opóźnieniem zapłonu, *b* – zmniejszenie kąta zapłonu, *c* – zwłoka czasowa układu przed zwiększeniem kąta zapłonu do kąta nominalnego, *d* – zwiększenie kąta zapłonu



Rys. 7.2. Porównanie czasu obrotu wału korbowego o ten sam kąt (180°) w silniku 4-cylindrowym: *a*) pracują wszystkie cylindry, *b*) brak zapłonu w jednym cylindrze (czwartym)

Wypadanie zapłonów, przede wszystkim w układach z cewkami dwubiegunowymi, wykrywane jest przez system diagnostyki pokładowej na podstawie analizy informacji o chwilowej prędkości obrotowej (tj. czasie obrotu wału korbowego o ten sam kąt dla wszystkich cylindrów). Przy braku zapłonu paliwa i tym samym braku procesu spalania w jednym z cylindrów następuje wydłużenie czasu obrotu wału korbowego w zakresie odpowiadającym pracy tego cylindra (rys. 7.2 s. 187).

W układach zapłonowych z cewkami kompaktowymi wypadanie zapłonu **wykrywane jest przez moduł sterujący (diagnostyczny) cewki**.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rozwiązania techniczne układów zapłonowych stosowane są w obecnie użytkowanych silnikach?
2. Wymień podstawowe elementy układu zapłonowego. Omów działanie układu zapłonowego.
3. Jaką funkcję w układzie zapłonowym pełni czujnik spalania detonacyjnego?
4. W jaki sposób można wykryć brak zapłonu (tzw. wypadanie zapłonu) w cylindrach silnika?

7.2

Diagnozowanie układu zapłonowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są objawy niesprawności elementów układu zapłonowego
- jak sprawdzić działanie cewki dwubiegunowej
- jakie czynności diagnostyczne obejmuje kontrola przewodów zapłonowych
- jak sprawdzić różne typy indywidualnych cewek zapłonowych

7.2.1. Wprowadzenie

Objawami niesprawności elementów układu zapłonowego są:

- trudności z odpaleniem silnika lub niemożność jego uruchomienia,
- duże wahania prędkości obrotowej podczas pracy silnika na biegu jałowym,
- słabe osiągi silnika (utrata mocy), niedostateczne przyspieszanie pojazdu,
- zwiększone zużycie paliwa.

Nieprawidłowości występujące w układzie zapłonowym są zwykle sygnalizowane zaświeceniem się lampki kontrolnej usterek i przejściem silnika w tzw. awaryjny tryb pracy.

Przed przystąpieniem do diagnozowania układu zapłonowego należy sprawdzić i ewentualnie usunąć usterki w innych układach silnika, zwłaszcza w układzie paliwowym, oraz wykluczyć niewłaściwy stan układu rozrządu i zbyt małą szczelność przestrzeni nadłokowej.

Diagnozowanie współczesnych elektronicznych układów zapłonowych z cewkami dwubiegunowymi i indywidualnymi obejmuje sprawdzenie organoleptyczne i przyrządowe. Sprawdzenie organoleptyczne to przede wszystkim:

- sprawdzenie wielkości szczeliny powietrznej i wyglądu świec zapłonowych,
- ocena stanu przewodów wysokiego napięcia (tylko w układach z cewkami dwubiegunowymi).

Sprawdzenie przyrządowe obejmuje:

- kontrolę napięcia zasilania cewki i jej połączenia z masą pojazdu,
- sprawdzenie sygnału sterującego przepływem prądu przez uzwojenie pierwotne cewki,
- oscyloskopową rejestrację przebiegu napięcia po stronie pierwotnej i wtórnej układu zapłonowego,
- kontrolę rezystancji uzwojenia pierwotnego i wtórnego cewek,
- kontrolę podstawowych parametrów pracy układu (energii zapłonu, czasu trwania wyładowania iskrowego).

Możliwość i sposób kontroli (pomiaru) wymienionych parametrów diagnostycznych zależą od typu cewek zapłonowych oraz dostępnego wyposażenia warsztatowego. Kolejność i zakres wykonywanych pomiarów zależy przede wszystkim od rodzaju informacji dostarczanych przez system diagnostyki pokładowej oraz od tego, czy silnik daje się uruchomić. Informacja z systemu autodiagnostyki dotyczy obwodu elektrycznego nadzorowanej części

układu zapłonowego, co przy ocenie stanu całego układu nie zwalnia ze szczegółowego sprawdzenia jego elementów.

Uwaga: W obwodzie uzwojenia wtórnego cewki zapłonowej (obwodzie układu zapłonowego) występuje bardzo wysokie napięcie, dochodzące do kilkunastu i więcej kV. Natężenie prądu podczas wyładowania iskrowego nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla życia człowieka poza nieprzyjemnym odczuciem porażenia napięciowego, grozi jednak uszkodzeniem przyrządów diagnostycznych, zwłaszcza gdy są w niewłaściwy sposób używane. Wysokie napięcie, dochodzące do 150 V i więcej, pojawia się również w uzwojeniu pierwotnym cewki zapłonowej w chwili rozłączania przepływu prądu przez cewkę. Dlatego podczas diagnozowania należy zachować szczególną ostrożność. **Nie wolno odłączać przewodów zapłonowych oraz przewodów doprowadzonych do cewki zapłonowej podczas pracy silnika, a wszystkie wtyczki należy podłączać jedynie przy wyłączonym zapłonie.**

Cewki zapłonowe stosowane obecnie w silnikach, dwubiegunowe (starszej konstrukcji) i indywidualne, mają nieco odmienne rozwiązania techniczne i są w inny sposób podłączane do sterownika i instalacji pokładowej samochodu. Dlatego w pierwszej kolejności należy określić typ cewki (na podstawie wyglądu i schematu połączeń elektrycznych) oraz przeznaczenie poszczególnych styków. Informacji takich dostarczają programy komputerowe do wspomagania diagnozowania i obsługi pojazdów.

7.2.2. Diagnozowanie układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi

Przykładowy schemat połączeń elektrycznych układu zapłonowego z modułem zapłonu zintegrowanym z cewkami dwubiegunowymi przedstawiono na rys. 7.3. Do cewki doprowadzone są cztery przewody (styki A–D). Cyframi 1–4 oznaczono wyjścia uzwojeń wtórnych cewki na świece zapłonowe pary cylindrów 1. i 4. oraz 3. i 2.

Jeżeli nie można uruchomić silnika lub brak jest zapłonu we wszystkich cylindrach, kontrolę rozpoczynamy od sprawdzenia elektrycznego zasilania cewki oraz podłączenia do masy pojazdu, a potem sprawdzamy sygnał sterujący.

Sprawdzanie zasilania cewki przeprowadzamy multimetrem:

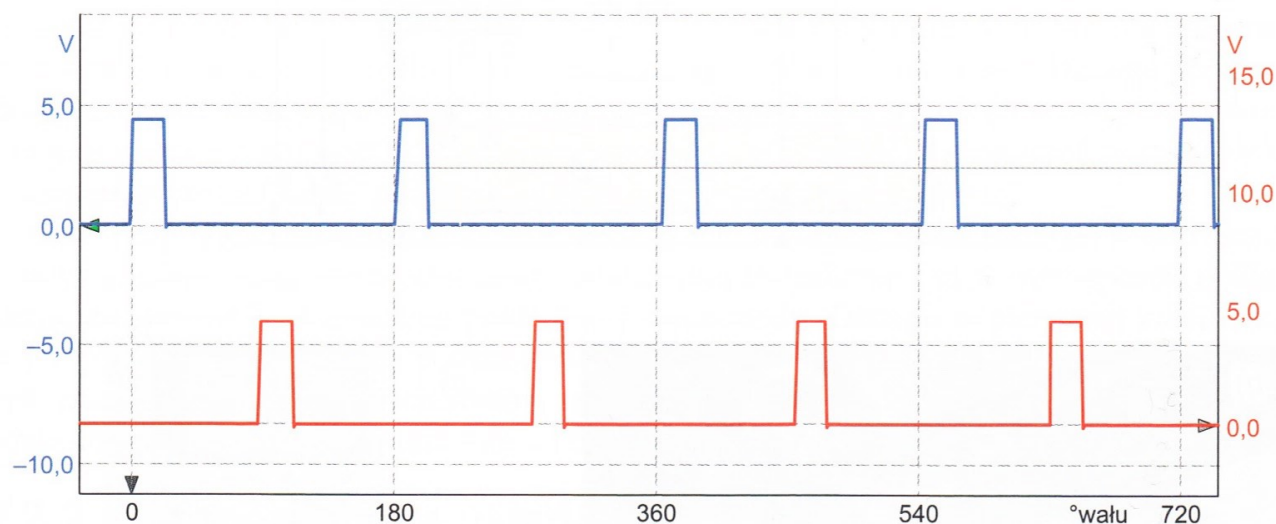
- 1) odłączamy wtyczkę łączącą cewkę z instalacją pokładową;
- 2) po włączeniu zapłonu mierzymy wartość napięcia zasilania (rys. 7.5a s. 192), przy czym dodatni przewód pomiarowy multimetru podłączamy do odpowiedniego styku we wtyczce (styk B na rys. 7.3), a przewód ujemny łączymy z masą pojazdu – zmierzona w ten sposób wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora;
- 3) sprawdzamy połączenie przewodu masowego, przykładając jedną końcówkę pomiarową multimetru do odpowiedniego wtyku (wtyk A na rys. 7.3), a drugą do bieguna dodatniego (+) akumulatora – miernik powinien wtedy wskazać jego napięcie.

Sygnał sterujący przepływem prądu przez poszczególne uzwojenia pierwotne cewki sprawdzamy oscyloskopem:

- 1) przewody dodatnie oscyloskopu podłączamy za pomocą sond igłowych do odpowiednich styków we wtyczce cewki; w zależności od sytuacji (brak zapłonu we wszystkich cylindrach lub tylko w dwóch) dokonujemy pomiaru na jednym styku (C lub D na rys. 7.3) albo na dwóch stykach (C i D) wtyczki podłączonej do cewki;
- 2) przewody ujemne oscyloskopu łączymy z masą pojazdu;
- 3) pomiaru dokonujemy, gdy silnik pracuje albo podczas próby jego uruchomienia – brak sygnału sterującego (przy ciągłości przewodów łączących cewkę ze sterownikiem) wskazuje na uszkodzenie sterownika silnika.

- 2) mierzymy rezystancję miernikiem; zmierzona wartość rezystancji uzwojenia wtórnego powinna być zgodna z wartością podaną przez producenta (zazwyczaj mieści się ona w zakresie 5–9 k Ω).

Jeżeli wykonane pomiary diagnostyczne wykazały, że cewka zapłonowa jest sprawna, a sygnał sterujący prawidłowy, w następnej kolejności kontrolujemy przewody zapłonowe i świece.



Rys. 7.4. Przebiegi sygnałów sterujących uzwojeniem cewki z rysunku 7.3 (widać przesunięcie sygnałów poszczególnych par cewek, 1–4 i 3–2)



Rys. 7.5. Sposób pomiaru: a) napięcia zasilania cewki dwubiegunowej, b) rezystancji uzwojenia wtórnego cewki

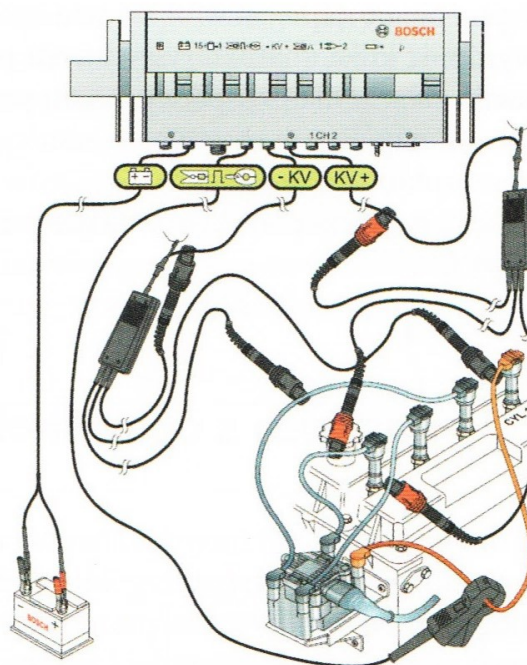
Sprawdzenie przewodów zapłonowych obejmuje pomiar rezystancji – powinna ona mieć dla wszystkich przewodów podobną wartość, zgodną z wartościami kontrolnymi podanymi w programach warsztatowych lub określonymi przez producenta. Podczas kontroli przewodów zapłonowych zwracamy również uwagę na stan ich izolacji oraz pewność (niezawodność) połączenia z cewką zapłonową i świecą.

Stan świecy sprawdzamy **po jej wykręceniu z silnika**. Sprawna świeca musi być sucha, bez śladów uszkodzenia izolatora (np. pęknięć) i oznak zużycia elektrod. Izolator powinien

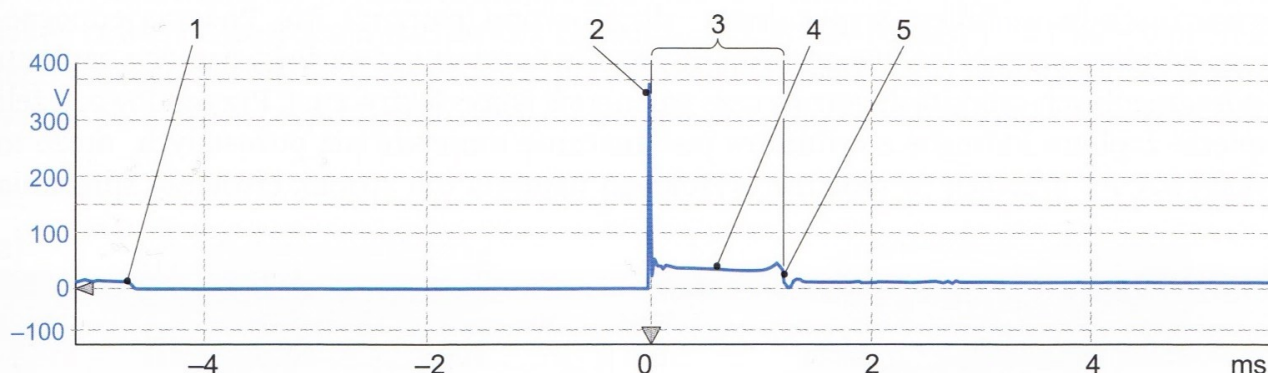
być szarożółty. Czarne, lepkie (mokre) osady na świecy wskazują na jej zaolejenie, a suche na pokrycie nagarem. Organoleptyczna ocena świecy powinna wykluczyć jej wpływ na nieprawidłową pracę układu zapłonowego, np. przedwczesny zapłon czy wypadanie zapłonów. Zabarwienie świecy i obecność osadu często wskazują na usterki występujące poza układem zapłonowym. Zaolejenie świecy może świadczyć o uszkodzeniu pierścieni tłokowych lub zaworów. Może ono być również spowodowane zbyt wysokim poziomem oleju w silniku lub wynikać z długotrwałego zasilania cylindra paliwem przy braku zapłonu.

Oceny stanu technicznego układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi możemy dokonać także pośrednio, **mierząc przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym i wtórnym układu zapłonowego.**

Do **pomiaru napięcia w obwodzie wtórnym** musimy mieć diagnoskop (oscylloskop) wyposażony w odpowiednie sondy pomiarowe (rys. 7.6). Przykładowy wykres zarejestrowany w obwodzie pierwotnym pokazano na rys. 7.7.



Rys. 7.6. Sposób podłączenia oscylloskopu do wszystkich obwodów wtórnych układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi



Rys. 7.7. Przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym układu zapłonowego

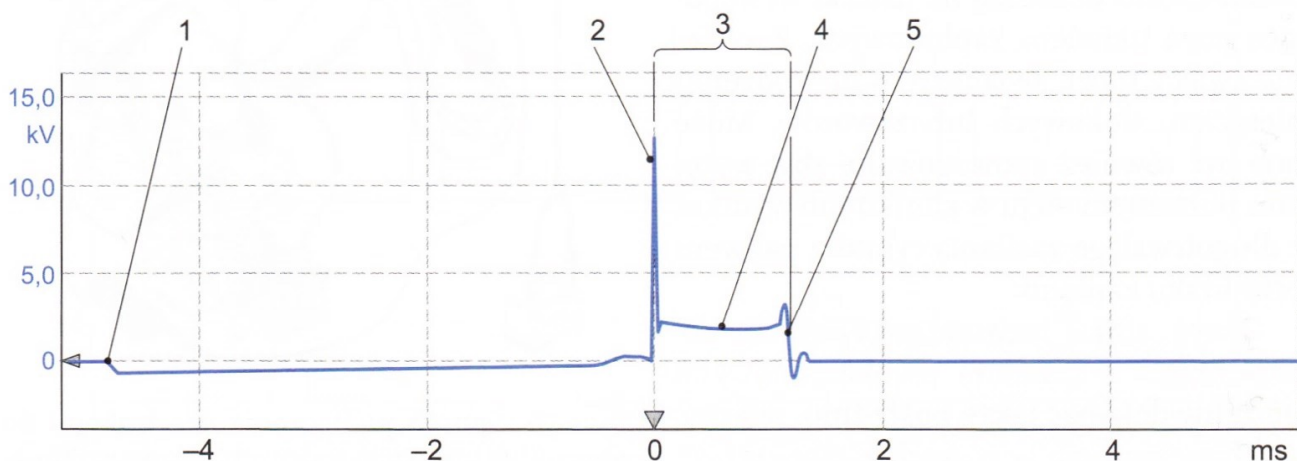
1 – załączenie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki, 2 – napięcie odpowiadające napięciu zapłonu w obwodzie wtórnym, 3 – okres odpowiadający czasowi trwania iskry zapłonowej, 4 – napięcie odpowiadające napięciu podtrzymania iskry zapłonowej w obwodzie wtórnym, 5 – zakończenie wyładowania iskrowego

Na wykresie widoczne są charakterystyczne momenty przebiegu napięcia w obwodzie pierwotnym:

- załączenie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki 1;
- zakończenie (przerwanie) przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne 2; w tym momencie w uzwojeniu wtórnym indukowane jest napięcie zapłonu o wartości kilkunastu kV, a w uzwojeniu pierwotnym napięcie kilkuset V;
- okres trwania iskry zapłonowej 3 (napięcie podtrzymania 4);
- zakończenie wyładowania iskrowego 5 (odpowiada ono czasowi trwania iskry zapłonowej dla przebiegu napięcia w obwodzie wtórnym pokazanym na rys. 7.8 s. 194).

W przebiegu napięcia w obwodzie wtórnym układu zapłonowego (rys. 7.8) także możemy wyróżnić kilka charakterystycznych punktów:

- chwila załączenia przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne 1;
- wartość napięcia w momencie zainicjowania wyładowania iskrowego (napięcie przebiecia – zapłonu);
- wartość napięcia podtrzymania iskry zapłonowej 4 (w czasie trwania wyładowania iskrowego 3).

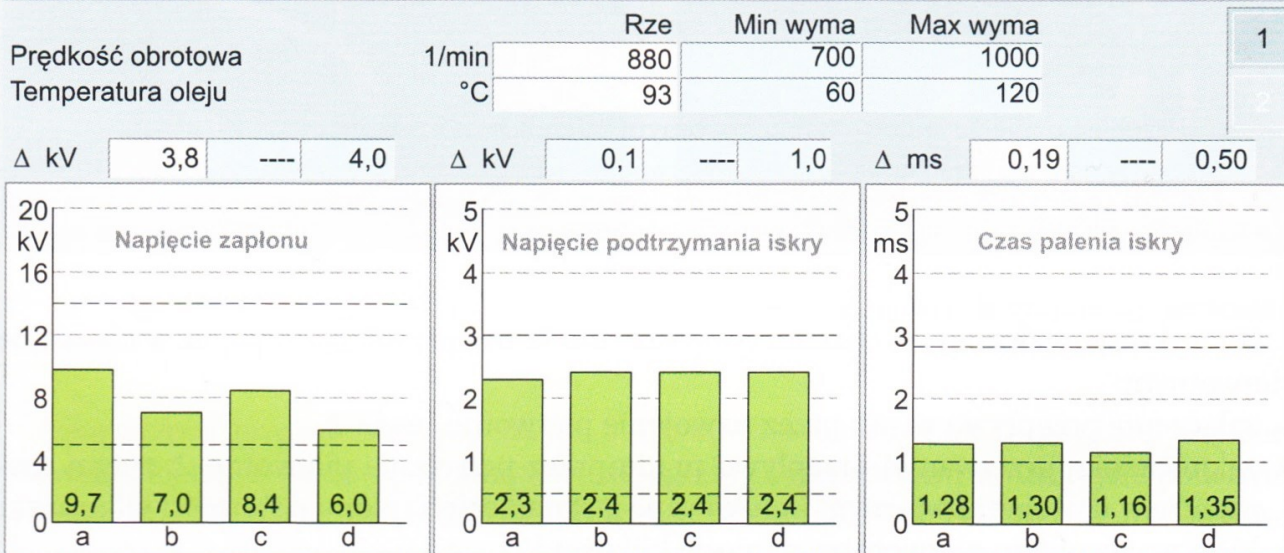


Rys. 7.8. Przebieg napięcia w obwodzie wtórnym układu zapłonowego

1 – załączenie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki, 2 – napięcie zapłonu, 3 – okres trwania iskry zapłonowej, 4 – napięcie podtrzymania iskry zapłonowej, 5 – zakończenie wyładowania iskrowego

Jednoczesny pomiar we wszystkich cylindrach (tj. dla wszystkich świec) jest optymalny, ale wymaga odpowiedniego wyposażenia – diagnosty (patrz rys. 7.6). Podczas jednoczesnego pomiaru szczególną uwagę zwracamy na równomierność wartości napięcia zapłonu w poszczególnych cylindrach oraz na czas palenia się iskry elektrycznej. Przykładowo, jeżeli napięcie zapłonu któregoś z cylindrów jest znacznie mniejsze niż pozostałych, może to wskazywać na przebiecie w układzie wysokiego napięcia lub spadek ciśnienia sprężania

OPEL / ASTRA-F / X14XE / MT / MULTEC-S / 66KW



Rys. 7.9. Informacje o wartości napięcia zapłonu (po lewej), napięcie podtrzymania wyładowania iskrowego (w środku) oraz czas trwania iskry zapłonowej (po prawej) we wszystkich cylindrach, uzyskane za pomocą oscyloskopu FSA 740

w tym cylindrze. Istotny jest również przebieg napięcia (jego tłumienie) po zakończeniu przeskoku iskry. Brak oscylacji może świadczyć o zwarcu międzyswojowym cewki.

Najbardziej zaawansowane diagnostyki automatycznie analizują rejestrowane przebiegi napięcia – rys. 7.9.

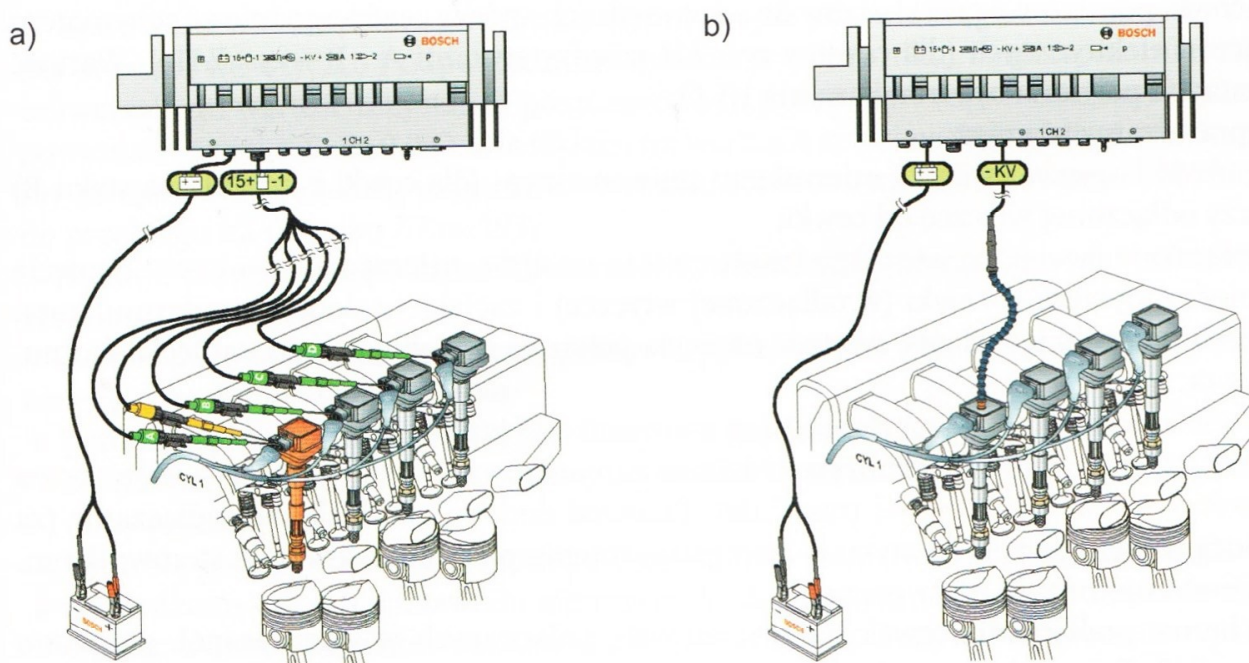
Podczas pomiarów oscyloskopowych należy pamiętać, że na rejestrowane parametry ma wpływ nie tylko stan techniczny elementów układu zapłonowego, ale również stan mechaniczny silnika, np. szczelność przestrzeni nadtłokowej. Obniżona szczelność cylindra (mniejsza wartość ciśnienia sprężania) powoduje, że napięcie zapłonu w tym cylindrze będzie mniejsze.

7.2.3. Diagnostowanie układu zapłonowego z cewkami indywidualnymi

Diagnostowanie układów zapłonowych z cewkami indywidualnymi (ołówkowymi lub kompaktowymi) jest podobne do diagnostowania cewek dwubiegunowych. Istnieje kilka rozwiązań cewek indywidualnych. Różnice wynikają ze specyficznych rozwiązań poszczególnych cewek (np. typu: ołówkowa/kompaktowa), liczby styków i ich przeznaczenia oraz sposobu podłączenia do sterownika i instalacji pokładowej samochodu. Dlatego przed diagnostowaniem cewki należy zapoznać się ze schematem jej połączeń elektrycznych oraz danymi warsztatowymi, określającymi typ cewki i sposób jej działania.

Podstawowe różnice w możliwościach oceny stanu technicznego układów zapłonowych z cewkami indywidualnymi w porównaniu do układu z cewkami dwubiegunowymi zostały omówione poniżej.

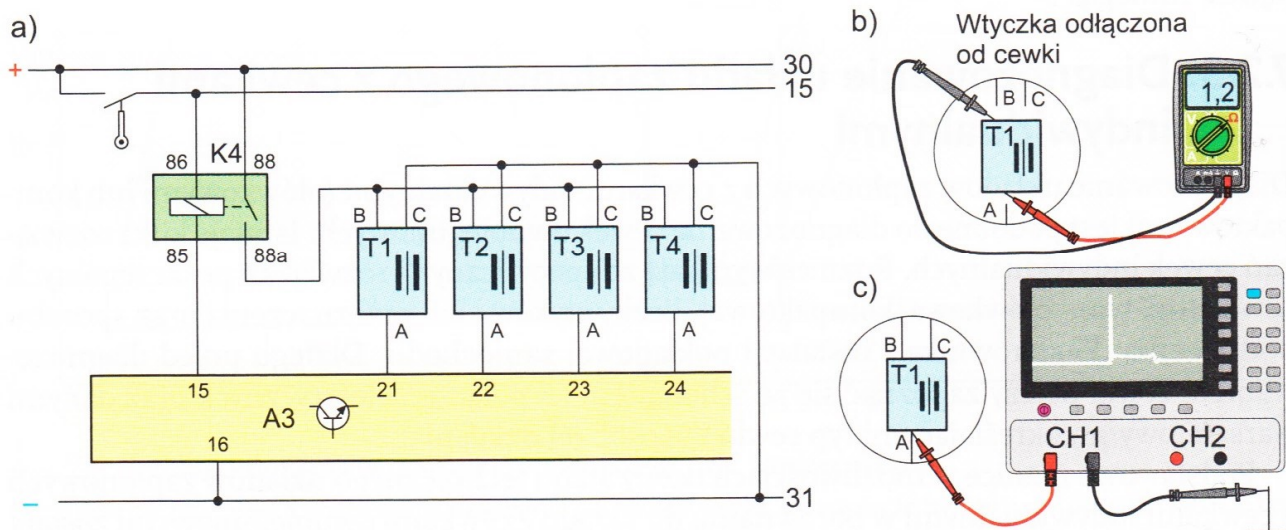
W indywidualnych cewkach zapłonowych nie możemy zmierzyć bezpośrednio napięcia w obwodzie wtórnym. Wynika to z braku przewodów wysokiego napięcia i umiejscowienia takiej cewki bezpośrednio nad świecą zapłonową. Niekiedy możemy wyznaczyć przebieg tego napięcia za pomocą specjalnych przetworników indukcyjno-pojemnościowych (np. sondy pomiarowej typu „gęsia szyjka”), przykładanej do cewki kompaktowej (rys. 7.10).



Rys. 7.10. Schemat połączeń diagnostyka do pomiaru obwodu pierwotnego (a) i wtórnego (b) układu zapłonowego z indywidualnymi cewkami zapłonowymi

W przypadku cewek zapłonowych o specyficznej budowie (ze swego rodzaju ekranem elektrostatycznym) pomiar nawet tego typu sondą jest niemożliwy.

Jeżeli brak jest zapłonu w jednym z cylindrów (gdy kody usterek wskazują na brak zapłonu w określonym cylindrze lub niesprawność cewki w tym cylindrze), sprawdzamy zasilanie cewki, jej połączenia z masą (obwodem pierwotnym i wtórnym) oraz sygnał sterujący. Pomiary wykonujemy podobnie jak w wypadku cewek dwubiegunowych – na odpowiednich stykach (pinach) cewki. Przykładowe cewki indywidualne pokazano na rysunkach 7.11, 7.12 i 7.13 (s. 198).



Rys. 7.11. Schemat podłączenia cewek ołówkowych (3-pinowych) układu zapłonowego (na schemacie nie ma wyjścia na świecę zapłonową) (a) oraz sposób pomiaru rezystancji uzwojenia pierwotnego (b) oraz przebiegu napięcia w obwodzie pierwotnym (c)

A – masa sterująca uzwojenia pierwotnego, A3 – sterownik silnika, B – zasilanie cewek, C – masa uzwojenie wtórne T1-T4 – cewki ołówkowe, K4 – przekaźnik zasilający

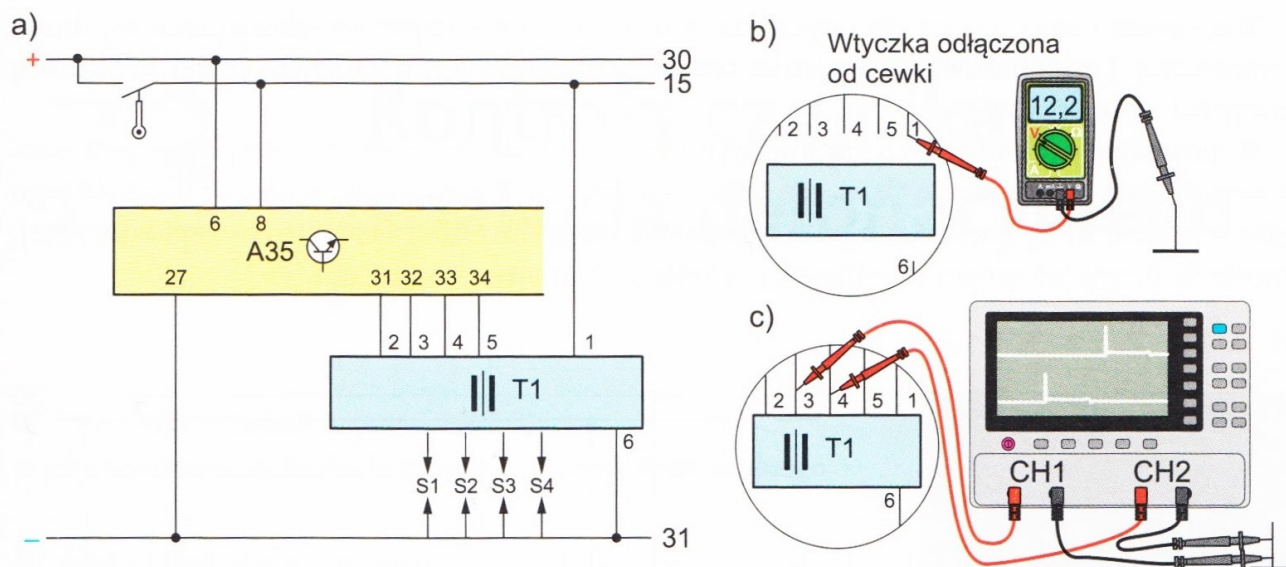
W przypadku cewek ołówkowych (np. 3-pinowych – rys. 7.11, ale także 2-pinowych) możliwy jest **pomiar rezystancji uzwojenia pierwotnego** (za pomocą miernika uniwersalnego). Końcówki pomiarowe przykładamy do odpowiednich styków cewki zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych (dla cewki z rys. 7.11 między stykami A i B – rys. 7.11b). Wartość rezystancji powinna być mniejsza niż $1,5 \Omega$.

Sprawdzamy również:

- **wartość napięcia zasilania** miernikiem uniwersalnym (dla cewki z rys. 7.11 na styku B) przy odłączonej wtyczce od cewki;
- **połączenie uzwojenia wtórnego cewki z masą pojazdu**, mierząc **multimetrem** napięcie między stykiem C cewki (w odłączonej wtyczce) i zaciskiem dodatnim akumulatora. Jeżeli przewód jest ciągły, wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora;
- **ciągłość przewodu łączącego cewkę ze sterownikiem** (np. A-21 na rys. 7.11a).

Przy użyciu **oscyloskopu** możemy również zarejestrować **przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym cewki zapłonowej** (rys. 7.11c). Przewód dodatni oscyloskopu podłączamy (za pomocą sondy igłowej) do styku łączącego uzwojenie pierwotne cewki ze sterownikiem, a przewód ujemny do masy pojazdu.

Schemat podłączania cewek indywidualnych, połączonych w jeden zespół, pokazano na rys. 7.12. Tego rodzaju **cewki zespolone** (tzw. listwa) są zasilane wspólnie przewodem 1. Ze sterownikiem silnika (do sterowania przepływem prądu przez uzwojenie pierwotne) połączone są czterema oddzielnymi przewodami (2-5), a z masą łączy je wspólny przewód (6).



Rys. 7.12. Schemat podłączenia cewek zespolonych (tzw. listwy) układu zapłonowego (a), sposób pomiaru napięcia zasilania (b) oraz połączenia cewki z masą pojazdu (c)

1 – przewód zasilający cewki, 2–5 – przewody łączące wyjścia uzwojeń pierwotnych cewek zapłonowych poszczególnych cylindrów z układami ich załączania umieszczonymi w sterowniku, 6 – przewód masowy uzwojeń wtórnych cewek, S1–S4 – świece zapłonowe cylindrów 1–4, T1 – cewka zespolona (listwa), A35 – sterownik silnika

Napięcie zasilania listwy (cewek zespolonych) sprawdzamy **multymetrem**. Przewód dodatni multimetru podłączamy do odpowiedniego styku wtyczki odłączonej od cewki, a przewód ujemny podłączamy do masy pojazdu (rys. 7.12b). Pomiaru dokonujemy przy włączonym zapłonie. Zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora. Jeżeli brak jest napięcia, sprawdzamy ciągłość przewodu łączącego cewkę z zaciskiem dodatnim akumulatora.

Połączenie listwy z masą pojazdu sprawdzamy tak samo jak połączenie cewki dwubiegowej (patrz rozdział 7.2.2). Możemy też zmierzyć wartość rezystancji uzwojeń pierwotnych poszczególnych cewek zespolonych za pomocą multimetru. Pomiaru dokonujemy, gdy cewka jest odłączona od instalacji pokładowej między stykami 1. a 2., 3., 4. lub 5. W większości przypadków rezystancja powinna wynosić poniżej 1 Ω .

Kontrola cewki zespolonej obejmuje również sprawdzenie ciągłości przewodów między stykami we wtyczce i odpowiednimi stykami w sterowniku. Zmierzona miernikiem uniwersalnym wartość rezystancji poszczególnych przewodów (np. 2–31 na rys. 7.12a) nie powinna być większa niż 0,2 Ω . Dla takiego rozwiązania cewki na stykach 2., 3., 4. i 5. możemy zarejestrować przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym, które powinno być zbliżone do przebiegu na rysunku 7.7 (s. 193).

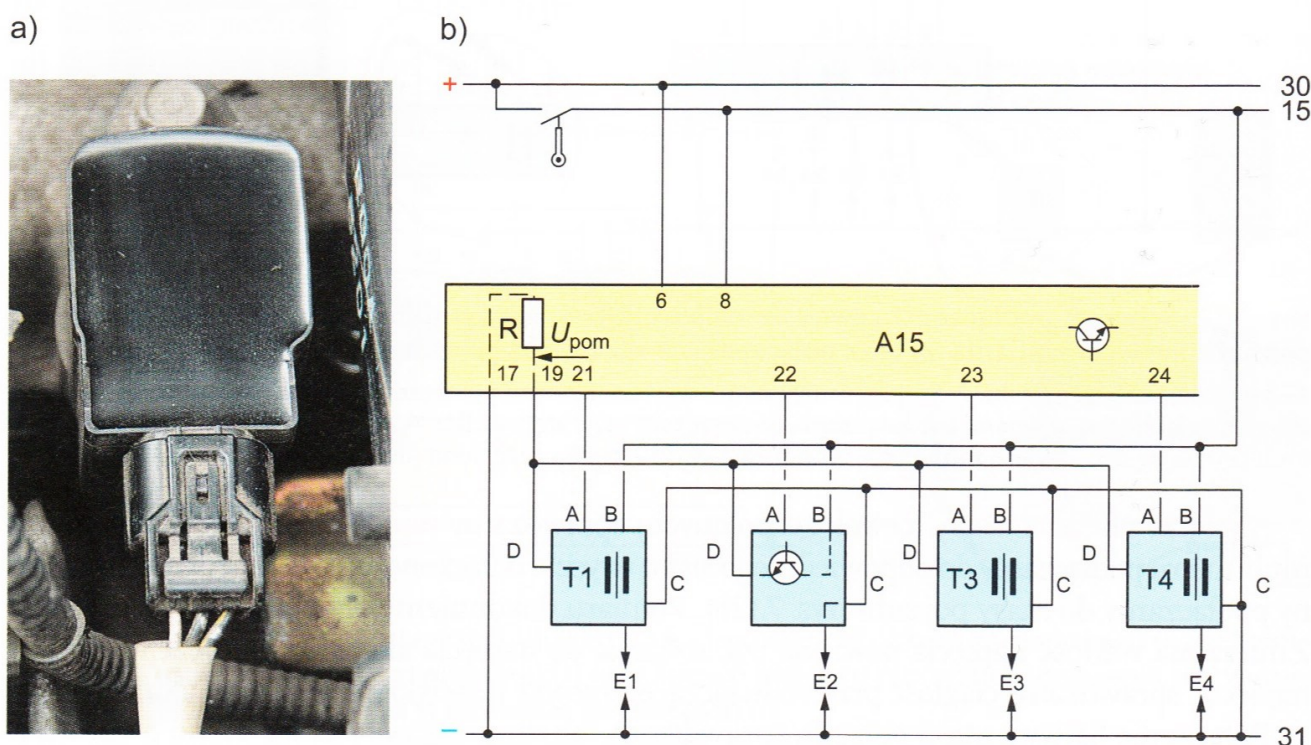
Typowe rozwiązanie podłączenia cewek indywidualnych (kompaktowych) pokazano na rysunku 7.13 (s. 198).

Zakres diagnozowania cewki kompaktowej pokazanej na rys. 7.13 jest podobny do opisanego poprzednio. Obejmuje on:

- pomiar napięcia zasilania cewki (np. dla cewek pokazanych na rys. 7.13 na styku B wtyczki odłączonej od cewki, gdzie podłączamy przewód dodatni multimetru, a przewód ujemny do masy pojazdu);
- kontrolę połączenia styku masowego C cewki (uzwojenia wtórnego) z masą pojazdu;
- sprawdzenie ciągłości przewodu masowego D (diagnostycznego) cewki ze sterownikiem silnika; w sterowniku umieszczony jest rezystor R, który służy do wykrywania wypadania zapłonów;
- sprawdzenie sygnału sterującego załączaniem uzwojenia pierwotnego cewki na styku A (sygnał prostokątny).

Większość cewek indywidualnych ma w uzwojeniu wtórnym wysokonapięciową diodę ceramiczną. Uniemożliwia ona pomiar rezystancji w uzwojeniu wtórnym cewki za pomocą miernika uniwersalnego.

W nowoczesnych układach zapłonowych **kąt wyprzedzenia zapłonu sprawdzamy na podstawie danych odczytywanych ze sterownika silnika za pomocą diagnostoskopu**. Wartość tego kąta w określonych warunkach pomiaru (silnik rozgrzany do temperatury eksploatacyjnej, prędkość biegu jałowego) powinna być zgodna z danymi producenta.



Rys. 7.13. Wygląd cewek indywidualnych (kompaktowych) (a) i schemat ich podłączenia (b)

A – sygnał sterujący załączaniem przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki, B – zasilanie cewki, C – masa uzwojenia wtórnego cewki, D – masa uzwojenia pierwotnego cewki (przewód diagnostyczny), E1–E4 – świece zapłonowe, T1–T4 – cewki kompaktowe, A15 – sterownik silnika, R – rezystor



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie pomiary diagnostyczne można wykonać dla dwubiegunowej cewki zapłonowej?
2. W jaki sposób można skontrolować sygnały sterujące dwubiegunową cewką zapłonową?
3. Narysuj przebieg napięcia w uzwojeniu pierwotnym cewki dwubiegunowej (obwodzie wtórnym układu zapłonowego) i omów go.
4. Narysuj przebieg napięcia w uzwojeniu wtórnym cewki dwubiegunowej (obwodzie wtórnym układu zapłonowego) i omów go.
5. Co to jest napięcie zapłonu (przebiecia) oraz czas trwania iskry zapłonowej?
6. Na podstawie rysunku 7.12 wyjaśnij sposób pomiaru napięcia zasilania i połączenia z masą pojazdu cewki zespolonej (listwy).
7. Jakie są różnice między cewką ołówkową a kompaktową?
8. Czy można zmierzyć rezystancję uzwojenia pierwotnego i wtórnego indywidualnej cewki zapłonowej? Uzasadnij swoją odpowiedź.
9. W jaki sposób sprawdzamy sygnał sterujący cewką indywidualną? Narysuj jego przykładowy przebieg.
10. Podaj wartość (zakres) rezystancji uzwojenia pierwotnego ołówkowej cewki zapłonowej.