

Diagnostyka pokładowa

standard OBD II/EOBD

opracowanie

mgr inż. Stefan Myszkowski

Wydawnictwo INSTALATOR POLSKI

PREZES mgr Władysław Polesiński

REDAKTOR NACZELNY mgr inż. Krzysztof Trzeciak

e-mail: k.trzeciak@automotoserwis.com.pl

SEKRETARZ REDAKCJI mgr inż. Elżbieta Woźniak

e-mail: e.wozniak@automotoserwis.com.pl

ADRES REDAKCJI ul. Konieczynowa 11, 03-612 Warszawa

tel. 678-64-90, fax 679-71-01

www.automotoserwis.com.pl

REKLAMA

Dyrektor ds. Marketingu i Reklamy

Grażyna Kalużyńska

Specjalista ds. Reklamy

Magdalena Dyszy tel. 678-37-33

e-mail: m.dyszy@automotoserwis.com.pl

PRENUMERATA: tel. 678-38-05

GRAFIKA I ŁAMANIE: MAT-Andrzej Glanda

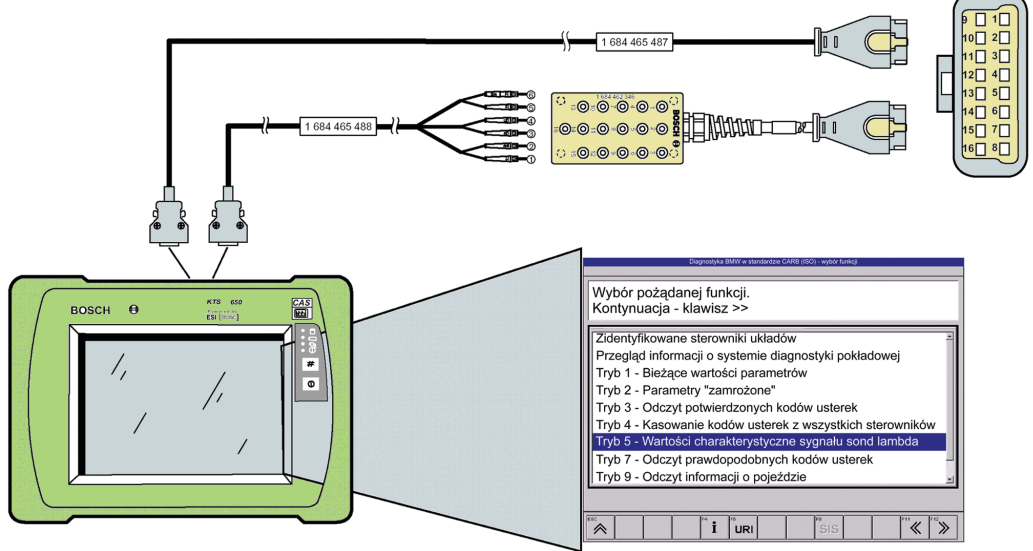
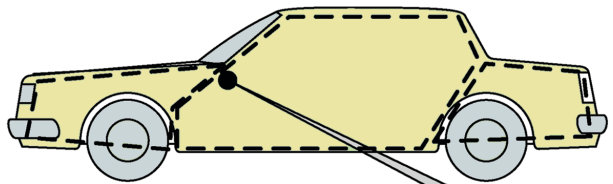
DRUK: TAURUS, Kazimierów 13 k. Halinowa

Spis treści

Od tłumacza

1. Co oznaczają skróty CARB, OBD, SAE i ISO?	7
1.1. Co było przed OBD?	7
1.2. Diagnostyka standardu OBD I	7
1.3. Od standardu OBD I do standardu OBD II	8
1.4. Diagnostyka pokładowa standardu OBD II a silniki ZS (Diesla)	8
1.5. Norma DIN ISO 9141	9
1.6. Norma DIN ISO 9141-2	9
1.7. Europejski standard diagnostyki pokładowej	9
2. Składniki spalin i ich powstawanie	10
2.1. Spalanie paliw	10
2.2. Silniki ZS i ZI	10
2.2.1. Praca silnika ZI	10
2.2.2. Praca silnika ZS	11
2.3. Proces spalania w silniku ZI	11
2.4. Proces spalania w silniku ZS	12
2.5. Powstawanie i właściwości składników spalin	13
2.6. Wpływ procesów tworzenia mieszanki i zapłonu w silniku ZI na skład spalin	14
3. Układy zmniejszające szkodliwość spalin	16
3.1. Konwerter katalityczny	16
3.1.1. Dopalenie katalityczne	16
3.1.2. Zasada pracy konwerterów katalitycznych	17
3.1.3. Budowa konwertera katalitycznego	18
3.1.4. Warunki umożliwiające zastosowanie konwertera katalitycznego	18
3.1.5. Kontrola sprawności konwertera katalitycznego	18
3.2. Układ regulacji składu mieszanki z sondą lambda	19
3.2.1. Sondy lambda	19
3.2.2. Praca układu regulacji składu mieszanki z sondą lambda	20
3.2.3. Kontrola sprawności konwertera katalitycznego i sond lambda	20
3.3. Kontrola przebiegu procesu spalania w silniku	22
3.3.1. Cel kontroli przebiegu procesu spalania w silniku	22
3.3.2. Sposób przeprowadzania kontroli przebiegu procesu spalania w silniku	22
3.3.3. Kryteria oceny przebiegu procesu spalania w silniku	22
3.4. Układ recyrkulacji spalin	23
3.4.1. Cel stosowania układu	23
3.4.2. Praca układu	23
3.4.3. Kontrola układu	23
3.5. Układ dotłaczania dodatkowego powietrza	23
3.5.1. Cel stosowania układu	23
3.5.2. Praca układu	23
3.5.3. Kontrola układu	23
3.6. Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	24
3.6.1. Cel stosowania układu	24
3.6.2. Praca układu	24
3.6.3. Kontrola układu	24
3.7. Przykład elektronicznego układu sterowania silnikiem typu Motronic MED 7	25
3.8. Układ EDC sterowania silnikiem ZS	26
3.9. Układ wtryskowy silnika ZS typu Common Rail	27

4. Interfejs systemów diagnostyki pokładowej	28
4.1. Gniazdko diagnostyczne w systemach diagnostyki pokładowej	28
4.1.1. Przeznaczenie styków gniazdka diagnostycznego	28
4.1.2. Miejsce zabudowy gniazdka diagnostycznego	28
4.2. Komunikacja	29
4.2.1. Inicjalizacja	29
4.2.2. Transmisja informacji i danych	30
4.3. Tester diagnostyczny	30
4.4. Tryby pracy testera diagnostycznego	31
4.5. Kod usterki	31
4.6. Parametry „zamrożone”	32
4.7. Rejestracja kodu usterki	32
4.8. Kasowanie kodu usterki przez program sterownika	33
4.9. Kasowanie kodów usterek poleceniem z testera diagnostycznego	33
4.10. Włączenie kontrolki informującej o nieprawidłowej pracy (MIL)	33
5. Diagnostyka układów przez złącze OBD	35
5.1. Wykorzystanie informacji z systemu diagnostyki pokładowej	35
5.2. Tryby pracy skanera	35
5.2.1. Tryb pracy nr 1	38
5.2.2. Tryb pracy nr 2	43
5.2.3. Tryb pracy nr 3	44
5.2.4. Tryb pracy nr 4	44
5.2.5. Tryb pracy nr 5	45
5.2.6. Tryb pracy nr 6	46
5.2.7. Tryb pracy nr 7	46
5.2.8. Tryb pracy nr 8	46
5.2.9. Tryb pracy nr 9	46
5.3. Postępowanie przy poszukiwaniu przyczyny usterki w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD	47
5.4. Przykładowa diagnostyka samochodu z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD testerem diagnostycznym KTS-650	49
6. Możliwości systemów diagnostycznych	52
6.1. Standardy systemów diagnostyki pokładowej	52
6.2. Systemy diagnostyki pokładowej samochodu	58
6.3. Możliwy zakres diagnostyki układów objętych systemami diagnostyki pokładowej, a urządzenia diagnostyczne	61
6.4. Cel stosowania systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD	61
7. Lista kodów usterek grupy P0 (ich oznaczenie i definicję określa norma)	63



1. Co oznaczają skróty CARB, OBD, SAE i ISO?

Stan Kalifornia jest znanym w świecie prekursorem w dążeniu do zachowania czystego powietrza. Do realizacji tego celu została powołana Kalifornijska Rada ds. Zasobów Powietrza (California Air Resources Board - **CARB**). Założyła ona wykorzystanie diagnostyki „własnej”, przeprowadzanej przez pojazd na jego „pokładzie”, stąd określenie diagnostyka pokładowa (On Board Diagnosis - **OBD**). Dzięki tej diagnostyce usterka może być wykryta w miejscu jej powstania. Przepisy normujące taki sposób diagnozowania zostały zdefiniowane po raz pierwszy i nazwane standardem OBD I. Diagnostyka pokładowa tego standardu była obowiązkowa dla samochodów od roku modelowego 1988 (nowe modele samochodów, które w danym roku zostały homologowane i tym samym dopuszczone do sprzedaży - przyp. tłumacza). Dla samochodów od roku modelowego 1994, sprzedawanych w USA, obowiązkowa była już diagnostyka pokładowa standardu OBD II.

Rozwiązania szczegółowe, jak np.: miejsce montażu gniazodka diagnostycznego, protokół transmisji danych, przebieg wymiany danych (tzw. komunikacja) i inne zostały precyzyjnie określone i opisane przez organizację normalizacyjną **SAE** (Society of Automobile Engineers - Stowarzyszenie Inżynierów Techniki Samochodowej).

Europejskie odpowiedniki tych norm przygotowała Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna **ISO** (International Organization for Standardization). Przy tej okazji, europejscy producenci samochodów przeformulowali przyjęcie normy ISO 9141-2, wraz z taką definicją diagnostyki pokładowej, zgodnie z którą komunikacja sterowników z oprogramowaniem zgodnym ze standardem OBD II spełnia zarówno wymagania normy SAE J1830, jak i normy ISO 9141-2. Normą ISO 15031-3 została dopuszczona możliwość komunikacji za pośrednictwem sieci standardu CAN (Controller Area Network - Sieć Obszaru Sterownika). W tym poradniku jest również uwzględnione przejście na stosowanie norm ISO.

Głównym celem diagnostyki pokładowej standardu OBD II jest minimalizacja emisji szkodli-

wych składników spalin przez samochody, dlatego też dla zrozumienia zasad pracy systemu niezbędna jest podstawowa wiedza o powstawaniu poszczególnych składników spalin oraz o rozwiązaniach technicznych, które wpływają na wielkość ich emisji.

1.1. Co było przed OBD?

Najważniejsze wydarzenia:

- ✗ 1968 - wprowadzenie w stanie Kalifornia pierwszych przepisów ograniczających emisję szkodliwych składników spalin przez samochody osobowe

- ✗ 1970 - zaostrzenie dopuszczalnych norm emisji przez przepisy nazywane „Clean Air Act” (CAA - przepisy amerykańskie dotyczące ochrony czystości powietrza)

- ✗ 1975 - wprowadzenie w USA trójfunkcyjnych konwerterów katalitycznych spalin

- ✗ 1988 - wprowadzenie programu oznaczonego skrótem I/M (Inspection and Maintenance - kontrola i utrzymanie)

Najważniejsze elementy składowe programu I/M:

- ✗ prowadzenie regularnych kontroli samochodów

- ✗ certyfikacja stacji dokonujących kontroli

- ✗ intensywne szkolenie mechaników samochodowych

1.2. Diagnostyka standardu OBD I

Począwszy od roku modelowego 1988 rozpoczęto w USA wprowadzanie diagnostyki pokładowej standardu OBD I (dotyczyło to tylko samochodów fabrycznie nowych, sprzedawanych na rynku USA - przyp. tłumacza).

W ramach standardu OBD I została nakazana kontrola wszystkich układów samochodu, których praca ma wpływ na skład emitowanych spalin oraz które są połączone elektrycznie (chodzi o połączenie ze sterownikiem silnika lub zespołu napędowego - przyp. tłumacza). Kontrola ograniczała się tyl-

ko do rozpoznania nieprawidłowego działania. Wykryta usterka musiała być zapisana w pamięci kodów usterek sterownika.

Informacja o nieprawidłowej pracy była sygnalizowana kontrolką, oznaczoną skrótem MIL (Malfunction Indicator Light - świetlny wskaźnik nieprawidłowego działania), zamontowaną na desce rozdzielczej samochodu. W ten sposób zapewniono możliwość prostej kontroli przez policję.

Podstawowe cechy systemów OBD I:

- ✗ samochody muszą być wyposażone w układy elektroniczne, które same siebie kontrolują (jest to funkcja tzw. samodiagnozy - przyp. tłumacza)

- ✗ informacja o wystąpieniu usterki, wpływającej na skład emitowanych spalin, musi być sygnalizowana kontrolką MIL zamontowaną na desce rozdzielczej

- ✗ usterka musi być zapamiętana w pamięci sterownika, a informacja o niej musi być możliwa do odczytania za pomocą urządzeń zamontowanych w samochodzie (np. odczyt informacji o zarejestrowanej usterce za pośrednictwem tzw. kodów błyskowych)

1.3. Od standardu OBD I do standardu OBD II

Począwszy od roku modelowego 1994 systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD I były zastępowane układami standardu OBD II (dotyczy to samochodów fabrycznie nowych - przyp. tłumacza). Od dnia 1.01.1996 nie można było już starać się o zwolnienie z obowiązku wyposażenia samochodu w układ standardu OBD II lub odstępstwa od tego systemu. Wyposażenie w system standardu OBD II było obowiązkowe dla samochodów osobowych i lekkich samochodów użytkowych z silnikami ZI, a od roku modelowego 1996 - również dla takich samochodów z silnikami ZS. Systemy te były kontynuacją systemów standardu OBD I. Zaostreniu uległy kryteria diagnostyki wykonywanej w pojeździe oraz rozszerzył się jej zakres.

Najważniejsze nowe, większe możliwości systemu standardu OBD II to:

- ✗ dodatkowa funkcja sygnalizacyjna kontrolki MIL, przez błyskanie

- ✗ funkcje i elementy układu sterowania zespołu napędowego są kontrolowane nie tylko pod względem występowania uszkodzenia, ale również - czy zapewniają one utrzymanie emisji szkodliwych składników spalin poniżej wartości dopuszczalnych

- ✗ oprócz rejestracji kodu usterki w pamięci sterownika są zapisywane również parametry pracy

silnika, przy których wystąpiła usterka; są one nazywane „parametrami zamrożonymi” lub „Freeze Frame”

- ✗ kody usterek, zapisane w pamięci sterownika, mogą być odczytywane z wykorzystaniem testera diagnostycznego, zwanego w skrócie skanerem (Scan-Tool), co zastąpiło odczyt za pośrednictwem kodów błyskowych

Podstawowe wymagania dla diagnostyki pokładowej standardu OBD II są określone w następujących normach:

- ✗ SAE J1850, ISO 9141-2 lub ISO 15031-3 - komunikacja (chodzi o wymianę i przepływ informacji - przyp. tłumacza)

- ✗ SAE J1962 - opis znormalizowanego gniazda diagnostycznego, oznaczonego skrótem DLC (Data Link Connector)

- ✗ SAE J1978 - opis testera diagnostycznego, zwanego w skrócie skanerem (OBD II Scan-Tool)

- ✗ SAE J1979 - opis poszczególnych trybów pracy skanera

- ✗ SAE J1930 - znormalizowane nazewnictwo systemów i ich poszczególnych elementów

- ✗ SAE J2012 - oznaczenia i definicje kodów usterek

System diagnostyki pokładowej standardu OBD II przeprowadza w sposób ciągły lub okresowy kontrolę:

- ✗ procesu spalania w silniku (system OBD II sprawdza, czy nie „wypadają” zapłony - przyp. tłumacza)

- ✗ układu zasilania paliwem

- ✗ elementów połączonych elektrycznie ze sterownikiem

- ✗ konwertera katalitycznego

- ✗ sond lambda

- ✗ układu dotłaczania dodatkowego powietrza

- ✗ układu odprowadzania par ze zbiornika paliwa

- ✗ układu recyrkulacji spalin

Wadliwy przebieg procesu spalania lub wadliwa praca elementów układów powoduje zapalenie kontrolki MIL (jest to pewne uproszczenie - przyp. tłumacza; patrz punkt 4.7.)

1.4. Diagnostyka pokładowa standardu OBD II a silniki ZS (Diesla)

Gdy mówimy o diagnostyce standardu OBD II, myślimy głównie o silnikach ZI. Tych silników dotyczyły pierwsze regulacje prawne.

Od roku modelowego 1996 w systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD II musiały być również wyposażone samochody z silnikami ZS

(do 1997 r. producenci mogli być jeszcze zwalniani z tego obowiązku). Cele i podstawowe zasady pracy systemów OBD dla samochodów z silnikami ZI i ZS są takie same (kontrola procesów systemów i elementów mających wpływ na emisję szkodliwych składników spalin, sygnalizacja uszkodzeń kontrolką MIL, protokoły transmisji danych itp.). Jednak odpowiednio do różnic w konstrukcji i pracy obu silników występują różnice w zakresie kontroli. Kontrole przebiegu procesu spalania pod względem wypadania zapłonów (od 1998 r.) i układu recyrkulacji spalin są bardzo podobne do wykonywanej w silnikach ZI. Zwykle nie jest nadzorowana praca konwertera katalitycznego, natomiast kontroli podlega układ wstępny podgrzewania.

1.5. Norma DIN ISO 9141

W 1989 r. na podstawie normy DIN ISO 9141 podjęto próbę ujednolicenia:

- ✗ gniazdek diagnostycznych
- ✗ wymagań dla testerów diagnostycznych
- ✗ protokołów transmisji danych
- ✗ ilości danych i informacji przesyłanych między sterownikiem pojazdu a testerem diagnostycznym

Ten projekt normy był oparty na:

- ✗ normie ISO 7637, w zakresie podatności na zakłócenia
- ✗ normie ISO 4092, w zakresie stosowanej terminologii

Jednak projekty te w praktyce pozostały bez znaczenia, co pokazała w przeszłości różnorodność

stosowanych przez producentów gniazdek diagnostycznych, sposobu odczytu kodów usterek i protokołów transmisji danych.

1.6. Norma DIN ISO 9141-2

W 1991 r. została przygotowana norma DIN ISO 9141-2, która odpowiada właściwej normie amerykańskiej. Wzór gniazdka diagnostycznego, opis testera diagnostycznego (skanera), protokoły transmisji danych i definicje kodów usterek zostały praktycznie przejęte z tej normy. Utrzymano tylko własny sposób komunikacji i również włączono go do standardu OBD II. Dzięki temu jest zapewniona niezależność od USA w zakresie podzespołów sterowników.

Wielu producentów samochodów zaczęło stosować tę normę w odniesieniu do pojazdów przeznaczonych na eksport do USA.

1.7. Europejski standard diagnostyki pokładowej

W Europie jest wprowadzana diagnostyka pokładowa standardu EOBD. Od 2000 r. homologowane są tylko samochody, które mają układ diagnostyki pokładowej spełniający odpowiednie normy. W takich pojazdach, za pośrednictwem znormalizowanego złącza diagnostycznego, mogą być odczytywane za pomocą skanera parametry, na podstawie których wnioskuje się o składzie emitowanych spalin. Od 2003 r. w układy diagnostyki pokładowej są wyposażane samochody z silnikami ZS.

2. Składniki spalin i ich powstawanie

2.1. Spalanie paliw

W pojazdach, jako źródło napędu są stosowane prawie wyłącznie silniki spalinowe, zaliczane do tzw. maszyn cieplnych. Zawarta w paliwie energia „związana chemicznie” jest przekształcana w energię cieplną, która za pośrednictwem ciśnienia gazów spalinowych przemienia się w energię mechaniczną. Całość procesu odbywa się w kolejnych cyklach pracy silnika. Ze względu na liczbę cykli, silniki dzieli się na dwusuwowe, czterosuwowe i silniki Wankla.

Paliwa dla silników ZI i ZS (Diesla) składają się z wielu rodzajów węglowodorów (związki chemiczne składające się z węgla i wodoru). Podczas spalania węglowodory ulegają rozkładowi na węgiel i wodór, które łączą się z tlenem zawartym w zassanym powietrzu. Powietrze, w normalnych warunkach, zawiera ok. 21% vol. (objętość) tlenu.

Aby paliwo uległo całkowitemu i pełnemu spalaniu, przyjmuje się, że z powietrzem należy zmieszać tyle paliwa, ile może zostać utlenione (spalone) tlenem zawartym w powietrzu. Przy idealnym, całkowitym i pełnym spalaniu paliwa nie powstają żadne szkodliwe składniki spalin, a tylko dwutlenek węgla i woda (całkowite spalanie ma miejsce wówczas, gdy całe paliwo dostarczone do komory spalania ulegnie spalaniu; o pełnym spalaniu mówimy, jeśli węglowodory spalają się tak, że powstanie z nich tylko dwutlenek węgla i woda; przyp. tłumacza).

W rzeczywistych procesach spalania, obok nie-szkodliwych składników spalin, takich jak: azot (N_2), woda (H_2O) i dwutlenek węgla (CO_2), powstają też:

✗ produkt niepełnego procesu spalania - tlenek węgla (CO)

✗ produkty niecałkowitego i niezupełnego spalania - węglowodory (HC)

✗ tlenki azotu (NO_x)

✗ dwutlenek azotu (SO_2)

✗ sadza

Ruch drogowy powoduje emisję dużej ilości szkodliwych składników spalin, które niekorzystnie wpływają na środowisko naturalne. Zwłaszcza w aglomeracjach miejskich powstają niebezpieczne stężenia szkodliwych składników spalin.

2.2. Silniki ZS i ZI

To, jakie składniki szkodliwe spalin powstają i w jakich ilościach, zależy od przebiegu procesu spalania.

2.2.1. Praca silnika ZI

W silniku ZI zasysana jest mieszanka paliwo-wo- -powietrzna, która na chwilę przez końcem suwu sprężania jest zapalana iskrą elektryczną. Dlatego mówi się o zapłonie obcym, z czego wynika również określenie: silnik o obcym źródle zapłonu. Temperatura mieszanki występująca pod koniec suwu sprężania nie jest na tyle wysoka, aby nastąpił samozapłon. Temperatura samozapłonu paliwa musi być na tyle wysoka, aby mieszanka paliwowo-powietrzna nie uległa samozapłonowi przy wzroście temperatury, który następuje podczas sprężania mieszanki. Tę cechę paliwa, która zapobiega niekontrolowanemu przebiegowi spalania, nazywamy odpornością na spalanie stukowe. Jej miarą jest liczba oktanowa. Im wyższa jest wartość liczby oktanowej, tym odporność na spalanie stukowe jest większa.

Udziały poszczególnych składników powietrza i paliwa przy całkowitym i pełnym spalaniu

11,10 kg azotu N_2

2,24 kg tlenu O_2

1,16 kg tlenu O_2

0,20 kg reszty gazów

14,7 kg powietrza

+ 0,86 kg węgla C

+ 0,14 kg wodoru H_2

+ 1 kg benzyny

11,10 kg azotu N_2

= 3,10 kg dwutlenku węgla CO_2

= 1,30 kg wody H_2O

0,20 kg reszty gazów

= 15,7 kg spalin

Różnice pomiędzy silnikami ZS i ZI

Cecha charakterystyczna lub parametr	Silnik ZS	Silnik ZI
Przygotowanie mieszanki	wewnętrzne	zewewnętrzne
Źródło zapłonu	własne	obce
Przebieg spalania	przy stałym ciśnieniu	przy stałej objętości
Stopień sprężania	14 - 24:1	7 - 12:1
Ciśnienie pod koniec suwu sprężania	do 5,5 MPa	do 1,8 MPa
Najwyższe ciśnienie podczas spalania mieszanki	do 9,0 MPa	do 6,0 MPa
Najwyższa temperatura podczas spalania mieszanki	ok. 2000°C	ok. 2000°C
Temperatura pod koniec suwu sprężania	do ok. 600°C	do ok. 400°C
Temperatura spalin	do ok. 600°C	do ok. 1000°C
Oddawana praca użyteczna (sprawność silnika)	do ok. 35%	do ok. 25%
Jednostkowe zużycie paliwa	215-310 g/kWh	300-380 g/kWh
Temperatura zapłonu paliwa	min. 55°C	min. -21°C
Temperatura samozapłonu paliwa	ok. 300°C	ok. 500°C
Przeciętna, maksymalna prędkość obrotowa silnika	2500-4500 obr/min	4500-6500 obr/min

2.2.2. Praca silnika ZS

Silnik ZS zasysa tylko powietrze, a paliwo jest na chwilę przed końcem suwu sprężania wtryskiwane do gorącego powietrza. Temperatura powietrza, występująca pod koniec suwu sprężania, musi być na tyle wysoka, aby tworząca się mieszanka paliwowo-powietrzna sama się zapaliła. Mówimy o zapłonie w następstwie sprężania lub o samozapłonie, stąd określenie: silnik o zapłonie samoczynnym. Paliwo do silników ZS musi charakteryzować się zdolnością (skłonnością) do samozapłonu. Cecha ta jest wyrażana przez podanie tzw. liczby cetanowej paliwa, która jest mierzona z wykorzystaniem silnika badawczego. Obecnie minimalna wartość liczby cetanowej paliwa do silników ZS wynosi 51.

2.3. Proces spalania w silniku ZI

Spaliny silnika ZI, zasilanego mieszanką charakteryzowaną współczynnikiem składu mieszanki $\lambda = 1$, zawierają ok. 1% składników szkodliwych.

Współczynnik składu mieszanki λ jest to stosunek masy zassanego powietrza, a więc masy powietrza L zawartego w spalanej mieszance, do masy powietrza niezbędnej do całkowitego i zupełnego spalania paliwa L_t :

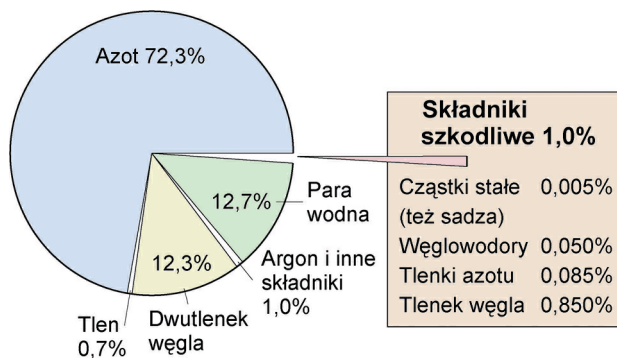
$$\lambda = \frac{L}{L_t}$$

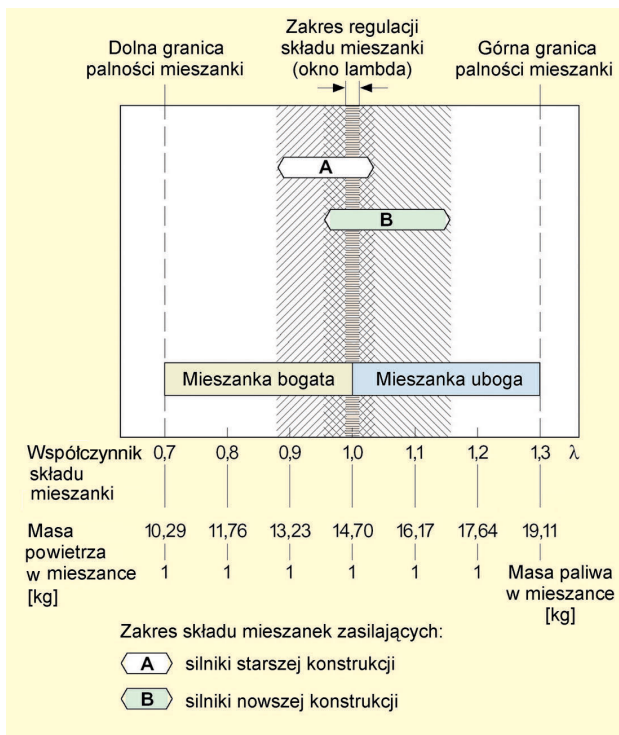
Udziały objętościowe poszczególnych składników spalin zależą od: stosunku zawartości atomów

wodoru do atomów węgla w paliwie, objętości skondensowanej pary wodnej, cech konstrukcyjnych silnika i warunków jego pracy.

Jeśli do zassanego powietrza zostanie dodane więcej paliwa niż może być spalane w sposób całkowity i zupełny, wówczas otrzymamy tzw. mieszankę bogatą ($\lambda < 1$). W wyniku spalania takiej mieszanki zawartość w spalinach węglowodorów (HC) i tlenku węgla (CO) wzrasta. Przy spalaniu mieszanki ubogiej ($\lambda > 1$) większa część paliwa jest spalana, a w spalinach pozostaje głównie tlen. Jeśli jednak spalanie coraz bardziej ubogich mieszanek przebiega coraz wolniej, część mieszanki nie spala się, a w spalinach wzrasta zawartość węglowodorów (HC).

Rys. 2.1. Przykładowy skład spalin silnika ZI i zawartości w nich składników szkodliwych (zawartości są podane w % udziału objętościowego)





Rys. 2.2. Zakresy składów mieszanek zasilających silniki ZI

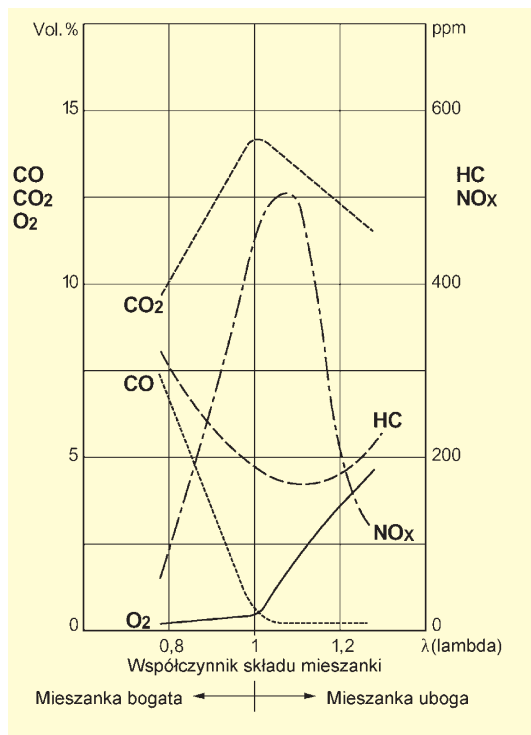
Szkodliwe składniki spalin powstają głównie przy niecałkowitym i niezupełnym spalaniu. Ich maksymalna zawartość w spalinach jest ograniczana odpowiednimi przepisami.

2.4. Proces spalania w silniku ZS

Silnik ZS, jako źródło napędu samochodów, charakteryzuje się niskim zużyciem paliwa i niską emisją gazowych składników spalin. Wartości emisji węglowodorów (HC) i tlenku węgla (CO) przez silniki ZS są obecnie niższe od wartości emisji tych składników przez silniki ZI, wyposażone w konwertery katalityczne spalin i układy regulacji składu mieszanki. Ponadto nowoczesne silniki ZS utrzymują taki korzystny skład spalin również po dużych przebiegach, wykazując tylko nieznaczne jego pogorszenie.

Spaliny silnika ZS zawierają tylko ok. 0,3% vol. składników szkodliwych. Typowy skład spalin dla silnika ZS pracującego przy pełnym obciążeniu odbiega od składu spalin dla silnika ZI, ze względu na zasilanie silnika ZS mieszanką z nadmiarem powietrza ($\lambda > 1$).

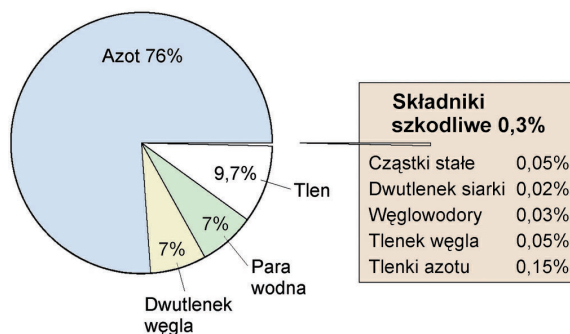
Za krytyczne i niebezpieczne dla zdrowia jest uważane zadymienie spalin silnika ZS. Przede wszystkim zadymieniu towarzyszy przykry zapach



Rys. 2.3. Skład spalin silnika ZI w zależności od wartości współczynnika składu mieszanki λ .

oraz zmniejszona przejrzystość powietrza. Widoczne zadymienie nie powinno właściwie występować w żadnych warunkach pracy silnika. Do emisji cząstek stałych, które powodują zadymienie spalin, przywiązuje się dziś jeszcze większe znaczenie. Często w związku ze spalinami silnika ZS stosowane jest określenie „sadza”. Sadza, która składa się głównie z atomów węgla, jest jednak tylko częścią emitowanych cząstek stałych. Pomiaru i oceny zawartości cząstek stałych w spalinach dokonuje się

Rys. 2.4. Przykładowy skład spalin silnika ZS i zawartości w nich składników szkodliwych (zawartości są podane w % udziału objętościowego)



Składy cząstek stałych zawartych w spalinach silnika ZS

Silnik pracujący przy pełnym obciążeniu Cząstki stałe zawierają [%]	Silnik pracujący przy częściowym obciążeniu Cząstki stałe zawierają [%]
Węgiel i metale 41	Węgiel i metale 18
Nie spalone paliwo 4	Nie spalone paliwo 13
Olej silnikowy 6	Olej silnikowy 52
Siarczany 21	Siarczany 7
Woda 28	Woda 10

przez wykorzystanie zdefiniowanych metod pomiarowych zawartości cząstek stałych, w określonych warunkach wykonywania pomiarów. Należy też rozróżniać „pomiar gęstości zadymienia” od „pomiaru zawartości cząstek stałych”.

Przy silniku pracującym z pełnym obciążeniem w spalinach dominują organicznie nierozpuszczalne składniki cząstek stałych: węgiel i siarczany, natomiast przy silniku pracującym z częściowym obciążeniem, głównymi składnikami są organicznie rozpuszczalne składniki pochodzące z oleju smarującego i paliwa. Wymiary większości cząstek stałych wynoszą od 0,1 do 0,3 μm . Część cząstek popiołu i kurzu jest znacznie większa. Ponieważ cząstki stałe przedostają się do płuc, są podejrzewane o zwiększanie ryzyka zachorowania na raka. Podczas badań na zwierzętach, z zastosowaniem stężeń wielokrotnie wyższych od występujących w otoczeniu człowieka, zostało potwierdzone rakotwórcze działanie cząstek stałych.

Istotnym technicznie środkiem ograniczającym powstawanie cząstek stałych w spalinach silników ZS było zmniejszenie zawartości siarki w paliwie, od 0,2% do obecnej, maksymalnej zawartości wynoszącej 0,035%. Siarka zawarta w paliwie nie wpływa na proces spalania, ale po tym procesie pozostaje jako składnik tworzący cząstki stałe. Sprzyja ponadto tworzeniu dalszych węglowodorów, co również zwiększa masę cząstek stałych. Jeśli stosowane jest paliwo o niskiej zawartości siarki, to utleniający konwerter katalityczny może skutecznie usuwać ze spalin tlenek węgla (CO) i węglowodory (HC), a charakterystyczny zapach spalin silnika ZS jest mniej intensywny.

2.5. Powstawanie i właściwości składników spalin

Tlenek węgla (CO)

Tlenek węgla jest bezbarwnym i bezzapachowym gazem. Lepiej niż tlen gromadzi się w hemo-

globinie krwi, co powoduje zatrucie organizmu.

Tlenek węgla powstaje głównie przy spalaniu mieszanek zawierających za mało powietrza ($\lambda < 1$), czyli tzw. mieszanek bogatych, które zawierają za dużo paliwa. Gdy spalane są mieszanki zawierające za dużo powietrza ($\lambda > 1$), czyli tzw. mieszanki ubogie, tlenek węgla zawarty w spalinach powstaje w następstwie różnej zawartości tlenu z mieszance paliwowo-powietrznej, w różnych strefach komory spalania (mieszanka niejednorodna) oraz wahań składu mieszanki pomiędzy kolejnymi cyklami pracy silnika.

Przy pracy silnika w zakresie mieszanek bogatych (brak powietrza) **emisja tlenku węgla (CO)** zmniejsza się prawie liniowo wraz ze wzrostem wartości współczynnika składu mieszanki λ . Przy pracy silnika w zakresie mieszanek ubogich (nadmiar powietrza) jest ona niska i prawie nie zależy od wartości współczynnika λ . Przy spalaniu mieszanek charakteryzowanych współczynnikiem $\lambda = 1$, emisja tlenku węgla (CO) jest zależna od równomiernego rozdzielania paliwa na poszczególne cylindry.

Dokładne dopasowanie charakterystyki układu zasilania i charakterystyki układu zapłonowego do każdego silnika umożliwiło bardzo duże zmniejszenie emisji tlenku węgla przez nowoczesne silniki. Wartości mniejsze niż 1,5% vol, dla samochodów bez konwerterów katalitycznych, stały się regułą. Za wysoka zawartość tlenku węgla (CO) w spalinach silnika oznacza zawsze, że mieszanka jest za bogata, np. wskutek błędnej regulacji gaźnika lub nieprawidłowej pracy układu wtryskowego. Przyczynami mogą być też: nieprawidłowy poziom paliwa w komorze pływakowej, za wysokie ciśnienie paliwa tłoczonego przez pompę paliwa lub panujące w układzie wtryskowym, zanieczyszczony filtr powietrza oraz nieprawidłowo pracujące urządzenia wzbogacające mieszankę dla nagrzewającego się silnika.

Węglowodory (HC)

Podobnie jak przy powstawaniu tlenku węgla (CO), brak powietrza w spalanej mieszance ($\lambda < 1$) prowadzi do niecałkowitego i niezupełnego spalania, a więc do większej emisji węglowodorów (HC). Przy zasilaniu silnika mieszanką w zakresie charakteryzowanym wartością $\lambda > 1,1$ wzrasta zawartość węglowodorów w spalinach, wskutek złe przebiegającego procesu spalania.

Przy spalaniu mieszanek o składzie zbliżonym do składu charakteryzowanego wartością $\lambda = 1$, emisja węglowodorów (HC) jest najmniejsza. Przy spalaniu mieszanek bogatych rośnie emisja węglowodorów (HC), ponieważ nie wszystkie węglowodory mogą być spalane, bo brakuje niezbędnego

tleny. W przypadku mieszanek ubogich proces spalania nie przebiega optymalnie.

Nieprawidłowa regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu, pokryte nagarem świece zapłonowe, uszkodzone przewody wysokiego napięcia, nieszczelny układ dolotowy, nieszczelności cylindra lub zanieczyszczone wtryskiwacze mogą być przyczyną obecności za dużej ilości węglowodorów (HC) w spalinach. Inną przyczyną może być też za wysokie zużycie oleju przez silnik.

Nieszczelny układ przewietrzania skrzyni korbowej (w miejscu przyłączenia elastycznego przewodu do kolektora dolotowego lub filtra powietrza) powoduje emisję węglowodorów (HC) bezpośrednio do otaczającego powietrza.

Tlenki azotu (NO_x)

Wysokie maksymalne temperatury oraz ciśnienie występujące w komorze spalania sprzyjają utlenianiu się części zawartego w mieszance paliwo-powietrznej azotu. Obok tlenu azotu (NO) w niewielkiej ilości powstają też: dwutlenek azotu (NO_2) i podtlenek azotu (N_2O). Tlenek azotu (NO) jest bezbarwnym gazem, który w powietrzu utlenia się do dwutlenku azotu (NO_2). Dwutlenek azotu (NO_2) jest brązowo-czerwonym gazem, o ostrym, kłującym zapachu. Drażni on płuca przez żrące działanie na tkankę. Jest znany też jako trucizna działająca na krew.

Emisja tlenków azotu (NO_x) ma swoje maksimum przy spalaniu mieszanek o składzie charakteryzowanym wartością $\lambda = 1,05$ do $1,1$. Zmniejsza się ona przy przejściu zarówno w zakres mieszanek bogatych, jak i ubogich. Emisja ta zależy od temperatur występujących w komorze spalania, które przy spalaniu mieszanek o składzie charakteryzowanym wartością $\lambda = 1$ są największe, a zmniejszają się przy zubażaniu lub wzbogacaniu mieszanek.

Dwutlenek węgla (CO_2)

Dwutlenek węgla (CO_2) powstaje zawsze przy spalaniu węgla. Ludzie i zwierzęta też wydychają CO_2 . Nie jest to więc gaz o działaniu szkodliwym dla zdrowia. Wzrost zawartości dwutlenku węgla (CO_2) w atmosferze jest uważany jako istotna przyczyna tzw. efektu cieplarnianego. Wzrost ten jest powodowany przez spalanie paliw kopalnych w przemyśle, gospodarstwach domowych i w transporcie oraz wycinanie lasów tropikalnych. Udział transportu w emisji dwutlenku węgla (CO_2) jest szacowany na 10 do 15%.

Oprócz redukcji emisji składników szkodliwych spalin, należy również utrzymywać możliwie ni-

skie zużycie paliwa. Emisja dwutlenku węgla (CO_2) przez pojazdy jest bowiem bezpośrednio uzależniona od ilości zużytego paliwa.

Tlen (O_2)

Tlen (O_2) występuje w spalinach głównie przy spalaniu mieszanek zawierających nadmiar powietrza, a więc mieszanek ubogich. Przy zwiększeniu wartości współczynnika λ ponad wartość $\lambda = 1$ następuje wyraźny wzrost zawartości tlenu (O_2) w spalinach.

Wystąpienie maksymalnej emisji dwutlenku węgla (CO_2) i zawartość tlenu (O_2) w spalinach informują o przejściu z zakresu mieszanek bogatych do ubogich lub odwrotnie. Może to być również wskazówką, że występują nieszczelności w układzie dolotowym lub wydechowym, bądź wypadanie zapłonów.

Dwutlenek siarki (SO_2)

Siarka utlenia się do dwutlenku siarki (SO_2), wykorzystując do tego zawarty w powietrzu tlen. W wyniku reakcji z wodą powstaje kwas siarkowy, który jest znany jako tzw. „kwaśny deszcz”, szkodliwie działający na środowisko naturalne. Siarkę zawierają w niewielkiej ilości paliwa silnikowe. Benzyna zawiera jej mniej niż olej napędowy.

Związki ołowiu

Związki ołowiu działają jako silna trucizna dla komórek krwi, szpiku kostnego i systemu nerwowego, ponieważ przeszkadzają komórkom pobierać tlen. Dlatego też dzisiaj stosowana jest prawie wyłącznie benzyna bezołowiowa.

Zadymienie spalin/cząstki stałe/sadza

Spalaniu w silnikach ZS towarzyszy powstawanie cząstek sadzy, które składają się głównie z atomów węgla. Na podstawie badań na zwierzętach ustalono, że mają one działanie rakotwórcze.

Innymi cząstkami stałymi są siarka, popiół i cząstki powstałe w następstwie procesów ściernych zachodzących w silniku. Wszystkie składniki spalin, w stanie innym niż gazowy, mogą powodować zadymienie spalin oraz mogą być zaliczone do cząstek stałych. Rozróżnienie pomiędzy dymem a cząstkami stałymi następuje na drodze procesów pomiarowych.

2.6. Wpływ procesów tworzenia mieszanki i zapłonu w silniku ZI na skład spalin

Proces tworzenia mieszanki

W omówieniu procesu spalania w silnikach ZI i ZS wykazano, że skład mieszanki paliwowo-po-

wietrznej ma istotny wpływ na emisję szkodliwych składników spalin. Jest jednak ona silnie uwarunkowana przez cechy układu przygotowującego mieszankę.

Zapłon

Dobry zapłon mieszanki paliwowo-powietrznej (zajęcie się płomieniem początkowo małej objętości mieszanki) jest bardzo ważny dla przebiegu procesu spalania. Jest on charakteryzowany przez kąt wyprzedzenia zapłonu i energię zapłonu. Duża nadwyżka dostarczanej energii gwarantuje stabilność procesu spalania w kolejnych cyklach. Dzięki temu praca silnika jest bardziej stabilna, a emisja węglowodorów (HC) niższa.

Większy odstęp pomiędzy elektrodami, dłuższy czas trwania iskry, a tym samym większa energia przekazana mieszance, są korzystne dla zapłonu. Układy zapłonowe o takich cechach są też stosowane do zapalania mieszanek ubogich, które trudniej się zapalają.

Oprócz składu mieszanki paliwowo-powietrznej, również kąt wyprzedzenia zapłonu wykazuje silny wpływ na emisję szkodliwych składników spalin. Wraz ze wzrostem wartości kąta wyprzedzenia zapłonu rośnie zarówno emisja tlenków azotu (NO_x), jak i węglowodorów (HC). Emisja tlenku węgla (CO) jest prawie niezależna od wartości kąta wyprzedzenia zapłonu.

Wartość kąta wyprzedzenia zapłonu wpływa na zużycie paliwa inaczej niż na emisję składników szkodliwych. Wraz ze wzrastającą wartością współczynnika składu mieszanki λ musi ona być zapalana coraz wcześniej, dla wyrównania jej niższej prędkości spalania, tak aby przebieg spalania pozostał optymalny. Większa wartość kąta wyprzedzenia zapłonu pozwala uzyskać niższe zużycie paliwa i większą wartość momentu obrotowego. Aby uzyskać korzystne parametry dla różnych wartości prędkości obrotowej i obciążenia, konieczny jest układ zmieniający wartość kąta wyprzedzenia zapłonu, którego charakterystykę określa producent.

3. Układy zmniejszające szkodliwość spalin

Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych ma znaczny wpływ na skład spalin. Są do tego wykorzystywane różne układy i ich kombinacje. Przedstawione w tym rozdziale rozwiązania konstrukcyjne stanowią tylko przykłady układów stosowanych powszechnie. W praktyce są stosowane też zupełnie inne rozwiązania.

Systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD II, dla silników ZS, są już stosowane. W Europie silniki ZS są wyposażane w systemy diagnostyki pokładowej standardu EOBD dopiero od stycznia 2003 r., a więc są to nowe rozwiązania. Dlatego w tym rozdziale są opisane głównie systemy diagnostyki pokładowej dla silników ZI, zaś systemy te dla silników ZS - ogólnie.

3.1. Konwerter katalityczny

3.1.1. Dopalanie katalityczne

Katalizatory to materiały, które powodują zachodzenie reakcji chemicznych lub przyspieszają już występujące reakcje chemiczne, nie biorąc w nich

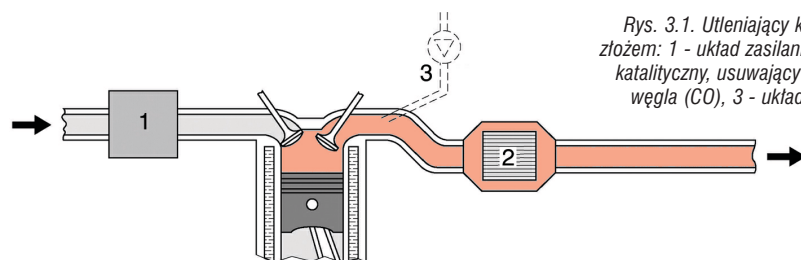
udziału. Do prowadzenia procesów końcowego oczyszczania spalin służą trzy rodzaje konwerterów katalitycznych.

Utleniający konwerter katalityczny

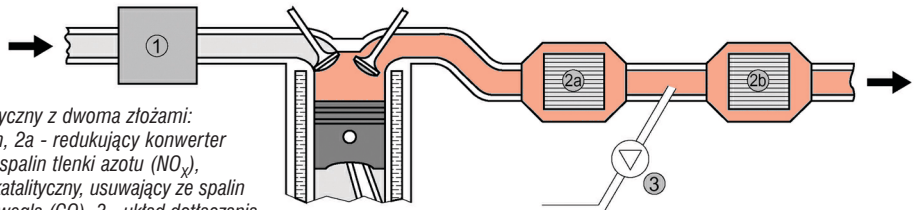
Utleniający konwerter katalityczny jest zasilany spalinami pochodzącymi ze spalania mieszanki ubogiej. Przekształca węglowodory (HC) i tlenek węgla (CO) w parę wodną (H_2O) i dwutlenek węgla (CO_2). Zawartość tlenków azotu (NO_x) praktycznie nie jest zmniejszana. Przy silnikach z układem wtrysku benzyny, tlen potrzebny do reakcji utleniania uzyskuje się najczęściej przez zasilanie silnika mieszanką ubogą ($\lambda > 1$). Przy silnikach z gaźnikowym układem zasilania tlen jest pozyskiwany z powietrza, które jest tłoczone do układu wydechowego pompą odśrodkową napędzaną od silnika, lub powietrze to jest zasysane samoczynnie z filtra powietrza do układu wydechowego za pośrednictwem zaworów jednokierunkowych, które umożliwiają przepływ powietrza, a blokują zwrotny przepływ spalin.

Również w silnikach ZS są wykorzystywane utleniające konwertery katalityczne.

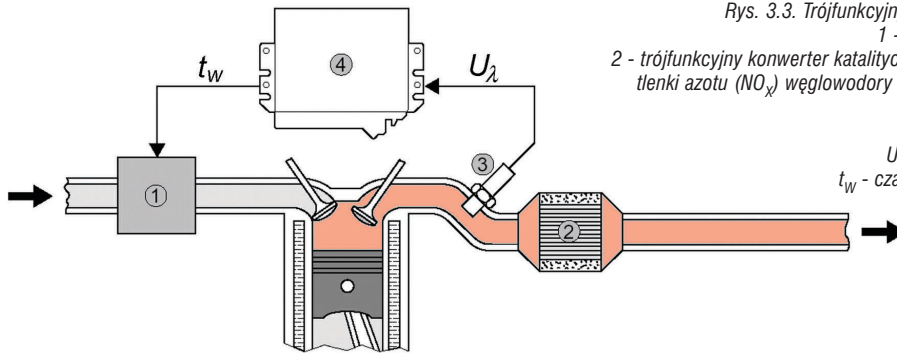
Układ wpływający na skład spalin	Zastosowanie w silniku
Konwerter katalityczny	ZI i ZS
Układ regulacji składu mieszanki	ZI
Kontrola procesu spalania w komorach spalania silnika	ZI i ZS
Układ recyrkulacji spalin	ZI i ZS
Układ dotłaczania dodatkowego powietrza do układu wydechowego	ZI
Zmodernizowany układ zasilania paliwem	ZI i ZS
Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	ZI
Układ wstępnego podgrzewania silnika, komory spalania lub powietrza dolotowego	ZS



Rys. 3.1. Utleniający konwerter katalityczny z pojedynczym złożem: 1 - układ zasilania paliwem, 2 - utleniający konwerter katalityczny, usuwający ze spalin węglowodory (HC) i tlenek węgla (CO), 3 - układ dotłaczania dodatkowego powietrza do układu wydechowego



Rys. 3.2. Konwerter katalityczny z dwoma złożami:
1 - układ zasilania paliwem, 2a - redukujący konwerter katalityczny, usuwający ze spalin tlenki azotu (NO_x), 2b - utleniający konwerter katalityczny, usuwający ze spalin węglowodory (HC) i tlenek węgla (CO), 3 - układ dotłaczania dodatkowego powietrza do układu wydechowego



Rys. 3.3. Trójfunkcyjny konwerter katalityczny:
1 - układ zasilania paliwem
2 - trójfunkcyjny konwerter katalityczny, usuwający ze spalin tlenki azotu (NO_x), węglowodory (HC) i tlenek węgla (CO)
3 - sonda lambda
4 - sterownik silnika
 U_λ - sygnał sondy lambda
 t_W - czas otwarcia wtryskiwaczy

Konwerter katalityczny z dwoma złożami

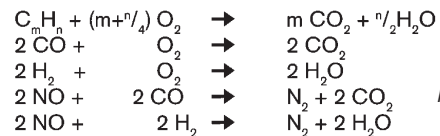
Redukujący konwerter katalityczny rozkłada tlenki azotu (NO_x) na azot (N_2) i tlen (O_2). Wymaga on zasilania silnika mieszanką zawierającą mało tlenu. Za nim jest zamontowany utleniający konwerter katalityczny, który z kolei wymaga zwiększonej ilości tlenu w spalinach. W tym rozwiązaniu silnik jest więc zasilany mieszanką bogatą, a pomiędzy dwoma konwerterami katalitycznymi jest dotłaczane dodatkowe powietrze. Zespół obu konwerterów katalitycznych to konstrukcja z dwoma złożami (złożem nazywamy konstrukcję z materiału ceramicznego lub folii metalowej, zwaną monolitem; na powierzchnię jej kanałów jest naniesiona warstwa katalizatora; przyp. tłumacza).

Trójfunkcyjny konwerter katalityczny

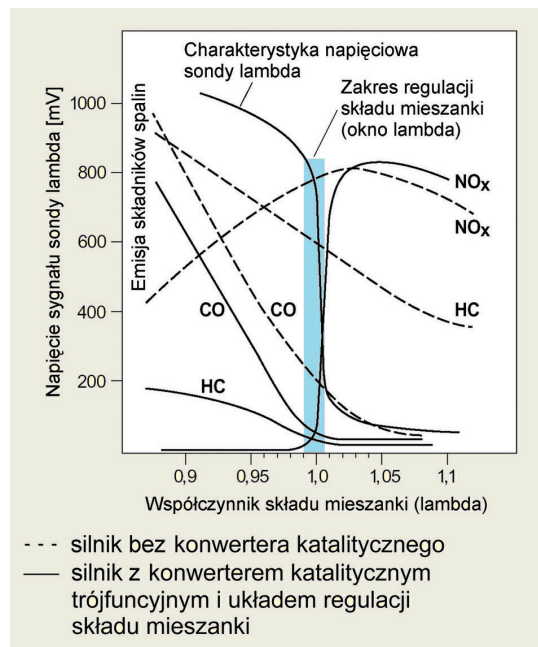
Trójfunkcyjny konwerter katalityczny jest najbardziej wydajnym urządzeniem oczyszczającym spaliny silnika ZI. Wymagane jest jednak zasilanie silnika mieszanką o składzie maksymalnie zbliżonym do składu charakteryzowanego współczynnikiem $\lambda = 1$, co musi zapewnić układ regulacji składu mieszanki. Dlatego trójfunkcyjny konwerter katalityczny wraz z tym układem są powszechnie stosowane, bo pozwalają spełnić silnikom surowe normy czystości spalin.

3.1.2. Zasada pracy konwerterów katalitycznych

Poniższe równania chemiczne prezentują reakcje utleniania i redukcji zachodzące pomiędzy składnikami spalin.



Rys. 3.4



Rys. 3.5. Zakres regulacji składu mieszanki z wykorzystaniem sygnałów sondy lambda oraz redukcja zawartości składników szkodliwych w spalinach przez trójfunkcyjny konwerter katalityczny

3.1.3. Budowa konwertera katalitycznego

Konwerter katalityczny składa się z nośnika, aktywnej warstwy katalitycznej oraz metalowej obudowy. Stosowane są trzy rodzaje nośników:

- ✗ nośnik typu sypkiego (prawie nie stosowany przez europejskich producentów)

- ✗ monolit ceramiczny (obecnie najczęściej stosowany)

- ✗ monolit metalowy (wytrzymujący szczególnie wysokie obciążenia termiczne, ale droższy)

Monolit ceramiczny

Monolit ceramiczny jest to blok wykonany z materiału ceramicznego, który ma wiele tysięcy przetłotowych kanałków. Przez nie przepływają spaliny. Materiałem ceramicznym jest wytrzymały na wysokie temperatury krzemian aluminium i magnezu.

Wrażliwy na uderzenia i wibracje monolit ceramiczny jest mocowany elastycznie w blaszanej obudowie konwertera katalitycznego. To zadanie spełnia np. metalowa plecionka, wykonana z drutu ze stali stopowej, o średnicy ok. 0,25 mm. Jest ona montowana pomiędzy metalową obudową a ceramicznym monolitem. Plecionka ta musi być elastyczna, aby: tolerancje wykonania monolitu ceramicznego i obudowy, różne współczynniki rozszerzalności termicznej materiału ceramicznego i metalowej obudowy, naprężenia mechaniczne występujące podczas jazdy oraz siły wynikające z oddziaływania ciśnienia spalin nie spowodowały powstania uszkodzeń monolitu ceramicznego.

Monolit metalowy

Monolity metalowe są obecnie wykorzystywane tylko w niewielkim zakresie. Przeważnie są stosowane jako tzw. konwertery katalityczne wstępne lub rozruchowe, montowane blisko silnika, przed konwerterem katalitycznym głównym, tak aby po rozruchu zimnego silnika szybko rozpoczęły się reakcje katalityczne. Zastosowaniu monolitów metalowych w konwerterach katalitycznych głównych stoi na przeszkodzie ich wyższy koszt, w porównaniu z monolitami ceramicznymi.

Pokrycia kanałów w monolitach

Ścianki kanałów w monolitach ceramicznych i metalowych są pokrywane tzw. warstwą pośrednią („wash-coat”), która zwiększa czynną powierzchnię ścianek kanałów konwertera katalitycznego o współczynnik wynoszący ok. 7000. Na warstwą pośrednią jest nanoszona aktywna warstwa katalityczna z metali szlachetnych, która składa się z:

- ✗ platyny i palladu w utleniających konwerterach katalitycznych

- ✗ platyny i rod w trójfunkcyjnych konwerterach katalitycznych

Platyna przyspiesza reakcje utleniania węglowodorów (HC) i tlenku węgla (CO), a rod - reakcje redukcji tlenków azotu (NO_x). Zawartość metali szlachetnych w konwerterze katalitycznym wynosi ok. 2 do 3 g.

3.1.4. Warunki umożliwiające zastosowanie konwertera katalitycznego

Na wykorzystanie konwerterów katalitycznych szczególnie wpływ mają dwa warunki.

- ✗ Silnik musi być zasilany benzyną bezołowiową. Benzyna zawierająca ołów powoduje „zatrucie” warstwy metali szlachetnych konwertera katalitycznego i w krótkim czasie jego trwałe uszkodzenie.

- ✗ Aby uzyskać optymalną zawartość tlenu w spalinach, niezbędną dla przebiegu reakcji chemicznych w konwerterze katalitycznym, skład mieszanki zasilającej silnik musi być dokładnie regulowany za pomocą sondy lambda, aby jak najmniej różnił się od tzw. składu stechiometrycznego, charakteryzowanego przez współczynnik składu mieszanki $\lambda = 1$.

Istotnym parametrem jest temperatura pracy konwertera katalitycznego. Idealne warunki pracy konwertera, zapewniające jego wysoką zdolność do oczyszczenia spalin, a jednocześnie umożliwiające długotrwałą pracę, panują w zakresie temperatur od 400 do 700°C, w którym starzenie termiczne jest najniższe. Jeśli nastąpi przekroczenie temperatury 1000°C, bardzo mocno zwiększa się starzenie termiczne konwertera katalitycznego, aż do jego zniszczenia.

Wskutek nieprawidłowej pracy silnika, np. wypadania zapłonów, temperatura konwertera katalitycznego może wzrosnąć do ponad 1400°C. Takie temperatury powodują całkowite zniszczenie konwertera katalitycznego, przez stopienie materiału nośnika. Aby temu zapobiec, zwłaszcza układ zapłonowy samochodów z konwerterami katalitycznymi musi pracować niezawodnie i bezobsługowo, co gwarantuje stosowanie układów elektronicznych.

3.1.5. Kontrola sprawności konwertera katalitycznego

Kontrola sprawności konwertera katalitycznego silnika ZI, z układem diagnostyki pokładowej, odbywa się przy użyciu sond lambda.

Kontrola sprawności utleniającego konwertera katalitycznego silnika ZS, przez system diagnostyki pokładowej standardu OBD II, obecnie nie jest wymagana.

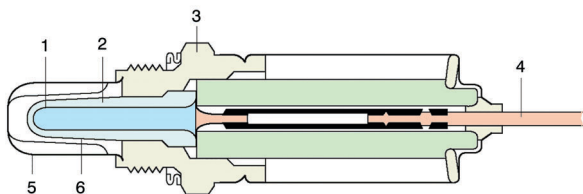
3.2. Układ regulacji składu mieszanki z sondą lambda

Sonda lambda jest opływana strumieniem spalin pomiędzy silnikiem i konwerterem katalitycznym. Zewnętrzna powierzchnia ceramicznego elementu pomiarowego, w kształcie kubka, ma kontakt ze spalinami, a wewnętrzna powierzchnia jest w stałym kontakcie z otaczającym powietrzem. Stosowane są następujące typy sond lambda: napięciowe, rezystancyjne, ubogiej mieszanki i szerokopasmowe.

3.2.1. Sondy lambda

Sonda lambda typu napięciowego

W tej sondzie lambda, pomiędzy dwiema powierzchniami ceramicznego elementu pomiarowego, powstaje napięcie elektryczne, którego wartość jest przyjęta jako miara zawartości tlenu w spalinach.



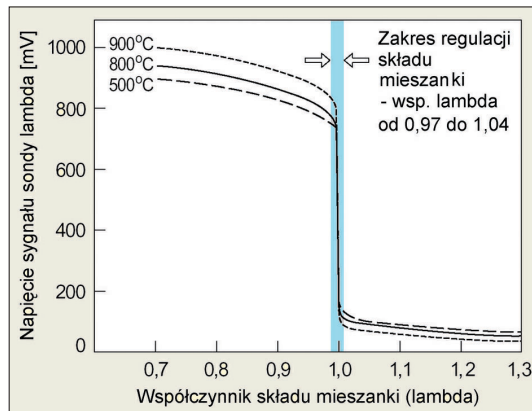
Rys. 3.6. Sonda lambda typu napięciowego: 1- elektroda (+), 2 - ceramiczny element pomiarowy, 3 - obudowa, 4 - przewód elektryczny, 5 - osłona zewnętrzna (omywana spalinami), 6 - elektroda (-)

Ten typ sondy lambda charakteryzuje się tym, że zmiana składu spalanej mieszanki, charakteryzowanej współczynnikiem składu mieszanki, w zakresie od $\lambda = 0,98$ do $\lambda = 1,02$, tzn. w strefie granicznej pomiędzy mieszanką bogatą a ubogą, powoduje skokową zmianę wartości napięcia. Dlatego sonda ta jest nazywana sondą skokową.

Skokowa zmiana wartości napięcia jest wykorzystywana przez układ regulacji składu mieszanki jako informacja o składzie „przed chwilą” spalanej mieszanki. Sonda lambda pracuje dopiero od temperatury ok. 300°C , przy czym optymalna wartość temperatury roboczej wynosi ok. 600°C . Aby sonda szybko reagowała na zmiany składu spalin (cechowała się krótkim czasem odpowiedzi) i miała możliwość stałą temperaturę, jest ona często wyposażona w grzałkę elektryczną.

Sonda lambda typu rezystancyjnego

Sonda lambda typu rezystancyjnego, zwana też pasywną, jest zewnętrznie bardzo podobna do son-



Rys. 3.7. Charakterystyka sondy lambda typu napięciowego dla jej różnych temperatur

dy lambda typu napięciowego. Fizyczna zasada pracy jest jednak inna. Ceramiczny element pomiarowy nie jest źródłem napięcia, lecz w zależności od zawartości tlenu w spalinach zmienia się jego oporność. Sonda tego typu pracuje w temperaturze powyżej 500°C . Ten typ sondy też występuje w odmianie z grzałką elektryczną.

Sonda ubogiej mieszanki

Przy zasilaniu silnika ubogimi mieszankami opisana sonda typu skokowego znalazła ograniczone zastosowanie. Specjalne środki użyte do stabilizacji sondy, jak też zastosowanie wydajnej grzałki (moc 18 W), umożliwiły jej wykorzystanie, gdy spalane były mieszanki o wartościach współczynnika składu mieszanki nie większych niż $\lambda = 1,5$. Szersze zastosowanie znalazła sonda lambda o innej konstrukcji, zwana sondą ubogiej mieszanki. Pracuje ona z wykorzystaniem zasady prądu granicznego. Umożliwia określenie składu dowolnych mieszanek, charakteryzowanych współczynnikiem składu mieszanki, o wartościach większych niż $\lambda = 1$.

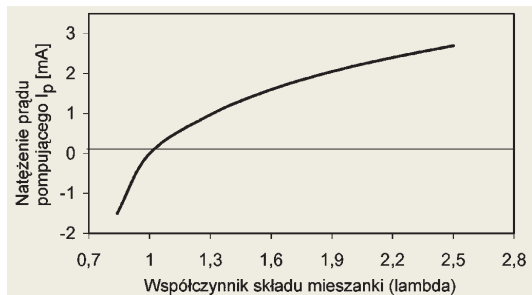
Sonda lambda typu szerokopasmowego

Ta sonda jest połączeniem:

- ✕ sondy ubogiej mieszanki, pracującej z wykorzystaniem zasady prądu granicznego

- ✕ sondy wykonanej z dwutlenku cyrkonu, będącej ogniwnem stężeniowym Nernsta

Jest to czujnik o dwóch ogniwach, który przy współpracy z elektronicznym układem regulacyjnym mierzy skład spalanych mieszanek o zakresie wartości współczynnika składu mieszanki od $\lambda = 0,7$ do $\lambda = 4$. Wielkością sygnału, informującą o składzie spalanej mieszanki, może być wartość natężenia prądu sondy (rys. 3.8) lub po przetworze-



Rys. 3.8. Charakterystyka prądowa sygnału sondy lambda typu szerokopasmowego, w zależności od wartości współczynnika składu mieszanki

niu przez elektroniczny układ regulacyjny - napięcie sygnału, o wartości liniowo rosnącej wraz ze wzrostem wartości współczynnika λ . Sonda szerokopasmowa ma grzałkę, która umożliwia jej utrzymanie i utrzymanie temperatury roboczej wynoszącej przynajmniej 600°C.

Ciągła regulacja składu mieszanki, z wykorzystaniem sondy lambda typu szerokopasmowego

Szybkość pracy układu dwupunktowej regulacji składu mieszanki może być tylko wówczas zwiększona, jeśli rzeczywiście będzie wykonywany pomiar, o ile skład spalanej „przed chwilą” mieszanki, oceniany przez sondę lambda na podstawie zawartości tlenu w spalinach, różni się od składu charakteryzowanego współczynnikiem składu mieszanki $\lambda = 1$. Sonda lambda typu szerokopasmowego umożliwia ciągłą regulację składu mieszanki w zakresie bliskim mieszanke o składzie charakteryzowanym współczynnikiem $\lambda = 1$. Regulacja ta cechuje się bardzo małą, ustaloną amplitudą oraz wysoką dynamiką (szybkie korygowanie odchyłek składu mieszanek od wartości $\lambda = 1$). Parametry charakterystyczne dla procesu regulacji są obliczane w zależności od warunków pracy silnika. Układ regulacji z sondą lambda typu szerokopasmowego umożliwia szybszą kompensację nieuniknionego błędu regulacji (różnica pomiędzy składem aktualnie spalanej mieszanki a składem wymaganym), zarówno w statycznych, jak i dynamicznych warunkach pracy silnika.

Miejsce montażu

Miejsce montażu sondy lambda przed konwerterem katalitycznym jest kompromisem pomiędzy:

- ✗ montażem sondy lambda w małej odległości od silnika, co gwarantuje szybkie uzyskiwanie przez nią temperatury pracy
- ✗ montażem sondy lambda w dużej odległości od silnika, aby nie narażać jej na nadmierne starzenie

3.2.2. Praca układu regulacji składu mieszanki z sondą lambda

Skład spalanej mieszanki jest rozpoznawany przez sondę lambda na podstawie zawartości tlenu w spalinach, pozostałych po jej spalaniu. Wartość napięcia sygnału sondy lambda, odpowiadająca do zmierzonej zawartości tlenu, jest przesyłana do elektronicznego sterownika układu zasilania (układ wtryskowy lub gaźnik, z możliwością elektronicznej regulacji składu mieszanki). Na jej podstawie sterownik dokonuje niezbędnej w danej chwili korekacji wprowadzanej dawki paliwa. Jeśli zostanie stwierdzone, że w spalinach jest bardzo mało tlenu, to oznacza, że „przed chwilą” została spalona mieszanka bogata, w wyniku czego sterownik układu wtryskowego zmniejsza ilość wtryskiwanego paliwa. Jeśli po pewnym czasie sonda lambda zmierzy, że w spalinach znacznie wzrosła zawartość tlenu, to oznacza, że „przed chwilą” została spalona mieszanka uboga, w następstwie czego sterownik układu wtryskowego zwiększa ilość wtryskiwanego paliwa. W ten sposób skład spalanej mieszanki waha się pomiędzy mieszanką nieco zubożoną a nieco wzbogaconą.

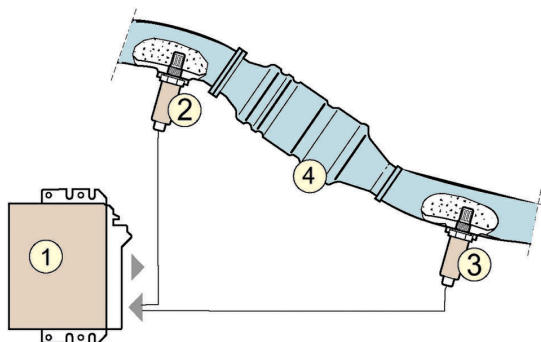
Częstotliwość regulacji (liczba cykli regulacji na 1 s) zależy od czasu przepływu spalin od komory spalania do sondy lambda. Wynosi ona na biegu jałowym ok. 0,5 Hz (tzn. że czas jednego cyklu regulacji wynosi ok. 2 s). Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika, a więc i szybkości przepływu spalin, rośnie częstotliwość regulacji.

Jest to typowy przykład układu regulacji, w tym przypadku składu mieszanki, w tzw. pętli układu regulacji. Wcześniej powszechnie stosowane było sterowanie układami zasilania paliwem. Zmiany zawartości tlenu w spalinach informują o konieczności zmiany składu mieszanki paliwowo-powietrznej zasilającej silnik, która dzięki tym informacjom jest wykonywana automatycznie.

Współpraca układu regulacji składu mieszanki z trójfunkcyjnym konwerterem katalitycznym umożliwia obniżenie emisji szkodliwych składników spalin do wartości, wynikających ze spełnienia surowych norm. Jeśli skład mieszanki zasilającej silnik mieszczą się w zakresie składów regulowanych przez układ regulacji z sondą lambda, wtedy emisje wszystkich trzech szkodliwych składników spalin - tlenku węgla (CO), węglowodorów (HC) i tlenków azotu (NO_x) - są względnie najniższe.

3.2.3. Kontrola sprawności konwertera katalitycznego i sondy lambda

Sonda lambda przed konwerterem katalitycznym przesyła sygnał sterownikowi układu wtryskowego, który to sygnał jest wykorzystywany do regu-



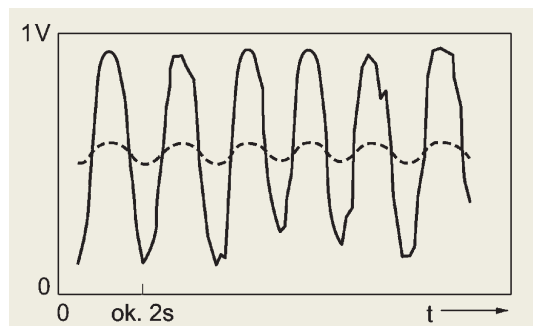
Rys. 3.9. 1 - sterownik układu wtryskowego
2 - sonda lambda przed konwerterem katalitycznym
3 - sonda lambda za konwerterem katalitycznym
4 - konwerter katalityczny

lacji składu mieszanki. Sonda lambda za konwerterem katalitycznym pełni funkcje kontrolne.

Konwerter katalityczny

Konwerter katalityczny jest klasyfikowany jako uszkodzony, jeśli przeciętna wartość współczynnika konwersji węglowodorów (HC) zmniejszy się w takim stopniu, że ich emisja przekroczy wartość dopuszczalną w normie, której wymaganiom odpowiada układ diagnostyki pokładowej danego samochodu (w systemach diagnostyki pokładowej standardu CARB OBD II - dla stanu Kalifornia i standardu EPA OBD II - przepisy federalne, dla innych stanów USA, obowiązują różne kryteria ocen).

Sprawność konwertera katalitycznego jest ściśle związana z jego zdolnością do magazynowania tlenu. Ta zależność jest wykorzystywana do określania stopnia sprawności konwertera katalitycznego. W tym celu, za konwerterem katalitycznym jest zamontowana druga sonda lambda. Przebieg sygnału napięciowego tej sondy lambda jest „wygładzony”, tzn. ma mniejsze amplitudy niż sygnał sondy lambda



Rys. 3.10. Przykładowe przebiegi sygnałów napięciowych sondy lambda zamontowanych przed (linia ciągła) i za (linia przerywana) konwerterem katalitycznym o dużej zdolności do magazynowania tlenu, a więc i o dużej sprawności

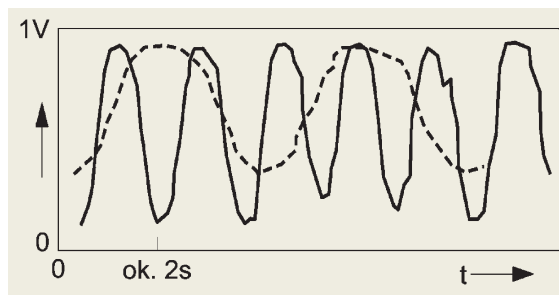
da zamontowanej przed konwerterem katalitycznym (rys. 3.10.). To „wygładzenie” jest spowodowane właśnie zdolnością konwertera katalitycznego do magazynowania tlenu. Sprawność konwertera katalitycznego jest obliczana na podstawie stosunku amplitudy sygnału napięciowego sondy lambda zamontowanej za konwerterem katalitycznym do amplitudy sygnału napięciowego sondy lambda zamontowanej przed konwerterem katalitycznym. Im wartość tego stosunku jest wyższa, tym sprawność konwertera katalitycznego jest mniejsza.

Sonda lambda

Proces starzenia sondy lambda zamontowanej przed konwerterem katalitycznym jest kontrolowany za pomocą analizy jej sygnału.

Sygnał sondy lambda, wraz z jej starzeniem, zmienia się w sposób opisany poniżej.

✘ Stara sonda lambda (linia przerywana na rys. 3.11) reaguje wolniej na zmiany zawartości tlenu w spalinach niż nowa sonda lambda (linia ciągła na rys. 3.11). Tak więc wraz ze wzrostem stopnia zatarzenia sondy lambda, maleje częstotliwość regulacji składu mieszanki.



Rys. 3.11. Przykładowe przebiegi sygnału napięciowego nowej sondy lambda (linia ciągła) i starej sondy lambda (linia przerywana)

✘ Wraz z postępującym starzeniem się sondy lambda, maleje wartość amplitudy sygnału sondy pracującej w układzie regulacji składu mieszanki. Spadek ten jest spowodowany wzrostem wartości napięcia sygnału sondy lambda w zakresie mieszanek ubogich. Dla nowej sondy lambda wartość napięcia sygnału w zakresie mieszanek ubogich wynosi ok. 100 mV. Jeśli więc wartość napięcia sygnału w zakresie mieszanek bogatych wynosi ok. 900 mV, to wartość amplitudy sygnału jest równa:

$$900 \text{ mV} - 100 \text{ mV} = 800 \text{ mV}$$

Natomiast dla starej sondy lambda wartość napięcia sygnału w zakresie mieszanek ubogich jest kilkukrotnie większa od 100 mV i wynosi np. 400 mV, a więc przy tej samej wartości napięcia sygna-

łu sondy lambda w zakresie mieszanek bogatych wartość amplitudy sygnału zmniejsza się do wartości: $900\text{ mV} - 400\text{ mV} = 500\text{ mV}$

Ogółem sprawdzenie sondy lambda wykonywane przez sterownik silnika obejmuje:

- ✗ pomiar oporności wewnętrznej

- ✗ pomiar napięcia sygnału

- ✗ pomiar szybkości zmiany napięcia sygnału sondy lambda, przy zmianie składu mieszanki zasilającej silnik z ubogiej na bogatą

- ✗ pomiar szybkości zmiany napięcia sygnału sondy lambda, przy zmianie składu mieszanki zasilającej silnik z bogatej na ubogą

- ✗ sprawdzenie, czy w obwodach elektrycznych nie ma przerw

- ✗ sprawdzenie, czy w obwodach elektrycznych nie ma zwarcia

- ✗ pomiar długości okresu lub częstotliwości zmian sygnału sondy lambda zamontowanej przed konwerterem katalitycznym

- ✗ pomiar natężenia prądu zasilającego grzałkę

Sprawdzenie jest przeprowadzane podczas jazdy, gdy warunki pracy silnika są względnie stałe, przez ok. 20 s.

Sonda lambda zamontowana za konwerterem katalitycznym spalin jest poddana mniej intensywnemu starzeniu niż sonda lambda zamontowana przed konwerterem katalitycznym. Z tego też powodu sonda lambda zamontowana za konwerterem katalitycznym może być stosowana jako tzw. sonda prowadząca w procesie regulacji składu mieszanki.

W wyniku starzenia sondy lambda zmienia się początkowy (tzn. sonda lambda jest jeszcze nowa), średni skład mieszanki, regulowany na podstawie sygnałów sondy. Od wartości $\lambda = 1$ skład ten przechodzi w zakres mieszanek bogatych lub ubogich. Ten niepożądany efekt może być skompensowany przez sterownik, na podstawie sygnału sondy lambda zamontowanej za konwerterem katalitycznym.

3.3. Kontrola przebiegu procesu spalania w silniku

3.3.1. Cel kontroli przebiegu procesu spalania w silniku

Kontrola procesu spalania w silniku ma na celu wykrycie „wypadania” zapłonów w poszczególnych cylindrach silnika. „Wypadanie” zapłonów jest powodowane przez nieprawidłową pracę układu zapłonowego lub układu zasilania.

3.3.2. Sposób przeprowadzania kontroli przebiegu procesu spalania w silniku

„Wypadanie” zapłonów powoduje zmianę wartości chwilowej prędkości kątowej wału korbowego.

W celu jej pomiaru pełny obrót wału korbowego jest podzielony na kilka części, tzw. segmentów, a mierzony jest czas obrotu każdego segmentu, np. przez czujnik prędkości obrotowej wału korbowego. Jeśli czasy obrotu poszczególnych segmentów są do siebie bardzo zbliżone, tzn. że spalanie we wszystkich cylindrach silnika przebiega prawidłowo. Jeśli natomiast czas obrotu jednego z segmentów jest dłuższy niż czasy obrotu innych segmentów, to oznacza, że w jednym z cylindrów silnika „wypadają” zapłony.

Dla jednoznacznej identyfikacji tego cylindra, w którym przebieg spalania jest nieprawidłowy, niezbędna jest umiejętność identyfikacji pierwszego cylindra (sterownik silnika musi wiedzieć, w którym momencie proces spalania przebiega w cylindrze nr 1), np. z wykorzystaniem czujnika kąta obrotu wałka rozrządu.

Uszkodzenia mechaniczne silnika, jak również zmiany wartości chwilowej prędkości kątowej kół napędowych, przenoszone od nich do silnika za pośrednictwem układu napędowego, spowodowane np. nierówną nawierzchnią drogi, również powodują zmianę wartości chwilowej prędkości kątowej wału korbowego.

Spowodowane powyższymi przyczynami zmiany wartości chwilowej prędkości kątowej wału korbowego mogą być identyfikowane za pomocą jednej z poniższych metod:

- ✗ analiza sygnałów z dodatkowo stosowanego czujnika przyspieszeń wzdłużnych nadwozia

- ✗ analiza sygnałów z czujników prędkości obrotowej kół układu ABS

- ✗ analiza sygnału z czujnika prędkości obrotowej wału korbowego

Metody te umożliwiają wykazanie, które ze zmian wartości chwilowej prędkości kątowej wału korbowego są spowodowane przez „wypadanie” zapłonów.

3.3.3. Kryteria oceny przebiegu procesu spalania w silniku

Rzeczywiste „wypadania” zapłonów, rozpoznane w sposób opisany wyżej, są oceniane według dwóch kryteriów.

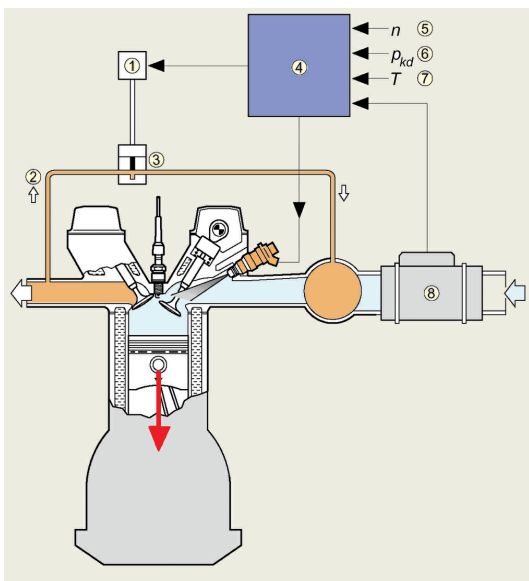
- ✗ Jeśli występujące wypadania zapłonów powodują, że emisja szkodliwych składników spalin przekroczy wartości dopuszczalne w określonej normie, następuje włączenie kontrolki MIL świci ona światłem ciągłym (w systemach diagnostyki pokładowej standardu CARB OBD II i standardu EPA OBD II obowiązują różne kryteria).

- ✗ Jeśli występujące wypadania zapłonów mogą spowodować uszkodzenie konwertera katalitycznego, następuje włączenie kontrolki MIL - świci ona światłem pulsującym.

3.4. Układ recyrkulacji spalin

3.4.1. Cel stosowania układu recyrkulacji spalin i jego budowa

Układ recyrkulacji spalin, w określonych warunkach pracy silnika, umożliwia domieszanie spalin do mieszanki paliwowo-powietrznej, co obniża maksymalne wartości temperatur występujące podczas procesu spalania, a przez to obniża emisję tlenków azotu (NO_x).



Rys. 3.12. Typowy układ recyrkulacji spalin:
1 - elektropneumatyczny zawór regulacyjny podciśnienia,
2 - spaliny, 3 - zawór układu recyrkulacji spalin (tu ze sterowaniem pneumatycznym), 4 - sterownik silnika, 5 - prędkość obrotowa silnika, 6 - ciśnienie bezwzględne panujące w kolektorze dolotowym, 7 - temperatura płynu chłodzącego silnik, 8 - masowy przepływomierz powietrza

3.4.2. Praca układu recyrkulacji spalin

Ilością recyrkulowanych spalin steruje zawór recyrkulacji spalin. Jest on oznaczany również jako zawór układu ARF (z niem. Abgas-Rückführung, skrót oznaczający recyrkulację spalin) lub zawór układu EGR (z ang. Exhaust Gas Recirculation, skrót oznaczający recyrkulację spalin). Zadaniem tego zaworu jest domieszanie określonej objętości spalin do mieszanki napływającej do silnika, jeśli umożliwiają to warunki pracy silnika. Objętość recyrkulowanych spalin jest zależna od:

- ✖ masy lub objętości powietrza zasysanego przez silnik
- ✖ temperatury płynu chłodzącego silnik
- ✖ kąta otwarcia przepustnicy
- ✖ ciśnienia bezwzględnego panującego w kole-

torze dolotowym lub nadciśnienia spalin w układzie wydechowym

Stosowane są zawory układu recyrkulacji spalin sterowane pneumatycznie (otwierane siłownikiem podciśnieniowym, a zamykane sprężyną) lub sterowane elektrycznie.

Objętość recyrkulowanych spalin, w stosunku do całej objętości doprowadzonego do silnika ładunku (suma mieszanki paliwowo-powietrznej i spalin), może wynosić: w silniku ZI - do 10%, w silniku ZS - do 20%. Objętość recyrkulowanych spalin, przy pracy silnika w warunkach najczęściej występującego średniego obciążenia, wynosi ok. 5%. Zmienia się ona w zależności od warunków pracy silnika, co umożliwia znaczne obniżenie emisji tlenków azotu (NO_x), bez negatywnego wpływu na przebieg procesu spalania.

3.4.3. Kontrola układu recyrkulacji spalin

Podczas fazy hamowania silnikiem następuje chwilowe otwarcie zaworu recyrkulacji spalin. Jeśli w jego następstwie wystąpi chwilowy wzrost wartości ciśnienia bezwzględnego panującego w kolektorze dolotowym (zmniejszenie wartości podciśnienia), jest to wskazówka, że zawór recyrkulacji jest szczelny oraz że nastąpiło jego otwarcie.

3.5. Układ dotłaczania dodatkowego powietrza

3.5.1. Cel stosowania układu

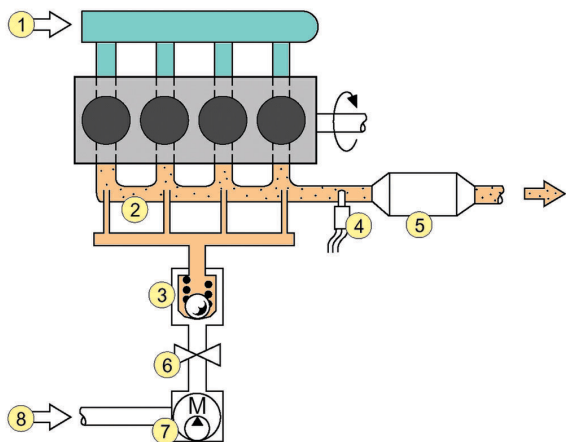
Dotłaczanie dodatkowego powietrza do kolektora wydechowego umożliwia intensywne dopalanie (utlenianie) tlenku węgla (CO) i węglowodorów (HC), dzięki czemu zmniejsza się ich emisja. W samochodach z konwerterami katalitycznymi, układ ten pracuje tylko bezpośrednio po uruchomieniu silnika oraz podczas nagrzewania silnika.

3.5.2. Praca układu

Właczane dodatkowe powietrze może również zwiększyć ilość reakcji dopalania (utleniania) zachodzących w konwerterze katalitycznym spalin.

3.5.3. Kontrola układu

Kontrola układu dotłaczania dodatkowego powietrza jest wykonywana z wykorzystaniem sygnału sondy lambda. Układ jest traktowany jako uszkodzony, jeśli natężenie przepływu dotłaczanego powietrza nie znajduje się w granicach określonych przez producenta. Stosowane w praktyce układy sterowania silnikami włączają pompę dodatkowego powietrza podczas pracy silnika na biegu jałowym, bezpośrednio po uruchomieniu silnika, na okres ok. 1,5 min.



Rys. 3.13. Typowy układ dotłaczania dodatkowego powietrza:
1 - powietrze zasysane przez silnik, 2 - wtlaczanie dodatkowego powietrza, 3 - zawór zwrotny, 4 - sonda lambda, 5 - konwerter katalityczny, 6 - zawór odcinający dopływ dodatkowego powietrza, 7 - pompa dodatkowego powietrza, 8 - powietrze atmosferyczne

Podczas pracy układu dotłaczania powietrza, układ wtryskowy steruje dawką paliwa, tzn. nadmiar wtlaczanego powietrza nie powoduje zwiększenia dawki paliwa przez układ wtryskowy, czyli jej doregulowania do większej ilości tlenu znajdującej się w spalinach. Sonda lambda, która po ok. 20 s osiąga temperaturę pracy, wysyła do sterownika sygnał o wartości odpowiedniej do zmierzonej większej zawartości tlenu w spalinach, co jest skutkiem wtlaczania dodatkowego powietrza. Jako miara dopływającej ilości dodatkowego powietrza jest przyjmowana informacja z układu zwanego integratorem sondy lambda, oceniającego sygnał sondy lambda, a potwierdzającą zwiększoną zawartość tlenu w spalinach.

W trakcie innego specjalnego cyklu oceniany jest sygnał sondy lambda podczas włączanego układu dotłaczania dodatkowego powietrza.

3.6. Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa

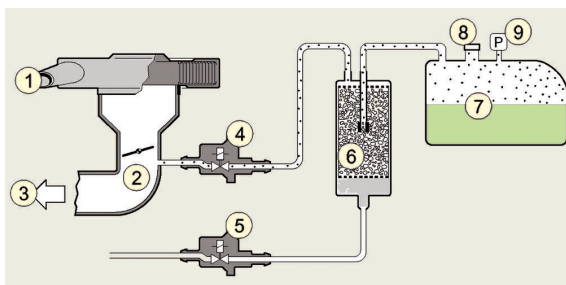
3.6.1. Cel stosowania układu

W zbiorniku paliwa paruje paliwo. Wzrost jego temperatury, np. w następstwie wyższej temperatury otoczenia, zwiększa ilość par paliwa. W samochodach o starszej konstrukcji odparowane paliwo było odprowadzane za pośrednictwem układu przewietrzania zbiornika do otaczającego powietrza (do atmosfery). Samochody o nowszej konstrukcji mają urządzenia, które uniemożliwiają parom paliwa uchodzenie do otaczającego powietrza.

3.6.2. Praca układu

Odparowane w zbiorniku paliwo, opuszczające go, jest zatrzymywane przez pochłaniacz z węglem aktywnym AKF (niem. Aktivkohlefilter). Pochłaniacz z węglem aktywnym jest połączony z kolektorem dolotowym za pośrednictwem zaworu, który służy do sterowania usuwaniem z niego par paliwa. Podczas pracy silnika zawór ten jest okresowo otwierany, a podciśnienie panujące w kolektorze dolotowym powoduje odsysanie par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym. Dzięki tej czynności węgiel aktywny może znowu wchłoniąć następne pary paliwa.

Pary paliwa pochodzące z pochłaniacza z węglem aktywnym są przez układ regulacji składu mieszanki z sondą lambda traktowane jako część paliwa wchodząca w skład doprowadzanej do silnika mieszanki paliwowo-powietrznej (podczas usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym mieszanka paliwowo-powietrzna powstaje



Rys. 3.14. Typowy układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa wraz z dodatkowymi elementami układu, umożliwiającymi jego kontrolę: 1 - filtr powietrza, 2 - kolektor dolotowy, 3 - kierunek przepływu powietrza zasysanego przez silnik, 4 - zawór usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym, 5 - zawór odcinający pochłaniacza z węglem aktywnym (zamyka dopływ powietrza do przepłukiwania pochłaniacza), 6 - pochłaniacz z węglem aktywnym, 7 - zbiornik paliwa, 8 - korek wlewu paliwa wraz z zaworami bezpieczeństwa pod- i nadciśnieniowym, 9 - czujnik ciśnienia w zbiorniku paliwa

tak, że część paliwa jest wtryskiwana przez wtryskiwacze, a część paliwa, już w postaci pary, jest doprowadzana do kolektora dolotowego z pochłaniacza z węglem aktywnym; sygnał sondy lambda pozwala określić skład takiej mieszanki paliwowo-powietrznej, a sterownik tak reguluje ilość paliwa wtryskiwaną przez wtryskiwacze, aby utrzymać jej pożądaną skład; przyp. tłumacza).

3.6.3. Kontrola układu

Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa jest klasyfikowany jako uszkodzony, jeśli w układzie występuje nieszczelność, która odpowiada otworowi o średnicy 1 mm. To wymaganie obowiązuje samochody od roku modelowego 1995 (podane kryte-

rium dotyczy aktualnie tylko samochodów, których układ diagnostyki samochodowej odpowiada standardowi EPA OBD II; w systemach diagnostyki pokładowej standardu CARB OBD II układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa jest klasyfikowany jako uszkodzony, jeśli występująca nieszczelność odpowiada otworowi o średnicy 0,5 mm (kryteria oceny tego układu zgodne ze standardem EOBD).

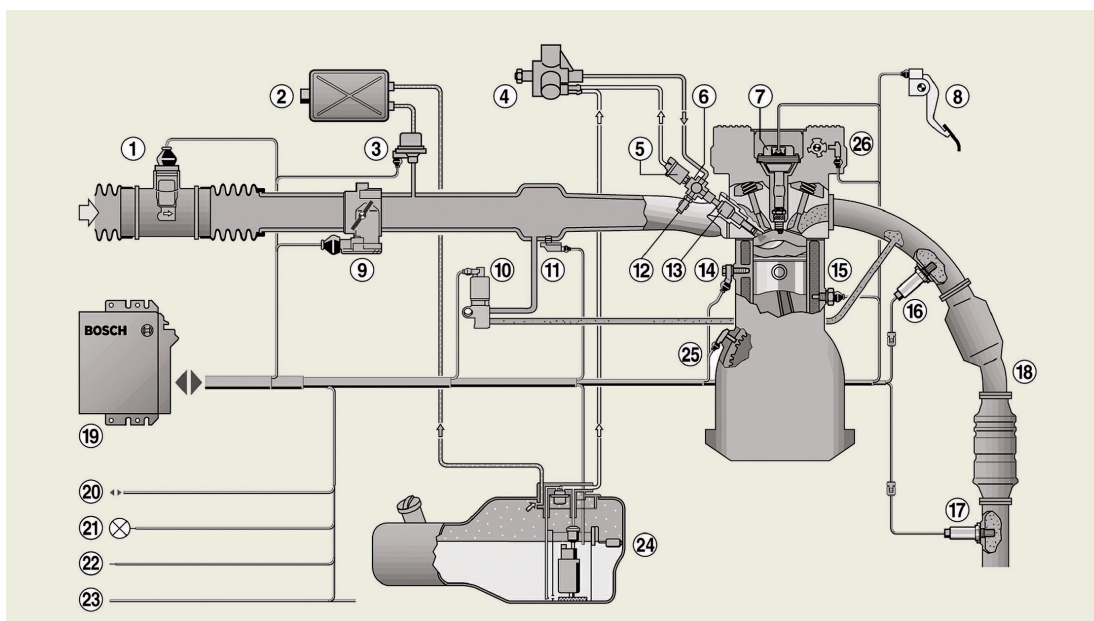
W celu kontroli układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa jest zamykany zawór odcinający pochłaniacza z węglem aktywnym, a jednocześnie otwierany zawór usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym. Powoduje to, że po chwili, w całym układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa powinno wystąpić podciśnienie. Wówczas następuje zamknięcie zaworu usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym, a czujnik ciśnienia w zbior-

niku paliwa umożliwia kontrolę, jak szybko maleje podciśnienie w zbiorniku paliwa. W ten sposób wykrywana jest ewentualna nieszczelność.

W układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa niezbędne są zawory bezpieczeństwa zamontowane w korku zbiornika paliwa, które zapobiegają powstaniu pod- lub nadciśnienia w zbiorniku paliwa, gdyby jeden z zaworów pochłaniacza z węglem aktywnym (usuwania par paliwa lub odcinający) pracował nieprawidłowo.

3.7. Elektroniczny układ sterowania silnikiem typu Motronic MED 7

Układ Motronic MED 7 jest układem wtryskowo-zapłonowym, dla silników ZI z bezpośrednim wtryskiem paliwa do komory spalania. Umożli-



Rys. 3.15. Układ sterowania silnikiem Motronic MED 7, z układem diagnostyki pokładowej:

- 1 - masowy przepływomierz powietrza wraz z czujnikami temperatury zasysanego powietrza
- 2 - pochłaniacz z węglem aktywnym
- 3 - zawór usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym
- 4 - wysokociśnieniowa pompa paliwowa
- 5 - zawór sterujący ciśnieniem
- 6 - listwa zasilająca paliwem
- 7 - cewka zapłonowa
- 8 - pedał gazu wraz czujnikiem kąta jego ustawienia
- 9 - zespół przepustnicy wraz

- z jej elektrycznym nastawnikiem
- 10 - zawór recyrkulacji spalin
- 11 - czujnik ciśnienia bezwzględnego w kolektorze dolotowym
- 12 - czujnik wysokiego ciśnienia paliwa
- 13 - wysokociśnieniowy wtryskiwacz paliwa (bezpośrednio do komory spalania)
- 14 - czujnik spalania stukowego
- 15 - czujnik temperatury płynu chłodzącego silnik
- 16 - sonda lambda zamontowana przed konwerterem katalitycznym
- 17 - sonda lambda zamontowana za konwerterem katalitycznym
- 18 - zespół konwerterów katalitycznych - w kolejności przepływu spalin

- najpierw jest trójfunkcyjny konwerter katalityczny, a następnie absorpcyjny konwerter katalityczny, zmniejszający emisję tlenków azotu (NO_x)
- 19 - sterownik elektroniczny
- 20 - gniazdko diagnostyczne
- 21 - kontrolka MIL, informująca o nieprawidłowej pracy układów silnika
- 22 - immobilizer
- 23 - szyna transmisji danych CAN
- 24 - zespół tłoczący wraz z wstępną pompą zasilającą
- 25 - czujnik prędkości obrotowej silnika
- 26 - czujnik kąta obrotu wałka rozrządu

wia on silnikom spełnienie wymagań normy Euro 4 (będzie obowiązywała od 2005 r.).

Układ MED 7, na podstawie informacji o kącie ustawienia pedału gazu, a więc o wymaganej wartości momentu obrotowego, wprowadza niezbędne nastawy silnika. Masa zassanego powietrza jest mierzona za pomocą przepływomierza masowego z tzw. gorącą warstwą. Układ MED 7 ma tzw. system EGAS, czyli system elektronicznego pedału gazu. Oznacza to, że „dodanie gazu” przez kierowcę w celu przyspieszenia jest odczytywane przez czujnik kąta ustawienia pedału gazu, a jego sygnał jest przesyłany do sterownika, który uwzględniając dodatkowo inne dane informujące o zachowaniu się pojazdu i pracy silnika, powoduje uchylenie przepustnicy.

W silnikach ZI z bezpośrednim wtryskiem paliwa emisja tlenków azotu (NO_x) przez silnik (tzn. mierzona przed konwerterem katalitycznym) jest zmniejszana przez wprowadzanie dużych objętości recyrkulowanych spalin. Nowe konstrukcje katalitycznych układów oczyszczania spalin umożliwiają zmniejszenie ilości emitowa-

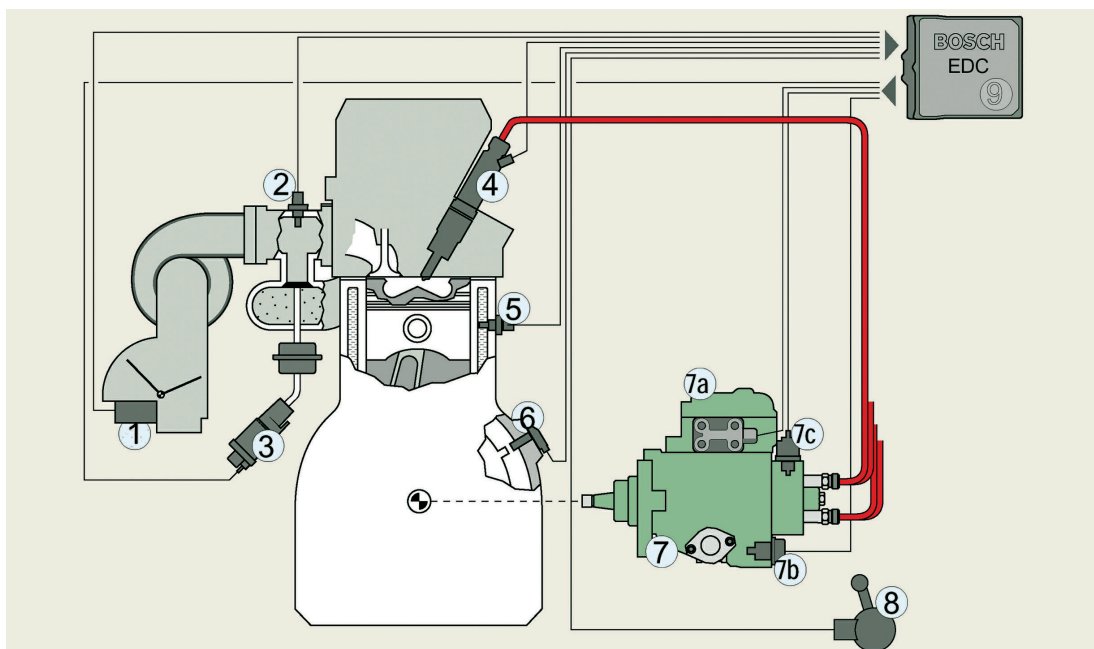
wanych tlenków azotu (NO_x) przez silniki zasilane ubogimi mieszankami, poniżej wartości określonych ustawowo.

Kontrolka MIL informuje kierowcę o wystąpieniu uszkodzeń, które powodują zwiększenie emisji szkodliwych składników spalin. Za pośrednictwem gniazdka diagnostycznego mogą być odczytywane ze sterownika silnika informacje o występujących nieprawidłowościach w pracy silnika.

3.8. Układ EDC sterowania silnikiem ZS

Prezentowany układ EDC (Electronic Diesel Control) sterowania silnikiem ZS jest elektronicznym układem sterującym, który spełnia wymagania określone przez standard OBD II.

Zapotrzebowanie na moment obrotowy silnika kierowca przekazuje za pośrednictwem czujnika kąta ustawienia pedału gazu. Stopień obciążenia silnika jest wyznaczany na podstawie pomiarów objętościowego lub masowego przepływomierza powietrza. Mierzone są ponadto: ciśnienie doładowania, temperatura płynu chłodzącego silnik,

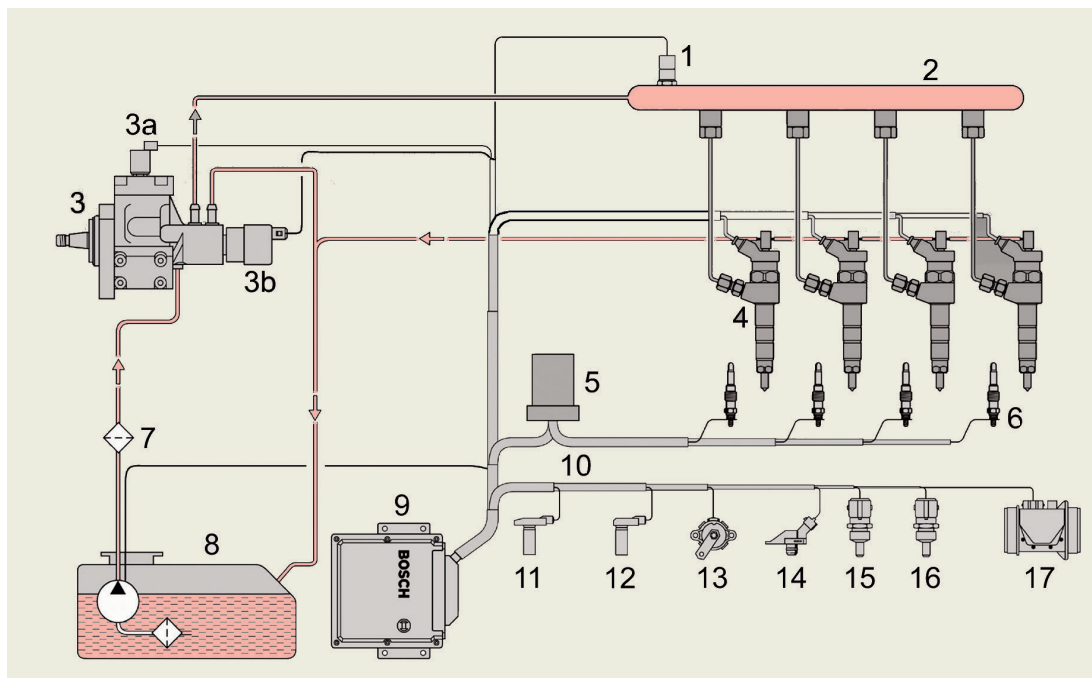


Rys. 3.16. Elementy elektronicznego układu sterowania silnikiem ZS (układ EDC):

- 1 - objętościowy przepływomierz powietrza
- 2 - czujnik ciśnienia doładowania
- 3 - elektryczny nastawnik ciśnienia sterującego stopniem otwarcia zaworu recyrkulacji spalin
- 4 - wtryskiwacz paliwa wraz z czujnikiem ruchu iglicy
- 5 - czujnik temperatury płynu chłodzącego silnik
- 6 - czujnik prędkości obrotowej silnika i położenia tłoka

pierwszego cylindra w punkcie GMP
7 - rozdzielaczowa pompa wtryskowa

- 7a - elektromagnetyczny nastawnik dawki wtryskiwanego paliwa
- 7b - elektromagnetyczny zawór regulacyjny kąta wyprzedzenia wtrysku
- 7c - zawór odcinający podawanie paliwa (wylączający silnik)
- 8 - czujnik kąta ustawienia pedału gazu
- 9 - sterownik



Rys. 3.17. Elementy układu wtryskowego silnika ZS, typu Common Rail:

- 1 - czujnik ciśnienia w listwie zasilającej paliwem
- 2 - zasobnik zasilający paliwem
- 3 - wysokociśnieniowa pompa promieniowa
- 3a - elektrozawór wyłączający tłoczenie paliwa przez jedną z sekcji pompy

- 3b - elektrozawór regulacyjny ciśnienia paliwa w zasobniku zasilającym
- 4 - wtryskiwacze sterowane elektrycznie
- 5 - sterownik czasu pracy świec żarowych
- 6 - świece żarowe
- 7 - filtr paliwa
- 8 - zbiornik paliwa
- 9 - sterownik
- 10 - czujniki

- 11 - czujnik prędkości obrotowej wału korbowego
- 12 - czujnik kąta obrotu wałka rozrządu
- 13 - czujnik kąta ustawienia pedału gazu
- 14 - czujnik ciśnienia doładowania
- 15 - czujnik temperatury zasysanego powietrza
- 16 - czujnik temperatury płynu chłodzącego silnik
- 17 - masowy przepływomierz powietrza

prędkość obrotowa silnika i inne wielkości. Na podstawie tych wartości sterownik wyznacza optymalną wielkość wtryskiwanej dawki paliwa oraz kąt wyprzedzenia wtrysku.

Emisja tlenków azotu (NO_x), przy silniku pracującym w określonych zakresach obciążeń częściowych, może być obniżona przez dodanie określonej objętości spalin do płynącego przez kolektor dolotowy strumienia zasysanego przez silnik powietrza.

3.9. Układ wtryskowy silnika ZS typu Common Rail

W układach wtryskowych typu Common Rail wysokociśnieniowa pompa promieniowa wytwa-

rza wysokie ciśnienie paliwa w listwie zasilającej, o wartości niezależnej od prędkości obrotowej silnika i wielkości wtryskiwanej dawki paliwa. Układ regulacji, składający się z czujnika ciśnienia w listwie zasilającej paliwem, sterownika i elektrozaworu regulacyjnego ciśnienia, umożliwia regulację ciśnienia paliwa panującego w listwie paliwowej. Na podstawie charakterystyk zapisanych w sterowniku dostosowuje on ciśnienie wtrysku, kąt wyprzedzenia wtrysku i czas trwania wtrysku do zmiennych warunków pracy silnika. Układ umożliwia uzyskanie wysokich ciśnień wtrysku również przy niskiej prędkości obrotowej silnika, a tym samym prawie zupełne spalanie paliwa. To z kolei ogranicza powstawanie czarnego zadymienia spalin.

4. Interfejs systemów diagnostyki pokładowej

4.1. Gniazdko diagnostyczne w systemach diagnostyki pokładowej

4.1.1. Przeznaczenie styków gniazdka diagnostycznego

Przeznaczenie poszczególnych styków (pinów) gniazdka diagnostycznego pokazuje rys. 4.1.

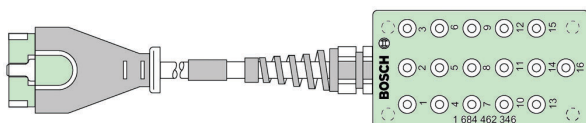
Wykorzystując tester KTS-650 lub komputer klasy PC z kartą KTS i przewodem przyłączeniowym



do gniazdka diagnostycznego układów diagnostyki pokładowej standardów OBD II/EOBD, można nawiązać komunikację ze sterownikiem odpowiedzialnym za skład emitowanych spalin (sterownik zespołu napędowego). Niektórzy producenci samochodów przyłączają też przewody linii K lub L innych sterowników do styków gniazdka diagnostycznego (rys. 4.1), wykorzystywanych do komunikacji przez sterownik zespołu napędowego.

Przewody linii K lub L innych sterowników, np. układu ABS, mogą być przyłączane przez producentów samochodów do tych styków gniazdka diagnostycznego, których przeznaczenie nie jest określone normami (mają one numery: 1, 8, 9, 13).

Połączenie i transmisję danych z ww. sterownikami umożliwia skrzynka przyłączeniowa do gniazdka diagnostycznego systemów diagnostyki pokładowej standardów OBD II/EOBD (rys. 4.2).



Rys. 4.2. Skrzynka przyłączeniowa do gniazdka diagnostycznego systemów diagnostyki pokładowej standardów OBD II/EOBD

Końce przewodów połączonych ze stykami wtyczki do gniazdka diagnostycznego są zakończone w skrzynce przyłączeniowej indywidualnymi gniazdkami wtykowymi (tulejki). Zależnie od wykorzystania do komunikacji poszczególnych styków gniazdka diagnostycznego, przez sterowniki poszczególnych układów, pojedyncze wtyki (tzw. bananowe) uniwersalnego przewodu połączeniowego można łączyć z odpowiednimi gniazdkami skrzynki przyłączeniowej.

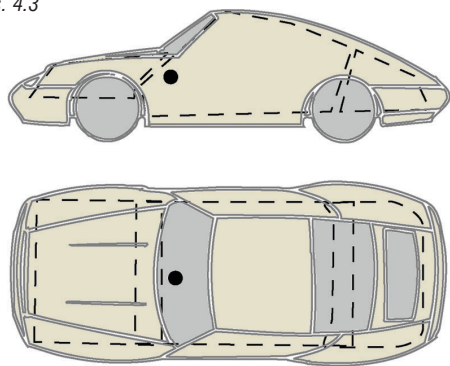
Przeznaczenie styków gniazdka diagnostycznego o numerach 3, 11, 12 również nie jest określone przez normy diagnostyki pokładowej standardów OBD II/EOBD. Do tych styków, wg grupy roboczej zajmującej się przetwarzaniem danych w systemach diagnostyki pokładowej (ang.-niem. OBD II-DV) może być przyłączona linia przesyłu danych pomiędzy sterownikami (do tej linii może być przyłączonych wiele sterowników, które wymieniają między sobą informacje). W tej grupie roboczej są reprezentowani zarówno przedstawiciele niemieckich i europejskich producentów samochodów, jak również firmy dostarczające podzespoły samochodowe na pierwsze wyposażenie.

Znormalizowane gniazdko diagnostyczne systemów diagnostyki pokładowej standardów OBD II/EOBD (o 16 stykach) są również montowane w samochodach, których sterowniki nie mają oprogramowania zgodnego z tymi standardami. Obecność tego gniazdka diagnostycznego w samochodzie nie jest więc gwarancją tego, że będzie można skorzystać z możliwości diagnostycznych, jakie daje oprogramowanie systemu diagnostyki pokładowej standardów OBD II/EOBD.

4.1.2. Miejsce zabudowy gniazdka diagnostycznego

Norma określa zarówno przeznaczenie poszczególnych styków gniazdka diagnostycznego, jak też obszar, w którym gniazdko diagnostyczne ma być zamontowane. Musi ono być dostępne z miejsca kierowcy. Przeważnie jest ono zamontowane pomiędzy kolumną kierownicy a środkową linią samochodu, na desce rozdzielczej samochodu lub pod nią (broшура „Gniazdko diagnostyczne - miejsca zabudowy i przeznaczenie ich styków”, źródło Bosch).

Rys. 4.3



4.2. Komunikacja

W 1991 r. została przyjęta norma ISO 9141-2. Jest ona dostosowana do wymagań diagnostyki pokładowej amerykańskiego standardu OBD II. Norma określa przebieg wymiany informacji i danych pomiędzy sterownikami zamontowanymi w samochodzie a testerem diagnostycznym.

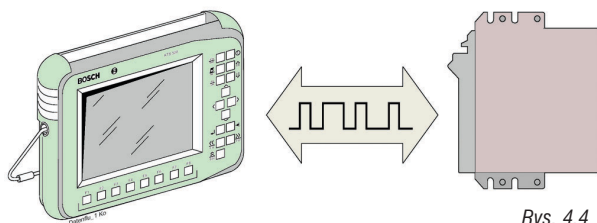
Różnice dotyczą tylko standardów komunikacji. Europejczycy oświadczyli, że są gotowi przejść z norm amerykańskich prawie wszystkie stosowane standardy komunikacji. Na zasadzie przychylności, w systemach diagnostyki pokładowej standardu OBD II została przyjęta komunikacja zgodna z normą ISO 9141-2, jako alternatywa normy SAE J1850.

Dopuszczono też standard komunikacyjny KWP 2000, zgodny z normą ISO 14230-4.

W systemach diagnostyki pokładowej są dopuszczone następujące standardy komunikacyjne:

- ✕ komunikacja zgodna z normą ISO 9141-2
 - stosowana przez producentów europejskich
 - słowo inicjalizujące jest przesyłane z niższą prędkością 5 bit/s

- ✕ komunikacja zgodna z normą ISO 14230-4 (protokół KWP 2000 = Keyword Protocol 2000)
 - stosowana przez producentów europejskich
 - słowo inicjalizujące jest przesyłane z wyższą prędkością
 - możliwe jest przesyłanie słowa inicjalizującego z niższą prędkością



Rys. 4.4

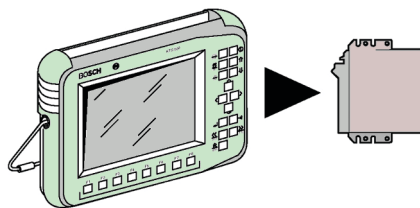
- ✕ komunikacja zgodna z normą SAE J1850 (producenti amerykańscy); dwa rodzaje protokołów
 - VPW (prędkość transmisji 10,4 kbit/s, stosowany np. przez GM)
 - PWM (prędkość transmisji 41,6 kbit/s, stosowany np. przez Forda)

- ✕ komunikacja zgodna z normą ISO/DIS 15765-4 (protokół CAN 2.0)

4.2.1. Inicjalizacja

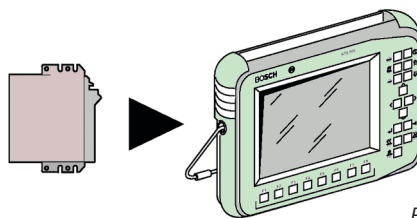
W celu odczytania informacji i danych ze sterowników tester diagnostyczny stosuje różne sposoby inicjalizacji. Są one opisane w odpowiednich normach, podanych wyżej.

W systemach diagnostyki pokładowej inicjalizacja jest przeprowadzana przez tester diagnostyczny, np. z wykorzystaniem generatora adresów, który wysyła je z prędkością 5 bit/s (ISO 9141-2).



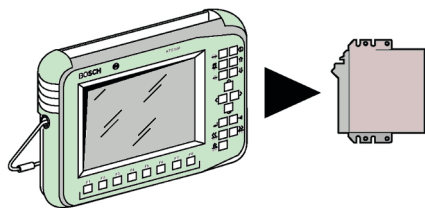
Rys. 4.5

Podczas nawiązywania komunikacji pomiędzy testerem diagnostycznym a sterownikami z oprogramowaniem odpowiadającym standardom OBD II/EOBD diagnostyki pokładowej (sterownik zespołu napędowego oraz inne sterowniki), inicjalizacja następuje przez przesłanie słowa adresowego 33h (litera h pochodzi od pierwszej litery słowa heksadecymalnie, które oznacza układ szesnastkowy) z prędkością przesyłu 5 bit/s.



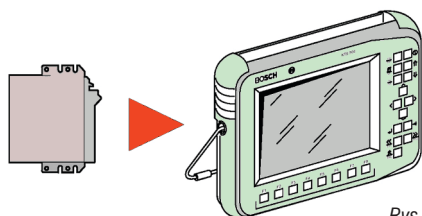
Rys. 4.6

Bezpośrednio potem jeden ze sterowników postanawia odpowiedzieć na sygnał inicjalizacji. Sterownik przesyła do testera diagnostycznego odpowiedź. Składa się ona z bajtu synchronizacji (1 bajt to informacja cyfrowa składająca się z 8 bitów) oraz dwóch słów kluczowych. Bajt synchronizacji i słowo kluczowe są wysyłane z prędkością 10400 bit/s (z tą prędkością będzie prowadzona komunikacja podczas diagnostyki).



Rys. 4.7

W celu sprawdzenia poprawności transmisji tester diagnostyczny przesyła do sterownika zanegowane drugie słowo kluczowe lub inaczej - jego odwrotność. Odwrotność słowa kluczowego należy rozumieć w ten sposób, że stan logiczny „0”, występujący w przesłanej przez sterownik informacji, tester diagnostyczny zmienia w stan logiczny „1” i odwrotnie.



Rys. 4.8

Następnie sterownik przesyła zanegowane słowo adresowe 33h (odwrotność słowa adresowego).

Bajt synchronizacji

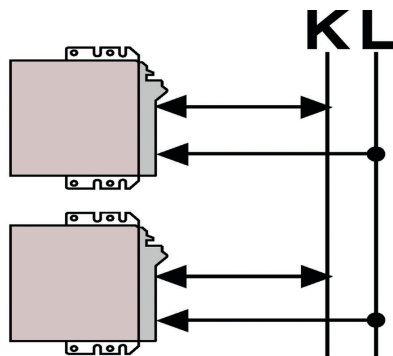
Bajt synchronizacji składa się z powtarzanej - kolejno 4 razy - pary stanów logicznych „1” i „0”. Jest to więc sygnał prostokątny, składający się z 8 stanów logicznych - przemienne stanu „1” i stanu „0”. Te 8 bitów (1 bit przekazuje informację o wartości jednego stanu logicznego) jest ujęte w tzw. ramkę, rozpoczynającą się bitem startu, a kończącą się bitem stopu, którym jest stan logiczny „1”. Bit stopu trwa min. 2 ms lub tak długo, jak jeden bit bajtu synchronizacji, zależnie od tego, która z tych dwóch wartości jest większa. Bajt synchronizacji umożliwia dopasowanie prędkości transmisji testera diagnostycznego do wzajemnej komunikacji ze sterownikiem.

Słowa kluczowe

Komitet normalizacyjny zajmujący się pojazdami mechanicznymi (FAKRA) przydziela słowa kluczowe producentom samochodów i producentom układów stosowanych w pojazdach. Na przykład numery od 71 do 120 są przydzielone firmie Opel. Słowa kluczowe są zawsze przesyłane parami.

4.2.2. Transmisja informacji i danych

Aby komunikacja pomiędzy sterownikiem a testerem diagnostycznym była jednoznaczna i bez-



Rys. 4.9

pieczna, są określone poziomy parametrów elektrycznych, które odpowiadają stanom logicznym „0” i „1”, zarówno dla transmisji od testera diagnostycznego do sterownika, jak też od sterownika do testera diagnostycznego.

Jeśli układy współpracują ze sobą, np. zespół napędowy i układ ABS, to sterowniki tych układów są przyłączone do przewodu wspólnej linii K i do przewodu wspólnej linii L. Rozróżnia się dwa systemy:

- ✗ o jednokierunkowej transmisji danych (tylko w jednym kierunku), z wykorzystaniem linii K lub L
- ✗ o dwukierunkowej transmisji danych (w obu kierunkach), z wykorzystaniem linii K

Po sygnale inicjalizacji sterowniki poszczególnych układów mogą tylko w określony sposób, jeden po drugim, odpowiadać. Za taki przebieg komunikacji odpowiedzialny jest producent.

4.3. Tester diagnostyczny

Zdefiniowany w normie ISO 15031-4 tester diagnostyczny musi automatycznie rozpoznawać standard komunikacyjny sprawdzanego układu sterowania zespołem napędowym.

Ponadto tester diagnostyczny musi:

- ✗ przekazywać informację o kodach usterek, które powodują zwiększenie emisji szkodliwych składników spalin
- ✗ informować o rzeczywistych wartościach parametrów, na podstawie których można wnioskować, że nastąpiło zwiększenie emisji szkodliwych składników spalin
- ✗ informować o wartościach parametrów, które podają bieżące warunki pracy silnika
- ✗ informować o wartościach charakterystycznych dla sygnału sond λ , a zmierzonych przez sterownik podczas kontroli ich sygnału
- ✗ umożliwiać kasowanie kodów usterek, które zostały zarejestrowane przez system diagnostyki pokładowej
- ✗ udzielać pomocy osobie obsługującej tester

podczas korzystania z niego, przez wyświetlanie tekstów z informacjami pomocy, które są wywoływane np. przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku (tzw. pomoc on-line)

4.4. Tryby pracy testera diagnostycznego

Norma ISO 15031-5 opisuje sposób pracy testera i sposób prezentacji na ekranie testera diagnostycznego informacji oraz wartości parametrów (tzw. format danych), w jego poszczególnych trybach pracy. W normie opisanych jest 9 trybów pracy testera diagnostycznego (od nr 1 do 9).

Tryb pracy nr 1

Odczyt bieżących wartości parametrów zespołu napędowego:

- ✖ analogowe sygnały wejściowe i wyjściowe (np. sygnał sondy lambda, prędkość obrotowa silnika, temperatura płynu chłodzącego silnik itd.)

- ✖ cyfrowe (dwustanowe) sygnały wejściowe i wyjściowe (np. informacja z wyłącznika przepustnicy o zamknięciu przepustnicy w pozycji biegu jałowego)

- ✖ wyniki obliczeń przeprowadzanych przez program sterownika (np. czas wtrysku)

- ✖ informacje o statusie poszczególnych elementów (np. rodzaj zamontowanej skrzyni biegów: automatyczna/sterowana ręcznie, klimatyzacja: zamontowana/nie zamontowana)

- ✖ informacje o zastosowanych procedurach monitorujących o działaniu okresowym (gdy spełnione są określone warunki, kontrolują pracę układów i ich elementów) oraz informacje o ich statusie

Nie wszystkie podane parametry są możliwe do odczytania w systemach diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Tryb pracy nr 2

Odczyt parametrów charakteryzujących warunki pracy zespołu napędowego, które były w momencie rejestracji kodu usterki, informującego o uszkodzeniu wpływającym na emisję toksycznych składników spalin. Te zapamiętane parametry nazywamy „zamrożonymi”.

Tryb pracy nr 3

Odczyt potwierdzonych kodów usterek z pamięci sterowników. Kody te informują o usterkach, które powodują wzrost emisji toksycznych składników spalin. Potwierdzony kod usterki informuje o usterce, co do której sterownik ma pewność, że dana usterka wystąpiła.

Tryb pracy nr 4

Kasowanie zapamiętanych w sterowniku kodów usterek oraz związanych z nimi informacji dodatkowych (patrz pkt 4.9).

Tryb pracy nr 5

Odczyt dla każdej z zamontowanych sond lambda:

- ✖ stałych wartości progowych sygnału sondy lambda, pochodzących z programu zawartego w sterowniku, a wykorzystywanych przez program sterownika do interpretacji i oceny sygnału sondy lambda

- ✖ wartości zmierzonych, charakterystycznych dla sygnału sondy lambda

Tryb pracy nr 6

Odczyt informacji o wartościach zmierzonych podczas okresowo wykonywanych testów diagnostycznych. O stosowaniu tych testów i ich rodzaju decyduje producent samochodu.

Tryb pracy nr 7

Odczyt prawdopodobnych kodów usterek z pamięci sterownika. Kody te informują o usterkach, które powodują wzrost emisji toksycznych składników spalin. Prawdopodobny kod usterki informuje o usterce, co do której sterownik ma „wątpliwości”, czy dana usterka wystąpiła.

Tryb pracy nr 8

Funkcje testowe, które umożliwiają testerowi diagnostycznemu przejęcie kontroli nad danym sterownikiem, w celu sprawdzenia, jak są wykonywane wysyłane polecenia. To, jakie funkcje testowe są dostępne, zależy od producenta samochodu. Może to być tzw. test elementów wykonawczych.

Tryb pracy nr 9

Odczyt informacji o pojeździe, np. numerów kodowych ze sterownika (patrz pkt 5.2.9).

Uwaga! W nowych regulacjach prawnych, zamiast określenia „Tryb pracy” może być stosowane określenie „Serwis”.

4.5. Kod usterek

Oznaczenie kodu usterki zawiera 5 pól.

Przykład kodu usterki: P O 2 8 3

Pole 1: podaje układ lub system, którego kod usterki dotyczy

Pole 2: podaje typ kodu usterki

Pole 3: podaje układ, podzespół, część lub nazwę parametru, którego dotyczy kod usterki

Pole 4 i 5: podają uszkodzony obwód, część, lub rodzaj uszkodzenia

Symbole stosowane w poszczególnych polach oznaczeń są podane w tabeli.

Znaczenia kodów usterek rozpoczynających się oznaczeniem P0 są podane w normach ISO 15031-6 i SAE J2012 (rozdz. 7). Znaczenia kodów usterek rozpoczynających się oznaczeniem P1 nie są podane w normach.

Nr pola	Stosowane oznaczenie	Opis danego oznaczenia
1	B	nadwozie (Body)
	C	podwozie (Chassis)
	P	zespół napędowy (Powertrain)
	U	sieć wymiany danych, poleceń (Network)
2	0 i 2	kod usterki, którego oznaczenie i definicję określa norma (ISO 15031-6 lub SAE J2012), a więc u wszystkich producentów kod usterki o tym samym oznaczeniu musi informować o tym samym uszkodzeniu
	1 i 3	kod usterki, którego tylko oznaczenie jest zgodne z normą, natomiast poszczególni producenci stosują własne definicje, tak więc kod usterki o tym samym oznaczeniu, może w samochodach różnych marek informować o różnych uszkodzeniach
3	0	układ określający ilość podawanego paliwa, układ określający ilość doprowadzonego powietrza i dodatkowe układy mające wpływ na skład spalin
	1 i 2	układ określający ilość podawanego paliwa, układ określający ilość doprowadzonego powietrza
	3	układ zapłonowy lub jego części, mogące być przyczyną braku przeskoku iskry
	4	układy dodatkowe odpowiedzialne za zmniejszenie zawartości składników toksycznych w spalinach, np. układ recyrkulacji spalin (EGR lub ARF)
	5	układy regulacji prędkości jazdy pojazdu oraz prędkości obrotowej biegu jałowego
	6	sterownik, jego sygnały wyjściowe i jego komunikacja z innymi sterownikami
	7 i 8	układ sterowania przeniesieniem napędu (np. skrzynią biegów)
4 i 5	od 01 do 99	oznaczenie uszkodzonego obwodu lub części, względnie rodzaju uszkodzenia (zwarcie, przerwa w obwodzie). W niektórych kodach usterek serii P0200 i P0300, dwie ostatnie cyfry służą do wskazania cylindra, w którym proces spalania przebiega nieprawidłowo lub do wskazania części przyporządkowanej danemu cylindrowi (np. wtryskiwacza), która pracuje nieprawidłowo

Przykładowe kody usterek:

P0122 Obwód potencjometru/przełącznika A przepustnicy lub pedału gazu - za niska wartość sygnału wejściowego

P0123 Potencjometr A mierzący kąt uchylenia przepustnicy (TP) lub kąt obrotu pedału gazu (PAP)

- za wysoka wartość sygnału wejściowego

P0130 Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1) - wadliwe działanie

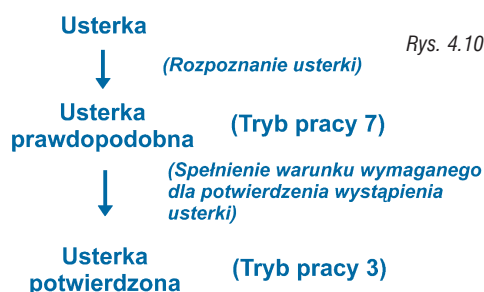
P0100 Obwód przepływomierza mierzącego masowe lub objętościowe natężenie przepływu powietrza - wadliwe działanie

4.6. Parametry „zamrożone”

Parametry „zamrożone”, odczytywane w trybie pracy nr 2, charakteryzują warunki pracy zespołu napędowego w momencie rejestracji kodu usterki, informującego o uszkodzeniu wpływającym na emisję składników toksycznych spalin. Są one zapamiętywane w pamięci sterownika w momencie rejestracji tego kodu usterki. Parametry zamrożone pierwszego zarejestrowanego kodu usterki są zastępowane w pamięci przez parametry „zamrożone” kodu usterki o wyższym priorytecie, jeśli ten kod usterki jest rejestrowany w pamięci sterownika jako następny.

4.7. Rejestracja kodu usterki

Usterka, o której informuje kod usterki, może zostać sklasyfikowana jako prawdopodobna lub potwierdzona.



Informacje o zarejestrowanych potwierdzonych kodach usterek, zgodnych z wymaganiami określonymi w normach, są przekazywane w trybie pracy nr 2 testera diagnostycznego. Informacje o zarejestrowanych prawdopodobnych kodach usterek są przekazywane w trybie pracy nr 7. Kod usterki zaklasyfikowany pierwotnie jako prawdopodobny jest klasyfikowany jako potwierdzony, jeśli zostają

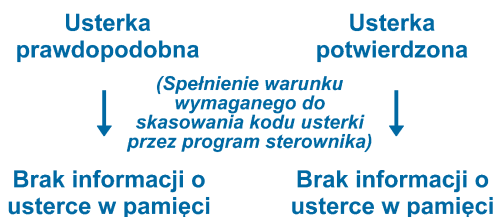
spełnione warunki wymagane dla potwierdzenia usterki. Warunki te są spełnione wówczas, jeśli np. usterka powtarza się podczas każdej fazy nagrzewania się, w kolejnych następujących po sobie przejazdach lub występuje przez określony czas.

Przy ocenie stanu technicznego samochodu przez właściwe do tego urzędy (np. dopuszczające samochód do dalszej eksploatacji, w Polsce - SKP) są uwzględniane tylko potwierdzone kody usterek, odczytywane w trybie pracy nr 3. Jednak podczas diagnostyki samochodu pomocne mogą być prawdopodobne kody usterek. Dlatego dla pracowników serwisów samochodowych istotne są kody odczytywane w trybach pracy nr 3 i 7 testera diagnostycznego.

4.8. Kasowanie kodu usterki przez program sterownika

Jeśli przyczyna rejestracji kodu usterki zarówno potwierdzonego, jak i prawdopodobnego, przestaje występować, kod ten jest na podstawie decyzji programu kasowany z pamięci. Mówimy wtedy o „wyleczeniu” usterki. Dlatego też, dla każdego kodu usterki są określone warunki, które muszą być spełnione, aby program sterownika skasował dany kod usterki. Są to tzw. warunki „wyleczenia” kodu usterki.

Rys. 4.11



Warunkiem wymaganym do skasowania przez program sterownika kodu usterki może być np. liczba cykli jezdnych (zdefiniowany przebieg jazdy samochodu), w czasie trwania których usterka nie może wystąpić. Liczba takich cykli jest zliczana i jeśli osiągnie ona wymaganą - program sterownika kasuje kod usterki z pamięci sterownika.

4.9. Kasowanie kodów usterek poleceniem z testera diagnostycznego

Kasowanie kodów usterek poleceniem z testera diagnostycznego można wykonać w trybie pracy nr 4. Z pamięci sterownika skasowane zostają prawdopodobne i potwierdzone kody usterek oraz związane z nimi informacje dodatkowe, takie jak:

- ✗ parametry „zamrożone”

✗ zmierzone wartości, charakterystyczne dla sygnałów zamontowanych sond lambda, które są odczytywane w trybie pracy nr 5

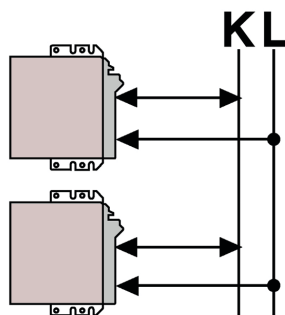
Ponadto, po wysłaniu z testera diagnostycznego polecenia kasowania kodów usterek, stany logiczne bitów bajtu D, informującego o statusie procedur monitorujących o działaniu okresowym (w skrócie - o statusie monitorów okresowych), są ustawiane na stan logiczny „1”. Bajt D jest częścią informacji o statusie systemu diagnostycznego, która jest przesyłana przez sterownik jako parametr o symbolu PID\$01, w trybie pracy nr 1 testera diagnostycznego (pkt. 5.2.1). Selektywne kasowanie, np. tylko kodów usterek, nie jest możliwe i również nie jest dopuszczone przez normę.

Uwaga!

Wszystkie informacje, które ulegną skasowaniu z pamięci sterownika, a które powinny być jeszcze poddane analizie, względnie mogą być później potrzebne podczas diagnostyki, powinny być przed kasowaniem kodów usterek odczytane i zarchiwizowane.

Jeśli tak jak na rys. 4.12 kilka sterowników jest połączonych ze sobą, to polecenie kasowania kodów usterek jest obowiązujące dla wszystkich sterowników i jest przez nie wykonywane jednocześnie.

Rys. 4.12

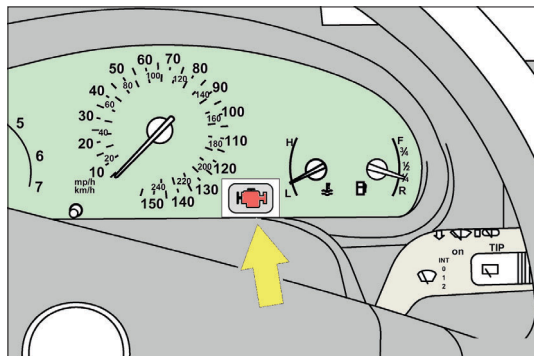


4.10. Włączenie kontrolki informującej o nieprawidłowej pracy (MIL)

Kontrolka informująca o nieprawidłowej pracy układów samochodu, głównie zespołu napędowego, zamontowana na desce rozdzielczej samochodu, oznaczana skrótem MIL (Malfunction Indicator Light = świetlny wskaźnik nieprawidłowego działania). Poszczególne układy, np. ABS, układ wspomagania kierownicy itp., mogą mieć własne kontrolki, informujące o ich nieprawidłowym działaniu.

Kontrolka MIL może występować w formie następujących napisów lub symboli:

- ✗ Check Engine - sprawdź silnik



Rys. 4.13. Kontrolka informująca o nieprawidłowej pracy układów samochodu, głównie zespołu napędowego, zamontowana na desce rozdzielczej samochodu, oznaczana skrótem ML (Malfunction Indicator = wskaźnik nieprawidłowego działania). Poszczególne układy, np. ABS, układ wspomagania kierownicy itp., mogą mieć własne kontrolki, informujące o ich nieprawidłowym działaniu

- ✗ Service Engine Soon - wykonaj wkrótce obsługę silnika
- ✗ Check Powertrain - sprawdź zespół napędowy
- ✗ Check Powertrain Soon - sprawdź wkrótce zespół napędowy
- ✗ symbol silnika (jak na rys. 4.13)

W układach diagnostyki pokładowej kontrolka MIL może znajdować się w trzech stanach pracy:

- ✗ świecenia światłem ciągłym
- ✗ świecenia światłem migowym (przerywanym)
- ✗ wyłączenia - nie świeci się

Po rozpoznaniu przez sterownik wystąpienia usterki, informacja o tym fakcie jest przekazywana albo natychmiast, albo po przejechaniu przez pojazd zdefiniowanej liczby cykli jezdnych. Jest to zależne od tego, która z usterek została wykryta i jakie są dla niej warunki włączenia kontrolki MIL. Usterki, których wystąpienie powoduje, że emisja szkodliwych składników spalin przekroczy wartości dopuszczalne w określonej normie, powodują świecenie kontrolki MIL światłem ciągłym. Usterki, które mogą spowodować uszkodzenie konwertera katalitycznego spalin, powodują świecenie kontrolki MIL światłem migowym. Ponadto są też usterki, których wystąpienie jest rejestrowane w pamięci sterownika, ale nie powodują świecenia kontrolki MIL - pozostaje wyłączone.

Kontrolka MIL świeci światłem ciągłym lub migowym, jeśli:

- ✗ połączone ze sterownikiem elementy układów sterowania zespołem napędowym są rozpoznawane jako niesprawne
- ✗ elementy układów mogą spowodować zwią-

szczenie emisji szkodliwych składników spalin o min. 15% lub przekroczenie dopuszczalnych wartości emisji, podanych w normie właściwej dla danego standardu diagnostyki pokładowej

✗ czujniki przesyłają do sterownika sygnały o wartościach poza prawidłowymi zakresami wartości

✗ stopień zużycia konwertera katalitycznego powoduje wzrost emisji węglowodorów (HC) ponad wartość dopuszczoną w normie właściwej dla danego standardu diagnostyki pokładowej

✗ występują wypadania zapłonów, które mogą powodować uszkodzenie konwertera katalitycznego lub przekroczenie dopuszczalnych wartości emisji szkodliwych składników spalin, podanych w normie właściwej dla danego standardu diagnostyki pokładowej

✗ w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa wystąpi określona wielkość nieszczelności, odpowiadająca otworowi o średnicy 1 mm (wg standardu EPA OBD II) lub otworowi o średnicy 0,5 mm (wg standardu CARB OBD II)

✗ układ sterowania zespołem napędowym pracuje z wykorzystaniem tzw. procedury awaryjnej

✗ układ regulacji składu mieszanki z sondą lambda nie rozpoczął pracy przed upływem określonego czasu, liczonego od momentu uruchomienia silnika

✗ zostanie włączony tylko zapłon, ale silnik nie zostanie uruchomiony

W układach diagnostyki pokładowej standardu OBD II kontrolka MIL jest włączana do świecenia światłem ciągłym, jeśli w dwóch kolejnych cyklach jezdnych testu FTP 72/75 (FTP to tzw. amerykański, federalny test jezdny) wartości emisji szkodliwych składników spalin przekroczą 1,5 wartości emisji przyjętej dla testu FTP 72/75.

Kryteria oceny układów zespołu napędowego, stosowane przez system diagnostyki pokładowej standardu EOBD, na podstawie których układy te są klasyfikowane jako uszkodzone, są podane w rozdziale 6.

Jeśli stacyjka jest włączona w pozycję zapłon, ale silnik nie zostanie uruchomiony, kontrolka MIL zostaje włączona i świeci światłem ciągłym. Jest to tak rozwiązane, aby ograniczyć i utrudnić nieuczciwe praktyki, np. odłączanie kontrolki MIL.

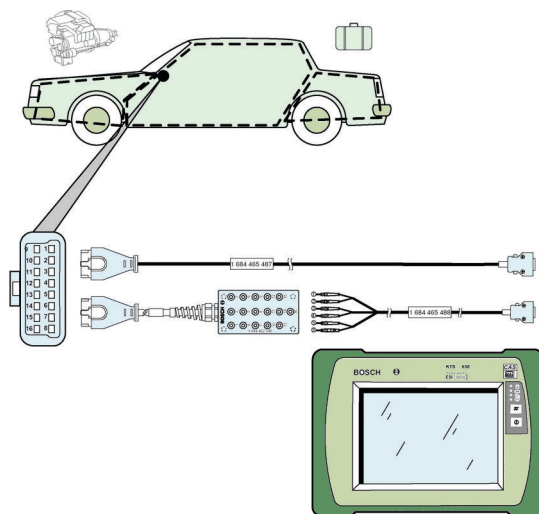
Uwaga! Sposób technicznej realizacji wymagań określonych w normach, dotyczących systemów diagnostyki pokładowej, nie zawsze jest w nich określony. Opisane w tym poradniku rozwiązania są najważniejszymi stosowanymi przez firmę Bosch lub przez różnych producentów samochodów, więc są to tylko przykłady możliwych rozwiązań.

5. Diagnostyka układów przez złącze OBD

5.1 Wykorzystanie informacji z systemu diagnostyki pokładowej

Używana w tekście nazwa „skaner” jest polskim odpowiednikiem użytej w normie angielskiej nazwy „scan tool”, określającej tester diagnostyczny umożliwiający odczytywanie informacji z systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Informacje z systemu diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD można odczytać, wykorzystując funkcję skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD np. testera diagnostycznego KTS-650. W tym celu należy przyłączyć tester KTS-650 do znormalizowanego gniazdka diagnostycznego o 16 stykach, za pośrednictwem przewodu przyłączeniowego (należy kierować się wskazówkami z instrukcji obsługi testera KTS-650).



5.2. Tryby pracy skanera

Po nawiązaniu komunikacji między testerem KTS-650 a sterownikami układów samochodu, następuje przekazywanie informacji przez zidentyfikowane sterowniki z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Uwaga!

W tym rozdziale są przedstawione możliwości kontroli systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD z wykorzystaniem funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD testera diagnostycznego KTS-650. Te same możliwości kontroli systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD dają inne urządzenia firmy Bosch, które są tylko skanerami układów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, np. KTS-100, lub podobnie jak KTS-650, w swoim oprogramowaniu mają funkcję skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, np. testery diagnostyczne KTS-520, KTS-550 lub analizator spalin BEA 350. Te urządzenia mogą różnić się od testera KTS-650 tylko możliwymi wariantami prezentacji informacji odczytywanych ze sterownika, np. prezentacji w formie graficznej.

Rys. 5.1. Do połączenia testera KTS-650 ze znormalizowanym gniazdem diagnostycznym systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD można wykorzystać standardowy przewód połączeniowy lub uniwersalną skrzynkę przyłączeniową

Po zakończonej pozytywnie identyfikacji poszczególnych układów na ekranie testera KTS-650 nie są wyświetlane pełne ich nazwy, a jedynie nazwy grup układów, do których te układy należą, oraz adresy ich sterowników (zgodnie z normą SAE J2178). Zgodnie z normą, poszczególne układy są klasyfikowane przez tester KTS-650 na podstawie adresów ich zidentyfikowanych sterowników. Adresy te są przyporządkowane przez normę sterownikom układów, zgodnie z przynależnością tych układów do poszczególnych grup układów. Adresy sterowników układów, należących do poszczególnych grup układów, są ujęte w tabeli.

Możliwości wykonywania testów układów i ich elementów, wydawania poleceń sterownikom oraz odczytywania ze sterowników informacji, statusów i bieżących wartości parametrów, z wykorzystaniem skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, funkcji testera diagnostycznego KTS-650, są podzielone i przyporządkowane 9 trybom pracy, oferowanym do wyboru, np.

**Adresy sterowników układów
przyporządkowane danej
grupie układów**

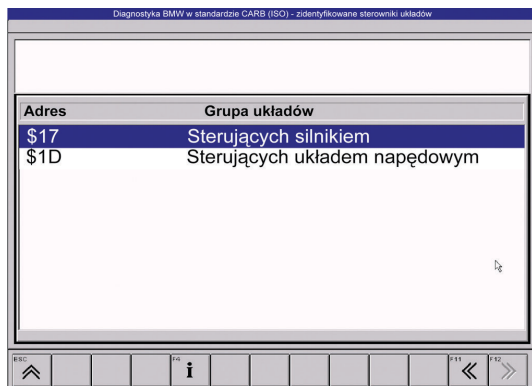
Grupa układów

Dla trzech podanych niżej grup układów sterownikom są w praktyce przyporządkowywane adresy:

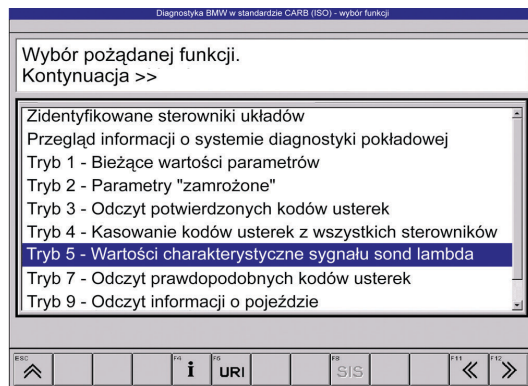
\$00 - \$17	Sterujących silnikiem
\$18 - \$1F	Sterujących układem napędowym (np. skrzynią biegów)
\$20 - \$27	Wyposażenia nadwozia (np. układy elektroniczne)

Kolejne podane grupy układów są zdefiniowane w normie SAE J2178, ale obecnie nie są znane przypadki przyporządkowania sterownikom podanych adresów:

\$28 - \$2F	Sterujących układem hamulcowym, układem ABS, układem ASR
\$30 - \$37	Sterujących układem kierowniczym
\$38 - \$3F	Sterujących zawieszeniem
\$40 - \$57	Wspomagania pracy kierowcy
\$58 - \$5F	Zabezpieczających kierowcę i pasażerów przed skutkami zdarzeń (poduszki powietrzne, napinacze pasów bezpieczeństwa, ograniczniki siły napięcia pasów bezpieczeństwa)
\$60 - \$6F	Systemu informacyjnego kierowcy
\$70 - \$7F	Sterujących oświetleniem
\$80 - \$8F	Nagłośnienia, telewizji, odtwarzaczy audio i wideo
\$90 - \$97	Systemu telekomunikacyjnego
\$98 - \$9F	Sterujących ogrzewaniem i klimatyzacją
\$AO - \$BF	Zwiększających komfort jazdy
\$C0 - \$C7	Zabezpieczających pojazd przed kradzieżą
\$C8 - \$CF	Dla przyszłych, nowych zastosowań
\$DO - \$EF	Własnych/specyficznych dla danego producenta samochodów
\$F0 - \$FD	Testera diagnostycznego
\$FE	Wszystkie systemy
\$FF	Bez przynależności do systemów



Rys. 5.2. Informacja o adresach zidentyfikowanych sterowników z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD oraz nazwy grup układów, do których należą układy sterowane zidentyfikowanymi sterownikami. W programie testera KTS-650 standard OBD II/EOBD diagnostyki pokładowej jest oznaczany jako CARB (ISO)

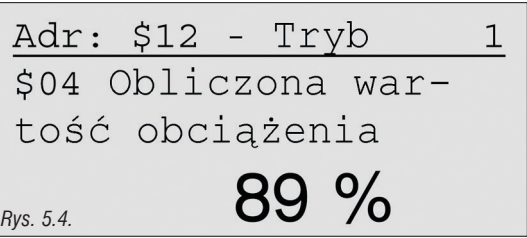


Rys. 5.3. Okno wyboru trybu pracy skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, funkcji testera diagnostycznego KTS-650, podczas diagnostyki układów samochodu marki BMW. W programie testera KTS-650 standard OBD II/EOBD jest oznaczany jako CARB (ISO)

w formie menu (opisane w rozdziale 4.4). Nie wszystkie sterowniki układów mają jednak oprogramowanie, które umożliwia wykorzystanie wszystkich trybów pracy skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Pszczegółne tryby pracy z menu należy wybierać pojedynczo. Po wyborze, na ekranie testera ukazują się np. informacje i nazwy parametrów możliwe do odczytania ze sterowników, w danym trybie pracy. Przykładowo, po wyborze jednego z parametru

trów na wyświetlaczu skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, firmy Bosch, o symbolu KTS-100, ukazują się informacje pokazane na rys. 5.4.



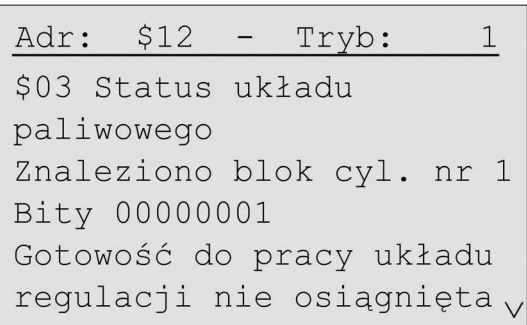
Rys. 5.4.

Wyjaśnienia wyświetlanych napisów i symboli zawiera tabela.

Wyświetlany symbol/napis	Wyjaśnienie symbolu/napisu
Adr: \$12	Adres sterownika, z którego są przesyłane informacje. Adres \$12 oznacza, że jest to sterownik silnika.
Tryb 1	Wybrany tryb pracy nr 1 skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.
\$04 Obliczona wartość obciążenia 89%	Parametr z identyfikatorem parametru (PID) \$04, o nazwie „Obliczona wartość obciążenia silnika”. Obliczona przez sterownik bieżąca wartość obciążenia silnika wg przyjętego w normie wzoru

Poszczególnym parametrom, których status lub bieżące wartości są przekazywane w trybie pracy nr 1, są przyporządkowane przez ustawodawcę oznaczenia, tzw. identyfikatory parametrów - PID (ang. Parameter Identifier).

Informacje są przekazywane w formie (rys. 5.5):



Rys. 5.5. Informacja o statusie parametru o symbolu PID\$03 i nazwie „Status układu paliwowego”, dla bloku cylindrów nr 1, jest przekazywana w formie binarnie kodowanej informacji, dlatego też skaner KTS-100 pokazuje na wyświetlaczu bajt 00000001, zawierający tę informację. Jest ona również przekazywana w formie tekstowej, będącej rozkodowaną informacją binarną - „Gotowość do pracy układu regulacji nie osiągnięta”

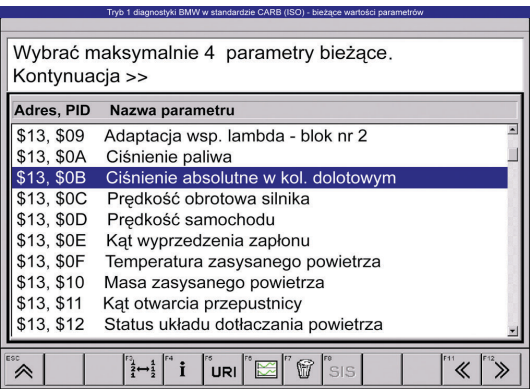
- ✗ tekstowej (na poprzednim rysunku wyświetlacz skanera KTS-100, w ten sposób jest podana nazwa wyświetlanego parametru)
- ✗ binarnie kodowanej informacji (kodowanej w systemie dwójkowym)

Odczytując informacje zawarte w bajcie należy pamiętać o następujących zasadach:

- ✗ 1 bajt składa się z 8 bitów
- ✗ w ramach jednego bajtu bity liczymy od strony prawej do lewej
- ✗ pierwszy z bitów (po stronie prawej) ma numer 0 (bit 0), a ostatni (po stronie lewej) ma numer 7
- ✗ nie należy mylić numeru bitu (od 0 do 7) z wartością bitu, która może przyjmować tylko wartości 0 lub 1

Przykład. W bajcie 00000001 wartość bitu nr 0 równa się 1, natomiast wartość bitów o numerach od 1 do 7 równa się 0.

W testerze diagnostycznym KTS-650, po wyborze trybu pracy nr 1, funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, na ekranie ukazuje się okno umożliwiające wybór parametrów, których wartość lub status można odczytać.

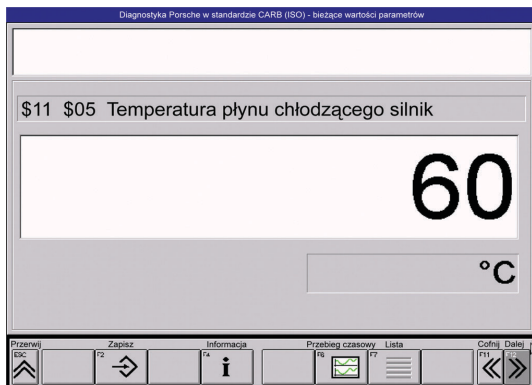


Rys. 5.6. Lista wyboru parametrów, w trybie pracy nr 1 funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD testera diagnostycznego KTS-650

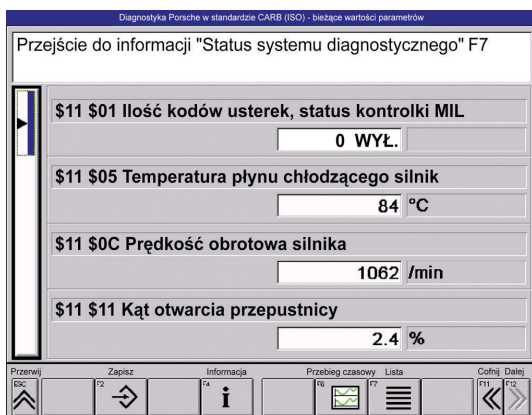
Dla każdego parametru podany jest:

- ✗ adres sterownika, z którego jest on odczytywany
- ✗ identyfikator PID parametru
- ✗ nazwa parametru

Tester KTS-650 może prezentować status lub bieżącą wartość jednego wybranego parametru lub jednocześnie od 2 do 4 parametrów.



Rys. 5.7. Okno prezentujące status lub bieżącą wartość jednego wybranego parametru



Rys. 5.8. Okno prezentujące status lub bieżącą wartość czterech wybranych parametrów

5.2.1. Tryb pracy nr 1

W tym trybie pracy można uzyskać informacje o statusie lub bieżących wartościach parametrów, które są dla sterownika sygnałami wejściowymi, wyjściowymi oraz są obliczane przez program sterownika. Po wyborze trybu pracy nr 1, tester wysłał do sterowników zapytanie o symbolu PID\$00.

Odpowiedź na zapytanie o symbolu PID\$00, wysyłane przez tester diagnostyczny, zawiera informację o symbolach PID aktywnych parametrów, czyli takich, których aktualny status lub bieżąca wartość jest przesyłana przez sterownik do odczytu.

Informacja o symbolach PID aktywnych parametrów, z zakresu od PID\$01 do PID\$20, jest przesyłana w 4 bajtach i prezentowana na ekranie testera w formie binarnej lub rozkodowywana i prezentowana w formie tekstowej.

Jeśli przesyłana jest informacja, że parametr o symbolu PID\$20 jest aktywny, to oznacza, że aktywne są również parametry o symbolach z zakresu od PID\$21 do PID\$40. Informacja o symbolach PID aktywnych parametrów z tego zakresu jest również przekazywana w 4 bajtach.

Jeśli przesyłana jest też informacja, że parametr o symbolu PID\$40 jest aktywny, to analogicznie oznacza, że aktywne są parametry o kolejnych symbolach PID. Teoretycznie, w ten sposób można przesłać informacje o 256 symbolach PID aktywnych parametrów (od PID\$00 do PID\$FF).

Parametr o symbolu PID\$01 - status systemu diagnostycznego przesyłany tylko w trybie pracy nr 1. Informacje o statusie systemu diagnostycznego są przekazywane w 4 bajtach - A, B, C i D.

Bajt A - informacja o liczbie usterek w pamięci sterownika oraz informacja o statusie kontrolki MIL. Znaczenie poszczególnych bitów jest następujące:

bit 0 - ilość potwierdzonych kodów usterek w pamięci sterownika, zapisana binarnie (w systemie dwójkowym), których definicję (opis) można odczytać w trybie pracy nr 3

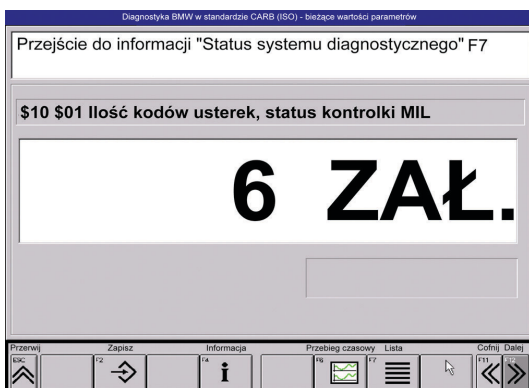
bit 7 - status kontrolki (MIL)

Znaczenie bitu 7:

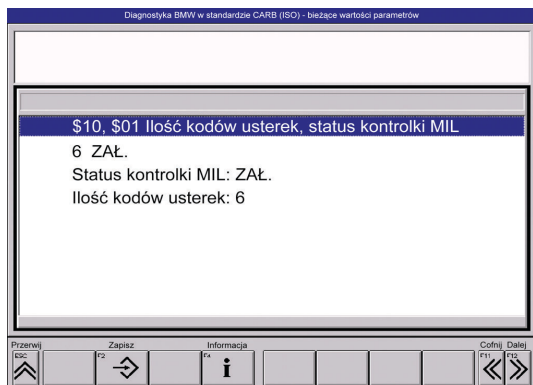
0 = kontrolka (MIL) jest aktywna

(jest wyłączona)

1 = kontrolka (MIL) jest aktywna (jest włączona)



Rys. 5.9. W trybie pracy nr 1, funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, testera diagnostycznego KTS-650, jest przekazywana rozkodowana informacja o ilości kodów usterek (jest ich 6) i statusie kontrolki MIL (jest ona załączona). Rozkodowana informacja, pokazana na ekranie, jest równoważna bajtowi A o zapisie 10000110



Rys. 5.10. Informacja o ilości kodów usterek i statusie kontrolki MIL, może być również prezentowana w trybie pracy nr 1, w wersji rozkodowanej, w formie listy. Uzyskać ją można wybierając ikonę lub klawiszem F7 funkcję „Lista”

Przykład rozkodowanej informacji zawartej w bajcie A przedstawia rys. 5.9.

Bajt B - informacja o statusie procedur monitorujących o działaniu ciągłym, w skrócie - o statusie monitorów ciągłych, które w sposób ciągły (z wyjątkami) kontrolują procesy zachodzące w układzie napędowym, układy zespołu napędowego oraz ich elementy. Znaczenie bitów:

- bit 0 - monitor występowania „wypadania” zapłonów
- bit 1 - monitor układu paliwowego
- bit 2 - monitor emisyjnych elementów układów
- bit 3 - niewykorzystywany
- bit 4 - monitor występowania „wypadania” zapłonów
- bit 5 - monitor układu paliwowego
- bit 6 - monitor emisyjnych elementów układów
- bit 7 - nie wykorzystywany

Znaczenie bitów od 0 do 2:

0 = monitor ciągły nie jest zastosowany

1 = monitor ciągły jest zastosowany.

Znaczenie bitów od 4 do 6:

0 = monitor ciągły wykonywany - proces, układ lub jego elementy są aktualnie kontrolowane przez monitor ciągły

1 = monitor ciągły niewykonywany - proces, układ lub jego elementy nie są aktualnie kontrolowane przez monitor ciągły, ponieważ monitor może w określonych warunkach zostać wyłączony (pkt 5.3).

Bajt C - informacja o układach lub ich elementach, które są kontrolowane przez procedury monitorujące o działaniu okresowym, w skrócie - przez monitory okresowe. Znaczenie bitów:

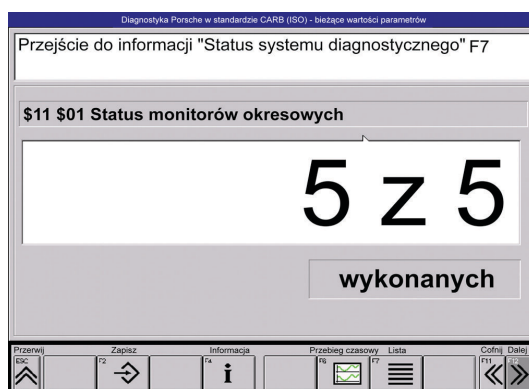
- bit 0 - monitor konwertera katalitycznego
- bit 1 - monitor grzałki konwertera katalitycznego

- bit 2 - monitor układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa
 - bit 3 - monitor układu dotłaczania dodatkowego powietrza
 - bit 4 - monitor klimatyzacji
 - bit 5 - monitor sond lambda
 - bit 6 - monitor grzałek sond lambda
 - bit 7 - monitor układu recyrkulacji spalin
- Znaczenie bitów od 0 do 7:
- 0 = monitor okresowy nie jest zastosowany
 - 1 = monitor okresowy jest zastosowany

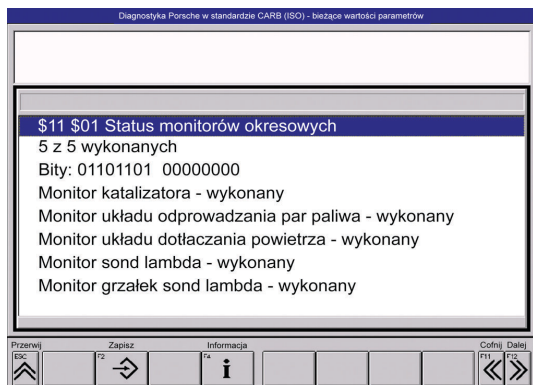
Informacja podana w bajcie C, że w sterowniku jest zastosowana procedura monitorująca o działaniu okresowym, nazywana w skrócie monitorem okresowym, układu dotłaczania dodatkowego powietrza, może jednak nie oznaczać, że w danym samochodzie ten układ jest zamontowany (trzeba to sprawdzić!). W takiej sytuacji monitor okresowy nie przeprowadzi nigdy kontroli układu dotłaczania dodatkowego powietrza, a więc w bajcie D nie ukaże się nigdy informacja, że status tego monitora jest „wykonany”. Stale będzie informacja o statusie tego monitora „niewykonywany”.

Bajt D - informacja o statusie procedur monitorujących o działaniu okresowym, w skrócie - o statusie monitorów okresowych, które kontrolują przynależne im układy lub ich elementy tylko wówczas, gdy są spełnione określone warunki. Znaczenie bitów:

- bit 0 - monitor konwertera katalitycznego
- bit 1 - monitor grzałki konwertera katalitycznego
- bit 2 - monitor układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa
- bit 3 - monitor układu dotłaczania dodatkowego powietrza



Rys. 5.11. Przykład przekazywanej na ekranie testera diagnostycznego KTS-650 zbiorczej informacji o statusie monitorów okresowych. Informację „5 z 5” należy rozumieć, że w sterowniku o adresie \$11 silnika samochodu Porsche zastosowano 5 monitorów okresowych i wszystkie zostały wykonane



Rys. 5.12. Program testera KTS-650 przekazuje również pełne informacje o statusie monitorów okresowych. Na jej podstawie wiemy, że z 5 monitorów okresowych zastosowanych w sterowniku o adresie \$11, silnika samochodu Porsche, wszystkie zostały wykonane. O tym, jakie monitory okresowe zostały zastosowane, informuje bajt C (01101101), a o tym, czy zostały one wykonane czy nie, informuje bajt D (00000000). Te same informacje o monitorach są poniżej obu bajtów podawane w formie tekstowej

- bit 4 - monitor klimatyzacji
- bit 5 - monitor sond lambda
- bit 6 - monitor grzałek sond lambda
- bit 7 - monitor układu recyrkulacji spalin

Znaczenie bitów od 0 do 7:

0 = monitor okresowy wykonany - a ściślej, dany układ lub element układu został przynajmniej jeden raz sprawdzony przez monitor okresowy

1 = monitor okresowy niewykonany - a ściślej, dany układ lub element układu nie został ani razu sprawdzony przez monitor okresowy, bo nie zaistniały warunki konieczne do przeprowadzenia takiej kontroli.

Parametr o symbolu PID\$02 - informacja przesyłana w trybie pracy nr 2.

Parametr o symbolu PID\$03 - status układu paliwowego. Informacje są przesyłane w 2 bajtach - A i B.

Bajt A - binarnie kodowana informacja o statusie układu paliwowego bloku cylindrów nr 1. Status układu paliwowego to informacja o tym, czy układ regulacji składu mieszanki, wykorzystujący sygnały sond lambda, pracuje w pętli otwartej czy zamkniętej. Jeśli pracuje on w pętli otwartej, to podane jest też, jaka jest tego przyczyna. Poszczególnym bitom bajtu A są przyporządkowane następujące informacje:

bit 0 - gotowość układu regulacji składu mieszanki do pracy w pętli zamkniętej nie jest osiągnięta, ponieważ nie zostały osiągnięte jeszcze warunki (np. wymagana temperatura silnika, wymagana temperatura sond lambda), w których układ regulacji z sondami λ może pracować w pętli za-

mkniętej - układ pracuje w pętli otwartej, określając wielkość dawki paliwa bez uwzględnienia sygnałów sond lambda

bit 1 - układ regulacji pracuje w pętli zamkniętej, określając wielkość dawki paliwa z uwzględnieniem sygnałów sond lambda

bit 2 - układ regulacji pracuje w pętli otwartej, ze względu na warunki pracy silnika - warunki takie występują podczas przyspieszania i hamowania silnikiem

bit 3 - układ regulacji pracuje w pętli otwartej, ze względu na uszkodzenie układu sterowania silnikiem

bit 4 - układ regulacji pracuje w pętli zamkniętej, ale z ograniczeniami - np. pracuje tylko z wykorzystaniem sygnału z jednej sondy lambda

bit od 5 do 7 - nie są wykorzystywane

Znaczenie bitów od 0 do 4: zawsze tylko jeden bit z tej grupy ma wartość 1, a pozostałe mają wartość 0. Bit o wartości 1 wskazuje aktualny status układu paliwowego, zasilającego dany blok cylindrów.

Znaczenie bitów od 5 do 7: bity z tej grupy mają zawsze wartość 0.

Przykładowo: bajt A o zapisie 00000010 oznacza, że układ regulacji składu mieszanki układu paliwowego bloku cylindrów nr 1 pracuje w pętli zamkniętej.

Bajt B - binarnie kodowana informacja o statusie układu paliwowego bloku cylindrów nr 2. Jeśli nie ma układu paliwowego bloku cylindrów nr 2, wszystkie bity bajtu B mają wartość 0. Jeśli jest układ paliwowy bloku cylindrów nr 2, przyporządkowanie i znaczenie bitów bajtu B jest takie samo jak znaczenie bitów bajtu A.

Parametry o symbolach od PID\$04 do PID\$11 - informacja o bieżących wartościach parametrów zespołu napędowego. Nazwy wybranych parametrów, zakresy wartości i jednostki, są zestawione w tabeli. Jeśli pod symbolami od PID\$06 do PID\$09 są przesyłane dwie wartości parametrów, to druga z wartości odnosi się do bloku cylindrów nr 3 lub 4.

Parametr o symbolu PID\$12 - status układu dotłaczania dodatkowego powietrza do kolektora wydechowego. Znaczenie bitów w bajcie:

bit 0 - dodatkowe powietrze jest tłoczone przed konwerter katalityczny nr 1

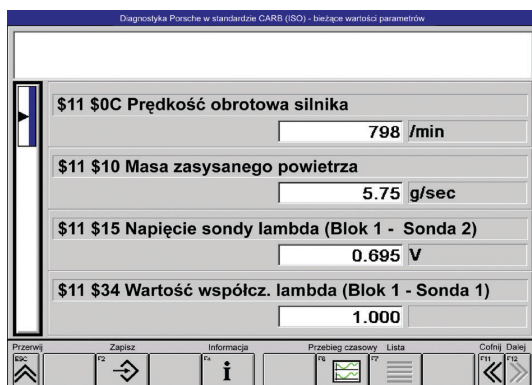
bit 1 - dodatkowe powietrze jest tłoczone za konwerter katalityczny nr 1

bit 2 - układ dotłaczania dodatkowego powietrza nie jest zamontowany lub pompa powietrza dodatkowego jest wyłączona

bit od 3 do 7 - nie są wykorzystywane

Znaczenie bitów od 0 do 2: zawsze tylko jeden bit z tej grupy ma wartość 1, a pozostałe mają war-

Symbol PID parametru	Nazwa parametru	Zakres wartości i jednostki
\$04	Obliczona wartość obciążenia silnika	0 do 100%
\$05	Temperatura płynu chłodzącego silnik	-40 do 215°C
\$06	Integrator współczynnika lambda dla bloku cylindrów nr 1 lub dla bloków cylindrów 1 i 3, nazywany również chwilową korekcją dawki paliwa lub oznaczany skrótem STFT (ang. Short-Term Fuel Trim)	-100 do 99,22%
\$07	Adaptacja współczynnika lambda dla bloku cylindrów nr 1 lub dla bloków cylindrów 1 i 3, nazywana również długookresową korekcją dawki paliwa i oznaczana skrótem LTFT (ang. Long-Term Fuel Trim)	-100 do 99,22%
\$08	Integrator współczynnika lambda dla bloku cylindrów nr 2 lub dla bloków cylindrów 2 i 4, nazywany również chwilową korekcją dawki paliwa lub oznaczany skrótem STFT	-100 do 99,22%
\$09	Adaptacja współczynnika lambda dla bloku cylindrów nr 2 lub dla bloków cylindrów 2 i 4, nazywana również długookresową korekcją dawki paliwa i oznaczana skrótem LTFT	-100 do 99,22%
\$0A	Ciśnienie paliwa	0 do 765 kPa
\$0B	Ciśnienie absolutne w kolektorze dolotowym	0 do 255 kPa
\$0C	Prędkość obrotowa silnika	0 do 16383,75 obr/min
\$0D	Prędkość samochodu	0 do 255 km/h
\$0E	Kąt wyprzedzenia zapłonu	-64 do 63,5°OWK
\$0F	Temperatura zasysanego powietrza	-40 do 215°C
\$10	Masa zasysanego powietrza	0 do 65535 g/s
\$11	Kąt otwarcia przepustnicy	0 do 100%

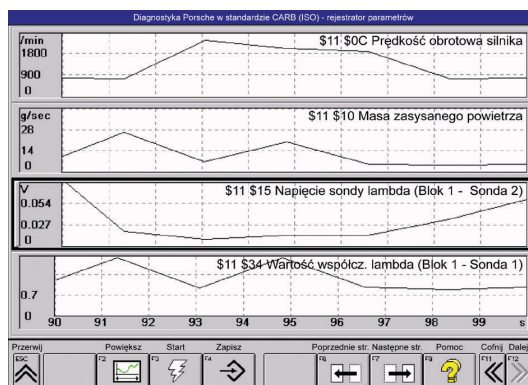


Rys. 5.13. Ekran programu testera diagnostycznego KTS-650 prezentujący wartości 4 wybranych bieżących parametrów zespołu napędowego. Parametr o nazwie „Napięcie sondy lambda (Blok 1 - Sonda 2)” jest wartością napięcia sygnału napięciowej sondy lambda zamontowanej za konwerterem katalitycznym. Natomiast parametr o nazwie „Wartość współczynnika lambda (Blok 1 - Sonda 1)” jest wartością współczynnika składu mieszanki lambda, obliczoną na podstawie sygnału szerokopasmowej sondy lambda

tość 0. Bit o wartości 1 wskazuje aktualny status układu dotłaczania dodatkowego powietrza do kolektora wydechowego.

Znaczenie bitów od 3 do 7: bity z tej grupy mają zawsze wartość 0.

Parametr o symbolu PID\$13 - miejsca montażu sond lambda. Informacja ta może być również po-



Rys. 5.14. Program testera diagnostycznego KTS-650 może prezentować w formie wykresów zmianę w czasie wartości 4 wybranych, bieżących wartości parametrów zespołu napędowego

dawana jako parametr o symbolu PID\$1D. Znaczenie poszczególnych bitów w bajcie:

- bit 0 - blok cylindrów nr 1, sonda lambda nr 1
- bit 1 - blok cylindrów nr 1, sonda lambda nr 2
- bit 2 - blok cylindrów nr 1, sonda lambda nr 3
- bit 3 - blok cylindrów nr 1, sonda lambda nr 4
- bit 4 - blok cylindrów nr 2, sonda lambda nr 1
- bit 5 - blok cylindrów nr 2, sonda lambda nr 2
- bit 6 - blok cylindrów nr 2, sonda lambda nr 3
- bit 7 - blok cylindrów nr 2, sonda lambda nr 4

Znaczenie bitów od 0 do 7:

0 = sonda lambda nie zamontowana
w tym miejscu

1 = sonda lambda zamontowana w tym miejscu

W samochodach z systemami diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD jest zamontowanych 2 lub więcej sond lambda, tak więc dwa lub więcej bitów tego bajtu ma wartość 1.

Parametr o symbolu PID\$1D - alternatywne miejsca montażu sond lambda. Informacja ta może być również podawana jako parametr o symbolu PID\$13. Znaczenie bitów w bajcie:

bit 0 - blok cylindrów nr 1, sonda lambda nr 1

bit 1 - blok cylindrów nr 1, sonda lambda nr 2

bit 2 - blok cylindrów nr 2, sonda lambda nr 1

bit 3 - blok cylindrów nr 2, sonda lambda nr 2

bit 4 - blok cylindrów nr 3, sonda lambda nr 1

bit 5 - blok cylindrów nr 3, sonda lambda nr 2

bit 6 - blok cylindrów nr 4, sonda lambda nr 1

bit 7 - blok cylindrów nr 4, sonda lambda nr 2

Znaczenie bitów od 0 do 7:

0 = sonda lambda nie zamontowana w tym miejscu

1 = sonda lambda zamontowana w tym miejscu

W samochodach z systemami diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD jest zamontowanych 2 lub więcej sond lambda, tak więc dwa lub więcej bitów ma wartość 1.

Parametry o symbolu od PID\$14 do PID\$1B - informacje o:

✖ wartości napięcia sygnału napięciowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu - w zakresie od 0 do 1,275V

✖ udziale zawartości tlenu w spalinach, przekazywanej przez sygnał napięciowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu, w określeniu przez sterownik wartości integratora współczynnika lambda - w zakresie od -100 do 99,22%

Jeśli informacje o miejscu montażu sond lambda są przekazywane przez parametr o symbolu PID\$13, to parametry o symbolach podanych niżej odnoszą się do napięciowych sond lambda, zamontowanych w miejscach w niej podanych.

Symbol PID	Nr bloku cylindrów	Nr sondy lambda
\$14	1	1
\$15	1	2
\$16	1	3
\$17	1	4
\$18	2	1
\$19	2	2
\$1A	2	3
\$1B	2	4

Jeśli informacje o miejscu montażu sond lambda

są przekazywane przez parametr o symbolu PID\$1D, to parametry o symbolach podanych niżej, odnoszą się do napięciowych sond lambda, zamontowanych w miejscach w niej podanych.

Symbol PID	Nr bloku cylindrów	Nr sondy lambda
\$14	1	1
\$15	1	2
\$16	2	1
\$17	2	2
\$18	3	1
\$19	3	2
\$1A	4	1
\$1B	4	2

Jeśli informacja o zawartości tlenu w spalinach, przekazywana przez sygnał napięciowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu, nie jest wykorzystywana w określeniu przez sterownik wartości integratora współczynnika lambda, to parametr ten przyjmuje wartość 99,2%.

Parametr o symbolu PID\$1C - szczegółowa informacja o normie (standardzie), w zgodności z którą został wykonany system diagnostyki pokładowej w danym samochodzie. Znaczenie bitów w bajcie:

bit 1 - norma OBD II-CARB

bit 2 - norma OBD-EPA

bit 3 - normy OBD II-CARB i OBD-EPA

bit 4 - norma OBD I

bit 5 - brak zgodności z normami

bit 6 - norma OBD-EU (EOBD)

bit 7 - normy OBD-EU (EOBD) i OBD II

bit 8 - normy OBD-EU (EOBD) i OBD

bit 9 - normy OBD-EU (EOBD), OBD i OBD II

bit od 0A do FF - zarezerwowane

Parametr o symbolu PID\$21 - informacja o dystansie przejechanym przez samochód z włączoną kontrolką MIL, od momentu jej włączenia.

Jednostki - km

Dolna granica rejestrowanego dystansu - 0 km

Górna granica rejestrowanego dystansu - 65539 km

Rozdzielczość rejestrowanego dystansu - 1 km

Parametry o symbolu od PID\$24 do PID\$2B - informacja o:

✖ wartości napięcia sygnału szerokopasmowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu - w zakresie od 0 do 7,999 V

✖ wartości współczynnika składu mieszanki lambda, obliczanej przez program sterownika na podstawie sygnału szerokopasmowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu - w zakresie od 0 do 1,999

Szerokopasmowa sonda lambda jest oznaczana przez Boscha skrótem LSU (Lambda Sonde Universal, czyli uniwersalna sonda lambda).

Jeśli informacja o miejscu montażu sond lambda jest przekazywana przez parametr o symbolu PID\$13, to parametry o symbolach podanych niżej, odnoszą się do szerokopasmowych sonda lambda, zamontowanych w miejscach w niej podanych.

Symbol PID	Nr bloku cylindrów	Nr sondy lambda
\$24	1	1
\$25	1	2
\$26	1	3
\$27	1	4
\$28	2	1
\$29	2	2
\$2A	2	3
\$2B	2	4

Jeśli informacja o miejscu montażu sond lambda jest przekazywana przez parametr o symbolu PID\$1D, to parametry o symbolach podanych niżej, odnoszą się do szerokopasmowych sonda lambda, zamontowanych w miejscach w niej podanych.

Symbol PID	Nr bloku cylindrów	Nr sondy lambda
\$24	1	1
\$25	1	2
\$26	2	1
\$27	2	2
\$28	3	1
\$29	3	2
\$2A	4	1
\$2B	4	2

Parametry o symbolu od PID\$34 do PID\$3B - informacja o:

✖ wartości natężenia prądu sygnału szerokopasmowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu - w zakresie od -128 do 128 mA

✖ wartości współczynnika składu mieszanki lambda, obliczanej przez program sterownika na podstawie sygnału szerokopasmowej sondy lambda, zamontowanej w określonym miejscu - w zakresie od 0 do 1,999

Szerokopasmowa sonda lambda jest oznaczana przez Boscha skrótem LSU (Lambda Sonde Universal - uniwersalna sonda lambda).

Jeśli informacja o miejscu montażu sond lambda jest przekazywana przez parametr o symbolu PID\$13, to parametry o symbolach podanych niżej, odnoszą się do szerokopasmowych sonda lambda, zamontowanych w miejscach w niej podanych.

Symbol PID	Nr bloku cylindrów	Nr sondy lambda
\$24	1	1
\$25	1	2
\$26	1	3
\$27	1	4

\$28	2	1
\$29	2	2
\$2A	2	3
\$2B	2	4

Jeśli informacja o miejscu montażu sond lambda jest przekazywana przez parametr o symbolu PID\$1D, to parametry o symbolach podanych niżej, odnoszą się do szerokopasmowych sonda lambda, zamontowanych w miejscach w niej podanych.

Symbol PID	Nr bloku cylindrów	Nr sondy lambda
\$24	1	1
\$25	1	2
\$26	2	1
\$27	2	2
\$28	3	1
\$29	3	2
\$2A	4	1
\$2B	4	2

5.2.2. Tryb pracy nr 2

W tym trybie pracy są przekazywane informacje o parametrach „zamrożonych” (ang. Freeze-Frame). Są to parametry charakteryzujące warunki pracy zespołu napędowego, które występowały w momencie pierwszej rejestracji pierwszego kodu usterki, informującego o uszkodzeniu wpływającym na emisję toksycznych składników spalin. W pamięci sterownika jest zapisywany tylko jeden zestaw parametrów „zamrożonych”, dlatego parametry „zamrożone” pierwszej rejestracji kolejnego kodu usterki są w momencie rejestracji kolejnego kodu usterki zastępowane (nadpisywane) w pamięci sterownika przez parametry „zamrożone” później zapamiętywanego kodu usterki, jeśli ma on wyższy priorytet. Jeśli więc w pamięci sterownika zapamiętanych jest kilka kodów usterek, to parametry „zamrożone” dotyczą kodu usterki o najwyższym priorytecie zapisu. Najwyższy priorytet zapisu mają kody usterek informujące o:

✖ wypadaniu zapłonów - np. kody błędów od P0300 do P0304

✖ nieprawidłowej pracy układu wtrysku paliwa - np. kody błędów: P0171 i P0172

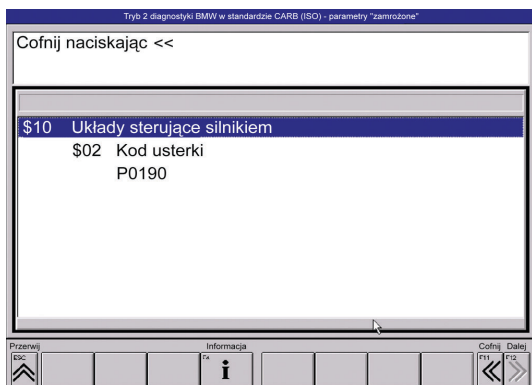
Parametry oznaczone symbolami PID, których wartości lub status są przekazywane w trybie pracy nr 2, są takie same jak przekazywane w trybie pracy nr 1, z wyjątkiem parametrów o symbolu PID\$01 i PID\$02.

Odpowiedź na zapytanie o symbolu PID\$00, wysyłane przez tester diagnostyczny, zawiera informację o symbolach PID aktywnych parametrów, czyli takich, których aktualny status lub bieżąca wartość jest przesyłana przez sterownik do odczy-

tu. Są to te same parametry, które są odczytywane w trybie pracy nr 1. Istotna różnica jest jednak w tym, że w trybie pracy nr 1 są na bieżąco przekazywane stale zmieniające się statusy lub wartości parametrów, natomiast w trybie pracy nr 2, są przekazywane statusy lub wartości parametrów, które były w momencie rejestracji kodu usterki i zostały zapisane w pamięci sterownika.

Parametr o symbolu PID\$01 - status systemu diagnostycznego, przesyłany tylko w trybie pracy nr 1.

Parametr o symbolu PID\$02 - informacja o kodzie usterki, który spowodował zapisanie parametrów „zamrożonych” w pamięci sterownika. Można też powiedzieć, że jest to informacja, któremu z kodów usterek są przynależne zapisane w pamięci sterownika parametry „zamrożone”. Informacja ta jest pomocna, zwłaszcza gdy w pamięci sterownika jest zapisanych kilka kodów usterek, a parametry „zamrożone” informują o warunkach pracy zespołu napędowego tylko w momencie wystąpienia jednej usterki i rejestracji kodu usterki informującego o nim.



Rys. 5.15. Przykład informacji przekazywanej przez program testera diagnostycznego KTS-650 o parametrach „zamrożonych”. Informuje ona, że parametry „zamrożone”, zapamiętane w sterowniku o adresie \$10, silnika samochodu BMW, charakteryzują warunki pracy silnika w momencie wystąpienia uszkodzenia, o którym informuje kod usterki P0190. Informację o tej przynależności zawiera parametr o symbolu PID\$02

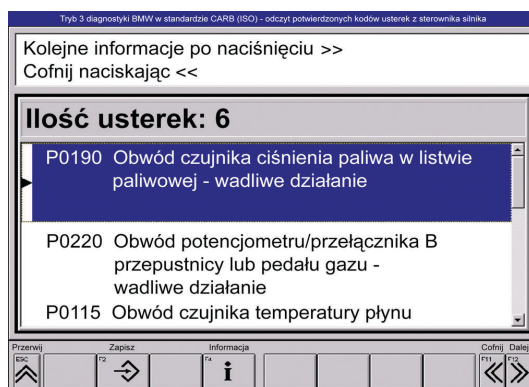
Parametry o symbolach PID\$03 i kolejnych - parametry o tych symbolach PID są takie same, jak przekazywane w trybie pracy nr 1. Definicje i interpretacja tych parametrów są również takie same.

5.2.3. Tryb pracy nr 3

W tym trybie pracy można odczytać kody usterek zapamiętane w pamięci sterowników jako potwierdzone, o oznaczeniach zgodnych z obowiązującymi dla systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Oznaczenia i definicje kodów usterek, których oznaczenia rozpoczynają się od P0, są znormalizowane. Wszyscy producenci samochodów muszą je stosować. Lista tych kodów jest w rozdziale 7.

Kody usterek, których oznaczenia rozpoczynają się od P1, mają przez normę określony tylko sposób oznaczeń, natomiast definicje nie są określone przez normę. Definicje tej grupy kodów usterek są ustalane przez producentów samochodów. Kod, o oznaczeniu rozpoczynającym się od P1, o tym samym numerze, może mieć u różnych producentów inną definicję.



Rys. 5.16. Tester diagnostyczny KTS-650 w trybie pracy nr 3, funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, umożliwia odczyt potwierdzonych kodów usterek z systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD. Program informuje nas, że w pamięci sterownika zapamiętanych jest 6 potwierdzonych kodów usterek oraz podaje ich oznaczenia i definicje

5.2.4. Tryb pracy nr 4

W tym trybie pracy można skasować z pamięci sterownika kody usterek i inne informacje. Polecenie kasowania kodów usterek, wysłane z testera diagnostycznego, powoduje następujące zmiany w pamięci sterownika:

- ✕ kasuje prawdopodobne i potwierdzone kody usterek

- ✕ kasuje zmierzone wartości, charakterystyczne dla sygnałów zamontowanych sond lambda, odczytywane w trybie pracy nr 5

- ✕ ustawia status „monitor niewykonany” dla wszystkich procedur monitorujących o działaniu okresowym, zwanych - monitorami okresowymi lub kodami gotowości (ang. „Readinesscode”), a więc również stany logiczne bitów bajtu D, odpowiadające zastosowanym monitorom, są ustawiane na stan logiczny „1”, który jest równoważny z informacją „monitor niewykonany”.

Wszystkie informacje, które są usuwane z pamięci sterownika podczas kasowania kodów usterek, a które powinny być poddane ocenie lub będą pomocne do celów diagnostycznych, powinny być przed kasowaniem kodów usterek odczytane i zarchiwizowane. Selekttywne kasowanie, np. tylko kodów usterek, nie jest możliwe i nie jest również dopuszczane przez normę.

Jeśli kilka sterowników jest połączonych ze sobą, to polecenie kasowania kodów usterek jest obowiązujące dla wszystkich sterowników i jest przez nie wykonywane jednocześnie.

5.2.5. Tryb pracy nr 5

W tym trybie pracy, dla każdej z sond lambda, o miejscu montażu której informuje parametr o symbolu PID\$13 lub PID\$1D, są podawane:

- ✗ stałe wartości progowe dla sygnału sondy lambda zapisane w programie sterownika, a wykorzystywane przez ten program do interpretacji i oceny tego sygnału

- ✗ wartości charakterystyczne sygnału sondy lambda zmierzone podczas ostatnich testów, wykonywanych przez monitor sond lambda, gdy zostały spełnione ku temu warunki zapisane w programie sterownika

Każda z powyższych wartości jest oznaczona symbolem, zwanym identyfikatorem testu (TID). Informuje on, w którym teście stała wartość progowa dla sygnału sondy lambda jest odczytywana z programu sterownika lub wartość charakterystyczna sygnału sondy lambda jest mierzona przez program sterownika. Podanym poniżej testom, oznaczonym identyfikatorami testu (TID), ustawodawca przyporządkował następujące informacje lub wartości. Są one również zaznaczone na przebiegu sygnału sondy lambda typu napięciowego (rys. 5.18).

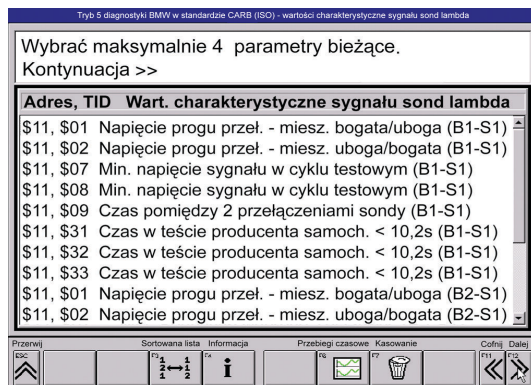
Test o symbolu TID\$00 - po wyborze trybu pracy nr 5, przekazuje informacje o identyfikatorach testów, którym przyporządkowane wartości są odczytywane lub mierzone, w danym systemie diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Test o symbolu TID\$01 - wartość napięcia (U1) progu przełączania składu mieszanki - bogata/uboga. Jest to stała wartość progowa, odczytywana z programu sterownika.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,275 V.

Test o symbolu TID\$02 - wartość napięcia (U2) progu przełączania składu mieszanki - uboga/bogata. Jest to wartość stała, odczytywana z programu sterownika.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,275 V.



Rys. 5.17. Okno z programu testera diagnostycznego KTS-650, ukazujące się po wyborze trybu pracy nr 5, funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, informujące o wartościach progowych lub charakterystycznych sygnału sondy lambda, wraz z przynależnymi im identyfikatorami testu (TID), które można odczytać ze sterownika, tu przykładowo o adresie \$11

Test o symbolu TID\$03 - niska wartość napięcia (U3), wykorzystywana do pomiaru czasu przełączania sondy lambda. Jest to stała wartość progowa, odczytywana z programu sterownika.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,275 V.

Test o symbolu TID\$04 - wysoka wartość napięcia (U4), wykorzystywana do pomiaru czasu przełączania sondy lambda. Jest to stała wartość progowa, odczytywana z programu sterownika.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,275 V.

Test o symbolu TID\$05 - czas (t5) przełączania sondy lambda od wartości U4 do U3. Jest to wartość mierzona przez program sterownika, podczas testu wykonywanego przez monitor sond lambda.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,02 s.

Test o symbolu TID\$06 - czas (t6) przełączania sondy lambda od wartości U3 do U4. Jest to wartość mierzona przez program sterownika, podczas testu wykonywanego przez monitor sond lambda.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,02 s.

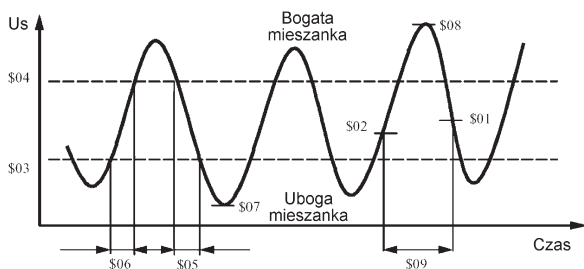
Test o symbolu TID\$07 - minimalna wartość napięcia (U7) sygnału sondy lambda, w czasie trwania testu. Jest to wartość mierzona przez program sterownika podczas testu wykonywanego przez monitor sond lambda.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,275 V.

Test o symbolu TID\$08 - maksymalna wartość napięcia (U8) sygnału sondy lambda w czasie trwania testu. Jest to wartość mierzona przez program sterownika, podczas testu wykonywanego przez monitor sond lambda.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,275 V.

Test o symbolu TID\$09 - czas (t9) pomiędzy



Rys. 5.18. Przebieg sygnału sondy lambda typu napięciowego, z zaznaczonymi jego wartościami progowymi i wartościami charakterystycznymi. Podane są też identyfikatory testów (TID), podczas których wartości progowe sygnału są odczytywane z programu sterownika, a wartości charakterystyczne sygnału są mierzone przez program sterownika. US - napięcie sygnału sondy lambda

przełączeniami sondy lambda (czas pomiędzy wartościami U1 i U2). Jest to wartość mierzona przez program sterownika podczas testu wykonywanego przez monitor sond lambda.

Zakres wartości i jednostka: od 0 do 1,02 s.

Niektóre testy podają też wymagany zakres wartości dla wielkości mierzonych w czasie ich trwania.

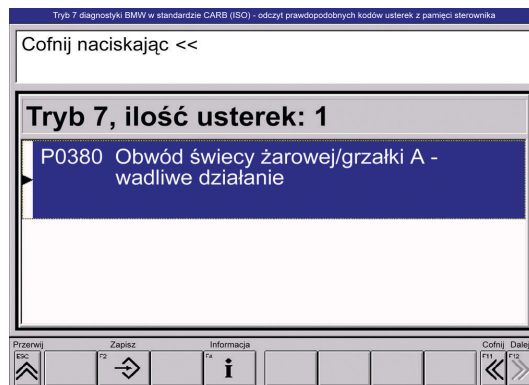
Producenci samochodów mają możliwość zdefiniowania własnych testów, których zadaniem jest pomiar innych niż wymienione wartości charakterystycznych sygnału sondy lambda. Wartości te są oznaczone identyfikatorami testów (TID) o symbolach z zakresu od \$81 do \$FF. Są one odczytywane przez tester diagnostyczny KTS-650, ale nie są podawane tekstowo definicje poszczególnych wartości.

5.2.6. Tryb pracy nr 6

W tym trybie pracy są przekazywane informacje o wartościach progowych i mierzonych, wyznaczonych podczas okresowo wykonywanych testów diagnostycznych. Testy diagnostyczne, w których są wyznaczane wartości przesyłane do testera diagnostycznego w trybie pracy nr 6, są definiowane przez producentów samochodów, a nie przez ustawodawcę. Mają oni dowolność w ich stosowaniu, więc mogą one być specyficzne dla poszczególnych marek samochodów.

5.2.7. Tryb pracy nr 7

W tym trybie pracy można odczytać kody usterek, zapamiętane w pamięci sterowników jako prawdopodobne, zgodne ze sposobem zapisu obowiązującym dla systemów diagnostyki pokładowej



Rys. 5.19. Tester diagnostyczny KTS-650 w trybie pracy nr 7, funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, umożliwia odczyt prawdopodobnych kodów usterek z systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD. Program informuje nas, że w pamięci sterownika zapamiętany jest jeden prawdopodobny kod usterki oraz podaje jego oznaczenie i definicję

standardu OBD II/EOBD.

Oznaczenia i definicje kodów usterek, których oznaczenia rozpoczynają się od P0, są znormalizowane. Wszyscy producenci samochodów muszą je stosować.

Kody usterek, których oznaczenia rozpoczynają się od P1, mają przez normę określony tylko sposób oznaczeń, natomiast definicje nie są określone przez normę. Definicje tej grupy kodów usterek są ustalane przez producentów samochodów. Kod, o oznaczeniu rozpoczynającym się od P1, o tym samym numerze, może mieć u różnych producentów inną definicję.

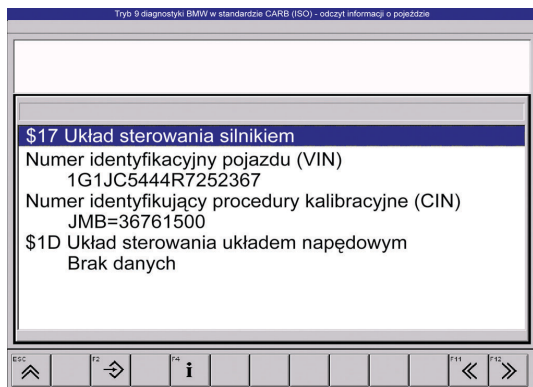
5.2.8. Tryb pracy nr 8

W tym trybie pracy jest przewidziana możliwość uaktywnienia określonego testu, elementu wykonawczego lub funkcji. Przykładowo tryb ten może umożliwiać diagnoście włączanie poszczególnych elementów układów, poleceniami wydawanymi testerem diagnostycznym, połączonym przez gniazdko diagnostyczne ze sterownikiem. Obecnie jeszcze rzadko sterowniki samochodów z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD umożliwiają wykorzystanie tego trybu pracy.

5.2.9. Tryb pracy nr 9

W tym trybie pracy jest możliwość odczytania numerów VIN, CIN i CVN, jeśli są one zapisane w sterowniku pojazdu. Symbole te oznaczają:

✖ VIN (Vehicle Identification Number) - numer identyfikacyjny pojazdu, składający się z 17 znaków, np. 1G1JC5444R7252367



Rys. 5.20. Okno programu testera diagnostycznego KTS-650, pracującego w trybie pracy nr 9 funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD. Na ekranie są podawane informacje o pojeździe, odczytywane ze sterowników układów, o podanych adresach

✕ CIN (Calibration Identification Number) - numer identyfikujący procedury kalibracyjne, składający się z 16 znaków w kodzie ASCII, określający wersję oprogramowania zainstalowaną w sterowniku, np. JMB=36761500

✕ CVN (Calibration Verification Number) - numer identyfikujący procedury kalibracji, służy do ustalenia czy kalibracja programu, mające wpływ na wielkości emisji składników spalin (wartości znajdujące się w programie, mające wpływ na emisję składników toksycznych spalin) nie zostały zmienione. Może to być jedna wartość (lub więcej), podawana w 4 bajtach (np. suma kontrolna).

5.3. Postępowanie przy poszukiwaniu przyczyny usterki w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD

W systemach diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD kontrolka MIL informuje o dwóch grupach usterek:

✕ usterek potwierdzonych, o których informują potwierdzone kody usterek - ma to miejsce, jeśli kontrolka MIL świeci lub błyska podczas jazdy samochodem, lub nie gaśnie po uruchomieniu silnika

✕ usterek związanych z obwodem elektrycznym kontrolki MIL lub sterownikiem, który decyduje o jej włączeniu - ma to miejsce, jeśli występuje jeden z dwóch przypadków:

- kontrolka MIL nie świeci się po włączeniu zapłonu (silnik nie jest uruchomiony)

- wydane przez sterownik polecenie włączenia kontrolki MIL nie zgadza się ze stanem faktycznym, czyli sterownik wydał polecenie włączenia

kontrolki MIL, a ona nie świeci się, lub sterownik nie wydał polecenia włączenia kontrolki MIL, a ona świeci się

Postępowanie przy informacji o wystąpieniu jednej lub więcej potwierdzonych usterek, o których informuje kontrolka MIL, świecąca lub błyskająca podczas jazdy samochodem, względnie jeśli nie gaśnie ona po uruchomieniu silnika

1. Kontrolka MIL informuje w ten sposób o wystąpieniu potwierdzonej usterki, przynajmniej w jednym z układów silnika, która wpływa niekorzystnie na skład emitowanych spalin.

2. Diagnosta powinien znaleźć gniazdko diagnostyczne w samochodzie.

3. Z wykorzystaniem wtyczki do znormalizowanego gniazdko diagnostycznego systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD (o 16 stykach) należy z gniazdkiem diagnostycznym samochodu połączyć tester diagnostyczny KTS-650.

4. Po połączeniu testera z gniazdkiem diagnostycznym samochodu, należy włączyć zapłon.

5. Należy rozpocząć od odczytania potwierdzonych kodów usterek z pamięci jednego lub więcej sterowników, oraz parametrów „zamrożonych”, informujących o warunkach pracy zespołu napędowego występujących w momencie pierwszej rejestracji kodu usterki o najwyższym priorytecie zapisu. Jeśli w pamięci sterownika jest tylko jeden kod usterki, to parametry zamrożone dotyczą tego kodu usterki.

6. Pożyteczne jest również odczytanie prawdopodobnych kodów usterek z pamięci jednego lub więcej sterowników. Wprowadzie kontrolka MIL nie informuje o rejestracji prawdopodobnego kodu usterki, ale fakt takiej rejestracji może być również wskazówką, że warto zainteresować się sprawnością układu, którego dotyczy odczytany, prawdopodobny kod usterki.

7. Pomocą w określeniu przyczyny rejestracji jednego lub więcej kodów usterek jest odczytanie i ocena bieżących wartości parametrów, charakteryzujących pracę zespołu napędowego. Należy pamiętać, że jeśli dysponujemy testerem diagnostycznym, który może być wykorzystywany podczas jazdy samochodem, np. KTS-650, KTS-520 lub KTS-550 współpracujący z laptopem, to wskazana jest również analiza bieżących wartości parametrów charakteryzujących pracę zespołu napędowego w warunkach obciążeń, których nie ma możliwości uzyskania przy samochodzie z pracującym silnikiem, stojącym w serwisie. Oczywiście w serwisie, do tego celu, może być wykorzystana hamownia podwoziowa, ale ma ją bardzo mało serwisów.

8. Również gdy kody usterek nie są zarejestrowane w pamięci sterowników, należy poddać kry-

tycznej analizie bieżące wartości parametrów, porównując je z wymaganymi zakresami wartości, podanymi przez producenta samochodu.

9. Opierając się na informacjach odczytywanych ze sterownika, a także wspomagając się np. funkcją oscyloskopu, którą mają testery KTS-550 i KTS-650, należy usunąć uszkodzenia, na które wskazują kody usterek lub nieprawidłowe bieżące wartości parametrów. Proszę pamiętać, że wiele kodów usterek podaje przeważnie tylko nazwę uszkodzonego obwodu i rodzaj uszkodzenia, nie rozstrzygając, czy uszkodzony jest np. czujnik czy przewody łączące go ze sterownikiem.

10. Po usunięciu usterek należy, wykorzystując funkcję skanera układów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, testera diagnostycznego KTS-650, skasować kody usterek z pamięci sterowników. Trzeba jednak pamiętać o zapisaniu niektórych informacji z pamięci sterowników, gdyż w momencie kasowania kodów usterek również i one zostaną skasowane (pkt 4.9).

11. W celu sprawdzenia poprawności wykonanej naprawy należy przeprowadzić serwisowy test drogowy. Nie należy tego testu mylić z testami drogowymi wykonywanymi podczas badań homologacyjnych samochodu - to zupełnie inne testy. Dlatego też dodane jest określenie „serwisowy”.

Celem serwisowego testu drogowego, o określonym przebiegu, jest stworzenie sterownikowi warunków do wykonania w jego trakcie monitorów okresowych (ściślej - procedur monitorujących o działaniu okresowym). Monitory ciągłe (ściślej - procedury monitorujące o działaniu ciągłym), są stale wykonywane podczas pracy silnika, a więc również podczas serwisowego testu drogowego, jeśli nie występują dopuszczone normą warunki, w których program sterownika może okresowo wyłączyć monitory ciągłe (producent pojazdu decyduje, czy wykorzysta tę możliwość). Są to następujące warunki (wystarczy, że wystąpi jeden z nich):

- ✗ poziom paliwa w zbiorniku poniżej 20% objętości zbiornika

- ✗ temperatura otoczenia poniżej -7°C

- ✗ poruszanie się samochodu na wysokościach powyżej 2500 m n.p.m.

- ✗ włączony odbiór napędu dodatkowego (np. napęd wyciągarki w samochodzie terenowym)

Oba rodzaje monitorów: ciągłe i okresowe, przeprowadzają podczas serwisowego testu drogowego kontrolę przynależnych im układów, których sprawność ma decydujący wpływ na skład emitowanych spalin.

Informacja:

- ✗ dla których procesów, układów lub ich ele-

mentów są w sterowniku zaprogramowane monitory ciągłe, oraz które procesy, układy lub ich elementy są **aktualnie** kontrolowane przez monitory ciągłe, jest przekazywana przez bajt B, w trybie pracy nr 1 (pkt 5.2.1)

- ✗ dla których układów lub ich elementów są w sterowniku zaprogramowane monitory okresowe, jest przekazywana przez bajt C, w trybie pracy nr 1 (pkt 5.2.1); na podstawie tej informacji diagnosta wie, które z układów lub ich elementów są w danym samochodzie kontrolowane przez sterownik, gdy wystąpią warunki wymagane do przeprowadzenia kontroli

- ✗ które układy lub ich elementy, z zaprogramowanymi monitorami okresowymi w sterowniku, **zostały przynajmniej jeden raz sprawdzone przez przynależny im monitor okresowy**, jest przekazywana przez bajt D, w trybie pracy nr 1 (pkt 5.2.1)

Jeden z możliwych do wykorzystania serwisowych testów drogowych, dla samochodów z systemem diagnostyki pokładowej standardu EOBD, który odpowiada aktualnym lub wcześniejszym normom, ma następujący przebieg:

- ✗ po uruchomieniu zimnego silnika należy utrzymać silnik pracujący przez ok. 3 min na biegu jałowym

- ✗ jazda ze stałą prędkością ok. 40 do 50 km/h przez ok. 4 min

- ✗ jazda ze stałą prędkością ok. 60 do 100 km/h przez ok. 15 min. Ten etap jazdy musi zawierać długą fazę hamownia silnikiem. Aby ją użyć, należy jadąc z prędkością ok. 90 km/h zdjąć całkowicie nogę z pedału gazu i jechać tak nie zmieniając biegów i nie hamując hamulcami, aż prędkość spadnie do ok. 30 km/h

Podczas przeprowadzania powyższego serwisowego testu drogowego należy unikać:

- ✗ przekraczania przez silnik prędkości 3000 obr/min

- ✗ wykonywania szybkich zmian położenia pedału gazu

- ✗ przekraczania prędkości 100 km/h

Wystąpienie każdego z powyższych faktów przerywa pracę wykonywanego w danym momencie monitora okresowego, co powoduje, że przynależny mu układ może w danym teście nie zostać sprawdzony.

Powyższy serwisowy test drogowy zapewnia monitorom okresowym przynajmniej jednokrotnie warunki do przeprowadzenia kontroli przynależnych im układów lub ich elementów. Test ten należy wykonywać na drodze. Oczywiście należy wyszukać taki odcinek drogi, aby możliwy był jego prawidłowy przebieg. Z tego powodu tego testu nie

da się wykonać w warunkach ruchu miejskiego lub drogowego o dużym natężeniu.

Jeśli serwisowy test drogowy nie zostanie wykonany, pracownik serwisu nie może być pewny, czy prawidłowo wykonał pracę, bowiem w układach standardu OBD II/EOBD sterownik podczas ruchu pojazdu kontroluje: przebiegi wybranych procesów, wybrane układy i ich elementy.

12. Po wykonaniu serwisowego testu drogowego, diagnosta powinien sprawdzić, czy:

- ✗ wszystkie monitory ciągle kontrolują aktualnie przynależne im procesy, układy lub ich elementy (prawidłowa informacja - monitor ciągle wykonywany)

- ✗ wszystkie monitory okresowe przeprowadziły kontrolę przynależnych im układów lub ich elementów (prawidłowa informacja - monitor okresowo wykonany)

- ✗ w pamięci sterownika nie są zapisane żadne kody usterek

Jeśli wszystkie powyższe warunki są spełnione, to oznacza, że podczas serwisowego testu drogowego sterownik nie wykrył żadnych usterek w kontrolowanych procesach, układach lub w ich elementach. Można wówczas przyjąć, że naprawa została wykonana prawidłowo. **Jest to najważniejsza zasada, o której powinien wiedzieć pracownik serwisu diagnozujący samochody z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.**

Jeśli:

- ✗ jeden lub więcej monitorów ciągłych nie jest wykonywanych, to oznacza, że występują okoliczności, które pozwoliły sterownikowi wyłączyć jeden lub więcej monitorów ciągłych, a więc przynależne im procesy lub układy nie są kontrolowane, czyli kody usterek informujące o ich uszkodzeniach nie mogą być zapisane w pamięci sterownika - jeśli jest to możliwe, należy usunąć przyczyny wyłączenia monitorów ciągłych i powtórzyć serwisowy test drogowy

- ✗ jeden lub więcej monitorów okresowych nie zostało wykonanych, to znaczy, że niewykonany monitor nie przeprowadził kontroli przynależnego im układu lub elementu, a więc nie mógł wykryć jego uszkodzeń - należy powtórzyć serwisowy test drogowy, ściśle przestrzegając jego przebiegu, względnie sprawdzić w dokumentacji serwisowej samochodu, czy np. wykonanie monitora okresowego układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa może być niemożliwe, ze względu na np. za niską temperaturę otoczenia lub za dużą ilość par paliwa wypełniającą pochłaniacz z węglem aktywnym

Jeśli natomiast w pamięci sterownika są zapisane jakieś kody usterek, to znaczy, że naprawa musi

być kontynuowana, aż podczas następnego serwisowego testu drogowego nie zostaną zarejestrowane żadne kody usterek.

13. Należy pamiętać, że informacje o tym, że monitor ciągle jest wykonywany lub że monitor okresowy został wykonany, informują, że przynależne tym monitorom procesy, układy lub ich elementy są ciągle (stałe) lub okresowo kontrolowane. Dopiero, aby dowiedzieć się jakie są wyniki tych kontroli, należy sprawdzić, czy w pamięci sterownika są lub nie, zapisane kody usterek. Postępowanie w sytuacji, gdy kontrolka MIL nie świeci się po włączeniu zapłonu, przy nie pracującym silniku

O włączeniu kontrolki MIL decyduje sterownik. Jeśli po włączeniu zapłonu, gdy silnik nie został uruchomiony, kontrolka MIL nie świeci się, może to oznaczać:

- ✗ uszkodzenie kontrolki MIL (przepalenie żarówki, brak kontaktu żarówki)

- ✗ przerwę w obwodzie elektrycznym kontrolki MIL

- ✗ uszkodzenie sterownika, który nie włączył kontrolki MIL

Postępowanie w sytuacji, gdy wydane przez sterownik polecenie włączenia kontrolki MIL, nie zgadza się ze stanem faktycznym, czyli sterownik wydał polecenie włączenia kontrolki MIL, a ona nie świeci się, lub sterownik nie wydał polecenia włączenia kontrolki MIL, a ona świeci się. Należy sprawdzić poprawność sterowania kontrolką MIL przez sterownik, przy pracującym silniku

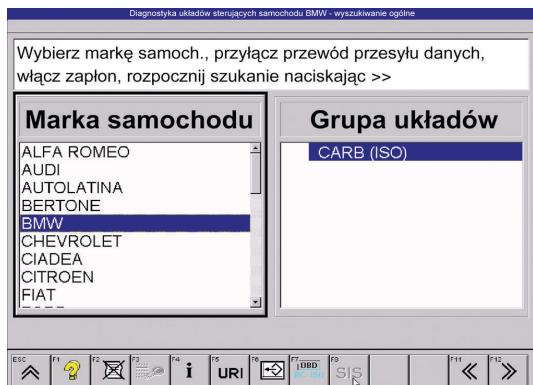
1. Jeśli przy pracującym silniku kontrolka MIL nie świeci się, to informacja przekazywana przez bajt A, w trybie pracy nr 1, musi również informować o tym, że kontrolka MIL nie jest aktywna (jest wyłączona). Jeśli natomiast ze sterownika zostanie odczytana informacja, że kontrolka MIL jest aktywna (jest włączona), to oznacza jedną z możliwości:

- ✗ przerwę w obwodzie kontrolki MIL

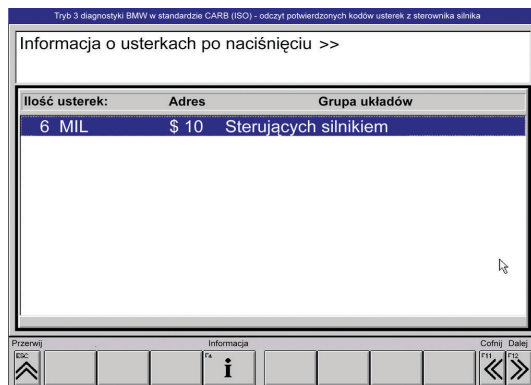
- ✗ uszkodzenie kontrolki MIL (przepalenie żarówki, brak kontaktu żarówki)

- ✗ uszkodzenie sterownika, który niepotrzebnie wyłączył kontrolkę MIL

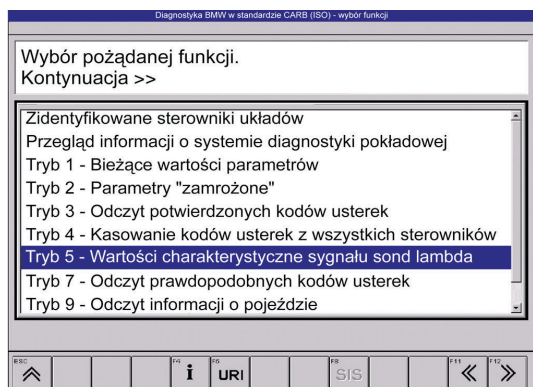
2. Jeśli przy pracującym silniku kontrolka MIL świeci się, to informacja przekazywana przez bajt A, w trybie pracy nr 1, musi również informować o tym, że kontrolka MIL jest aktywna (jest włączona). Jeśli natomiast ze sterownika zostanie odczytana informacja, że kontrolka MIL nie jest aktywna (jest wyłączona), to oznacza, że w obwodzie kontrolki MIL jest zwarcie.



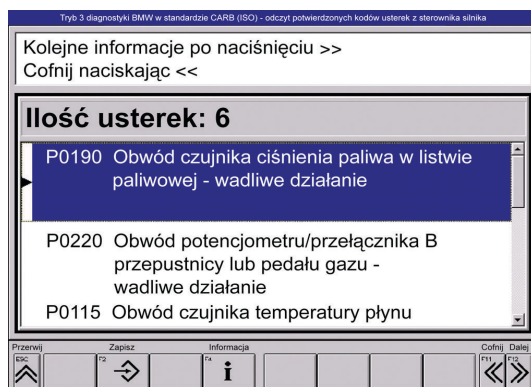
Rys. 5.21



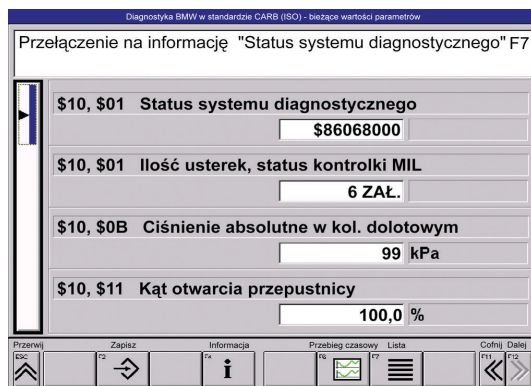
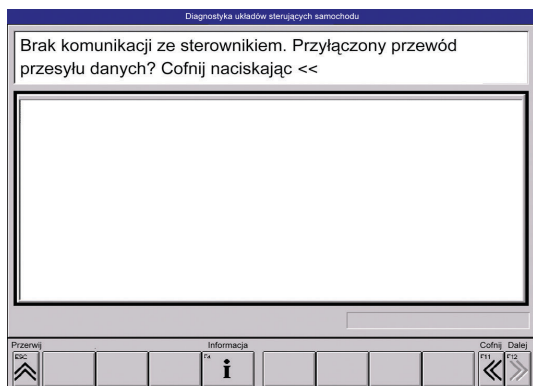
Rys. 5.24



Rys. 5.23



Rys. 5.26



5.4. Przykładowa diagnostyka samochodu z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD testerem diagnostycznym KTS-650

Po wyborze funkcji skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, testera diagnostycznego KTS-650, przez naciśnięcie F7 (w programie testera KTS-650 standard OBD

II/EOBD jest oznaczany jako CARB - ISO, ukazuje się obraz jak na rys. 5.21.

Aby tester diagnostyczny KTS-650 podjął próbę nawiązania komunikacji (wymiany informacji) z jednym lub więcej sterownikami samochodu, należy nacisnąć F12 lub ikonę >> na dole ekranu. Jeśli komunikacja zostanie nawiązana, na ekranie ukaze się obraz jak na rys. 5.22.

Jeśli natomiast komunikacja pomiędzy testerem diagnostycznym a jednym lub więcej sterownikami samochodu nie zostanie nawiązana, na ekranie ukaże się obraz jak na rys. 5.23.

Należy wówczas powrócić do poprzedniego kroku w programie, przez naciśnięcie F11 lub ikony << na dole ekranu. Po ustaleniu przyczyny braku komunikacji, należy ponowić próbę jej nawiązania, naciskając F12 lub ikonę >> na dole ekranu.

Po nawiązaniu komunikacji pomiędzy testerem diagnostycznym a jednym lub więcej sterownikami samochodu, oraz pomyślnej identyfikacji układów, którymi te sterowniki sterują, na ekranie testera ukażą się:

- ✖ adresy sterowników, z którymi tester diagnostyczny nawiązał komunikację

- ✖ nazwy grup układów, do których zgodnie z normą układy są przynależne na podstawie zidentyfikowanego adresu swojego sterownika

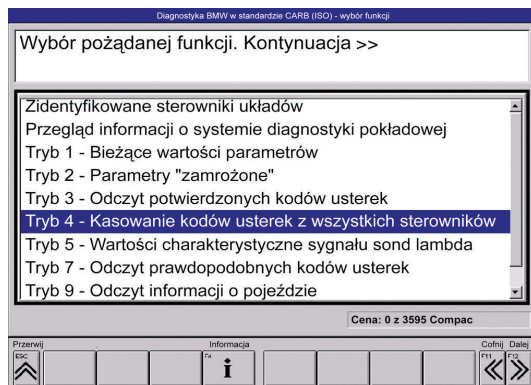
Na ekranie testera diagnostycznego ukaże się również informacja o liczbie kodów usterek. Widok ekranu testera diagnostycznego KTS-650 pokazuje rys. 5.24.

Zgodnie z informacją podaną na ekranie, po naciśnięciu F12 lub ikony >> na dole ekranu przechodzimy do trybu pracy nr 3, w którym z pamięci sterownika są odczytywane potwierdzone kody usterek.

W trybie pracy nr 1 są przekazywane informacje o statusie lub bieżących wartościach parametrów. Przesyłanie tych informacji przez sterownik następuje kilka razy na sekundę, dlatego zmiany statusu lub wartości parametrów są dokonywane na bieżąco na ekranie testera diagnostycznego KTS-650. Prezentowany na rys. 5.25 widok ekranu umożliwia wybór maksymalnie 4 parametrów, dla których zmiany statusu lub wartości chcemy obserwować na ekranie (rys. 5.26).

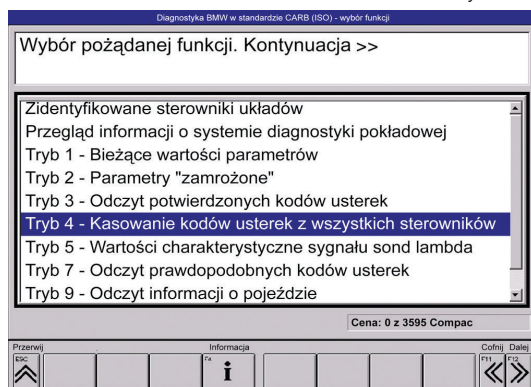
Po dokonaniu wyboru od 1 do 4 parametrów, należy nacisnąć F12 lub ikonę >> na dole ekranu. Na ekranie ukaże się wówczas ich status lub bieżące wartości (rys. 5.27).

Parametr o nazwie „Status systemu diagnostycznego” przedstawia zakodowane w kodzie szesnastkowym bajty A, B, C i D, przekazywane w trybie



Rys. 5.27

Rys. 5.28



pracy nr 1. Powrót do poprzedniego kroku w programie następuje przez naciśnięcie F11 lub ikony << na dole ekranu.

Po dobrze przeprowadzonej naprawie należy skasować kody usterek z pamięci sterowników wszystkich układów. Wykonuje się to w trybie pracy nr 4, po uprzednim jego wyborze (rys. 5.28).

Wszystkie informacje, które jeszcze powinny być poddane ocenie, lub mogą być jeszcze później potrzebne do postawienia diagnozy, należy przed kasowaniem kodów usterek odczytać i zarchiwizować. Jeśli wiele sterowników jest ze sobą wzajemnie połączonych, polecenie kasowania kodów usterek jest obowiązkujące dla wszystkich sterowników i wykonywane przez nie jednocześnie.

6. Możliwości systemów diagnostycznych

Praktycznie od momentu pojawienia się w samochodach elektronicznych układów sterujących stosowano funkcje autodiagnostyki tych układów. O negatywnym wyniku kontroli kierowca jest przeważnie powiadamiany, a pracownik serwisu ma możliwość dowiedzenia się ze sterowników układów, jaka usterka została przez nie wykryta. Ponieważ układy są coraz bardziej skomplikowane, więc i układy kontrolujące ich sprawność zostały rozbudowane do całych systemów. Producenci dążą do tego, aby:

- ✗ jak najwięcej procesów, układów i ich elementów było kontrolowanych przez systemy diagnostyki pokładowej

- ✗ czynności kontrolne, jeśli jest to pożądane, były wykonywane w warunkach obciążeń, jakich nie można uzyskać dla samochodu stojącego np. w serwisie

Systemy diagnostyki pokładowej samochodów różnych marek mają różny zakres diagnostyki oraz wymagają różnych programów do komunikacji pomiędzy nimi a zewnętrznymi urządzeniami diagnostycznymi, będącymi na wyposażeniu serwisów. Diagnostyka pokładowa standardu OBD II/EOBD to początek ujednolicania tych systemów i urządzeń do diagnostyki samochodów. Aby wiedzieć, jakie możliwości oferują systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, warto poznać standardy systemów diagnostyki pokładowej, w które mogą być wyposażone samochody.

6.1. Standardy systemów diagnostyki pokładowej

Stosowane w samochodach standardy systemów diagnostyki pokładowej są przedstawione na rys. 6.1.

Pierwszym standardem diagnostyki pokładowej, stosowanym do chwili obecnej, o większych możliwościach niż pierwotnie, jest standard własny producenta samochodu. To producent samochodu określa:

- ✗ układy podlegające kontroli, jej zakres i kryteria oceny wyników kontroli

- ✗ protokół przesyłu danych pomiędzy sterownikami układów objętych przez ten system a zewnętrznym urządzeniem diagnostycznym

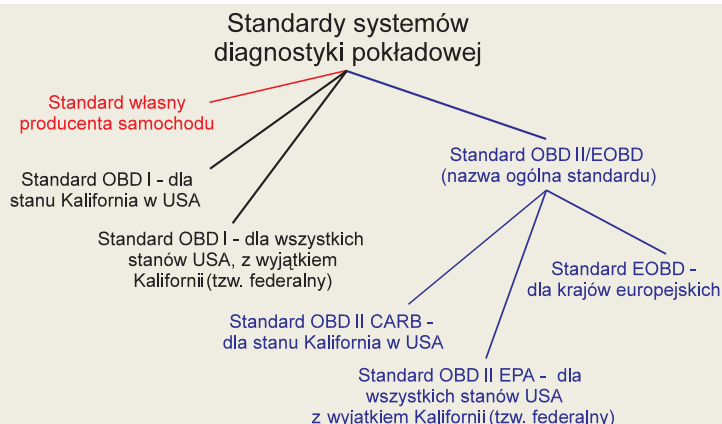
- ✗ informacje przekazywane za pośrednictwem złącza diagnostycznego do zewnętrznego urządzenia diagnostycznego i inne jego funkcje

Są to systemy, których wykorzystanie do diagnostyki samochodu wymaga stosowania urządzeń diagnostycznych z odpowiednim dla danego modelu samochodu złączem diagnostycznym i oprogramowaniem. To one spędzają wielu właścicielom serwisów sen z oczu, z powodu ceny złączy i oprogramowania, różnego nawet dla modeli tej samej marki samochodu.

Systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD różnią się od systemów standardu własnego producenta samochodu tym, że normy określają:

- ✗ układy podlegające ich kontroli, jej zakres i kryteria oceny wyników kontroli

Rys. 6.1



✗ protokoły przesyłu danych pomiędzy sterownikami układów objętych przez ten system a zewnętrznym urządzeniem diagnostycznym (skanerem)

✗ informacje przekazywane za pośrednictwem złącza diagnostycznego do zewnętrznego urządzenia diagnostycznego i inne jego funkcje

Do diagnostyki układów objętych przez systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD (rozdz. 4 i 5), w samochodach różnych producentów, z wykorzystaniem informacji odczytywanych z tego systemu, wystarczy mieć jedno urządzenie, zwane skanerem systemu diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD. Niestety system diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD obejmuje aktualnie tylko układ napędowy (silnik i skrzynię biegów). To, czy w danym samochodzie jest system diagnostyki pokładowej standardu OBD I, OBD II czy EOBD, zależy od regionu świata, kraju lub jego części, na rynek którego dany samochód jest przeznaczony do sprzedaży.

W USA i w krajach, które stosują amerykańskie przepisy o ograniczeniu emisji szkodliwych składników spalin przez silniki, obowiązywała najpierw diagnostyka pokładowa standardu OBD I, a obecnie standardu OBD II. Pierwszym stanem USA, który wprowadził obowiązek stosowania systemów diagnostyki pokładowej, najpierw standardu OBD I, a potem OBD II, była Kalifornia. Potem uczyniły to wszystkie pozostałe stany USA, dlatego też różne

są okresy stosowania systemów diagnostyki pokładowej obu standardów w stanie Kalifornia i w pozostałych stanach USA. Okresy te, dla samochodów osobowych z silnikami ZI, pokazuje rys. 6.2.

W krajach europejskich obowiązuje diagnostyka pokładowa standardu EOBD. Ponieważ obowiązkiem stosowania są obejmowane coraz to nowe grupy pojazdów, więc konieczna jest też wiedza o początku okresu, w którym stosowanie tego systemu dla samochodów danej grupy jest obowiązkowe. Okresy te, dla samochodów osobowych, pokazuje rys. 6.3. Do rysunku tego konieczne są dwa wyjaśnienia. Homologacja typu to homologacja udzielana każdemu producentowi, dla każdego typu samochodu. Jeśli w 2000 r. jakiś producent wprowadził do sprzedaży nowy typ samochodu z silnikiem ZI, to musiał uzyskać dla niego nową homologację typu. Nową, bo dla tego typu pierwszą. Aby ją uzyskać, musiał wyposażyć samochód w system diagnostyki pokładowej standardu EOBD. Mówiąc inaczej, wszystkie samochody nowego typu z silnikami ZI, wprowadzane do sprzedaży w 2000 r., musiały już mieć system diagnostyki pokładowej standardu EOBD.

Jeśli natomiast jakiś typ samochodu z silnikiem ZI był już sprzedawany przed 2000 r. (uzyskał wcześniej homologację typu), to fabrycznie nowe samochody tego typu, sprzedawane w 2000 r. nie musiały jeszcze mieć systemu diagnostyki pokładowej standardu EOBD. Musiały w nią jednak być wyposażone samochody tego typu, sprzedawane od 1 stycznia 2001 r., ponieważ obowiązek stosowania tych systemów został rozszerzony na wszystkie samochody z silnikiem ZI, rejestrowane po raz pierwszy od tego dnia. Analogicznie, dwa różne terminy stosowania przez producentów systemu diagnostyki pokładowej standardu EOBD, dotyczą samochodów z silnikami ZS oraz silników zasilanych gazem LPG lub CNG.

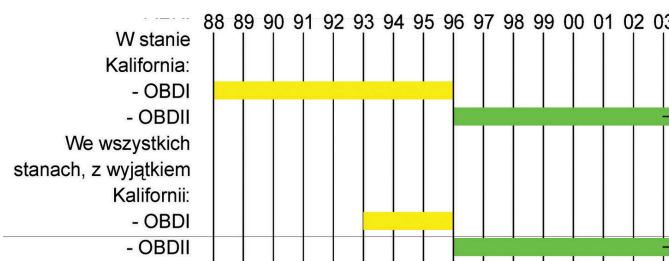
Jak wcześniej podano, wprawdzie jest używane określenie standard OBD II/EOBD, ale właściwie są trzy standardy diagnostyki pokładowej:

✗ OBD II CARB - obowiązujący w stanie Kalifornia, w USA

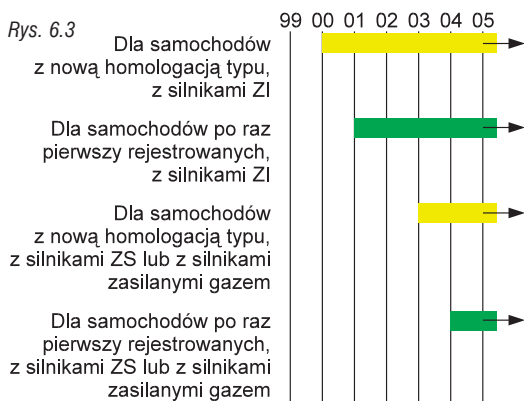
✗ OBD II EPA - zwany federalnym, obowiązujący we wszystkich innych stanach USA, z wyjątkiem Kalifornii

✗ EOBD - obowiązujący w Europie

Najbardziej „surowo” oceniają nadzorowane procesy, układy i ich elementy systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD CARB. Mniej „surowe” w ocenach są systemy diagnostyki pokładowej standardu OBD EPA, a jeszcze mniej, wzorowane na nich, systemy standardu EOBD. Przepisy nor-



Rys. 6.2



Rys. 6.3

mujące te trzy standardy diagnostyki pokładowej, są identyczne co do podstawowej zasady pracy (pkt 6.1.1), natomiast różnią się w szczegółach.

Najczęściej spotykane są w naszym kraju samochody z systemami diagnostyki pokładowej standardu EOBD, oraz, znacznie rzadziej, standardu OBD II EPA, dlatego na przykładzie tych obu standardów zaprezentuję różnice między nimi.

Różnice pomiędzy systemami diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA i standardu EOBD

Podstawową różnicą między systemami diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA i standardu EOBD, wprowadzicie o drugorzędym znaczeniu dla pracowników serwisów samochodowych, jest ich powiązanie z normami emisji szkodliwych składników spalin, a więc również z homologacyjnymi testami drogowymi.

Homologacyjny test drogowy oddaje charakterystyczny sposób jazdy samochodem dla danej części świata lub dla określonego kraju. Jest on stosowany podczas homologacji pojazdu do oceny, czy emisja szkodliwych składników spalin w tym pojeździe jest zgodna z normą obowiązującą w kraju lub w regionie, w którym pojazd ten jest sprzedawany.

Poznajmy dwa homologacyjne testy drogowy, wykorzystywane m.in. do badań samochodów osobowych i związane z nimi normy emisji szkodliwych składników spalin: CO, HC i NO_x.

Podstawowym homologacyjnym testem drogowym, wykorzystywanym do badań samochodów przeznaczonych na rynek USA, jest test FTP75. Zmianę prędkości samochodu w czasie jego trwania przedstawia rys. 6.4. Test drogowy FTP75 składa się z czterech następujących po sobie części:

- ✗ faza zimna - FZ
- ✗ faza stabilizacji - FS
- ✗ okres wyłączenia silnika (samochód nie jedzie)
- ✗ faza gorąca - FG

Test drogowy FTP75 charakteryzują następujące parametry:

- ✗ odcinek drogi przejeżdżany w czasie testu - 17,87 km
- ✗ czas trwania testu - 1887 s jazdy + 600 s postoju z wyłączonym silnikiem

- ✗ średnia prędkość podczas testu - 34,1 km/h
 - ✗ maksymalna prędkość podczas testu - 91,2 km/h
- Podczas trwania testu drogowego FTP75, spaliny emitowane przez samochód są:

- ✗ najpierw rozcieńczane powietrzem, aby składniki spalin nie reagowały między sobą, oraz dla zbliżenia warunków testu do warunków rzeczywistych, w których spaliny po opuszczeniu rury wydechowej samochodu są rozcieńczane w otaczającym powietrzu

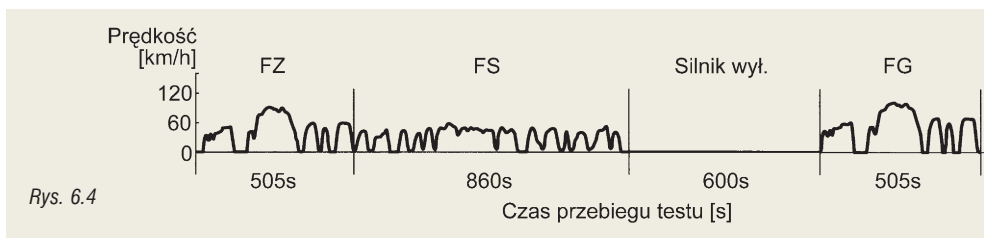
- ✗ zbierane w 3 workach pomiarowych (oddzielnych dla każdej z faz testu)

Po zakończeniu testu mierzona jest masa: tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO₂), węglowodorów (HC) i tlenków azotu (NO_x), zebranych w czasie trwania testu FTP75, w 3 workach pomiarowych. Jeśli samochód osobowy z silnikiem ZI był lub jest przeznaczony do sprzedaży we wszystkich stanach USA, z wyjątkiem stanu Kalifornia, w latach 1994-2003, to emisje składników szkodliwych spalin (CO, HC i NO_x), zmierzonych podczas testu drogowego FTP75, nie mogą przekraczać dopuszczalnych wartości, podanych w tabeli (wymagania są uproszczone).

Drugim z testów homologacyjnych, a podstawowym dla samochodów przeznaczonych do sprzedaży w Europie, jest Nowy Europejski Cykl Jeźdny - NEDC (New European Driving Cycle). Zmianę prędkości samochodu w czasie jego trwania przedstawia rys. 6.5. Test drogowy NEDC składa się z dwóch następujących po sobie części:

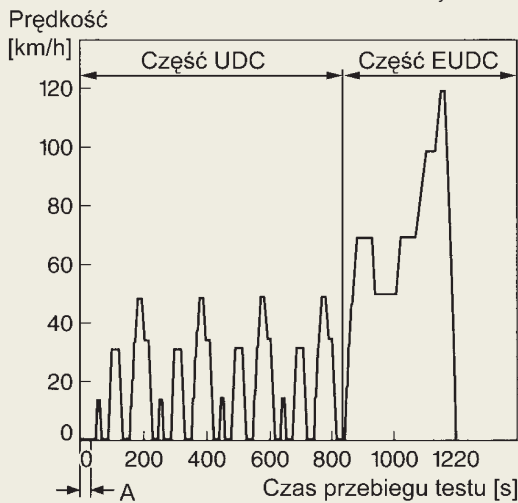
- ✗ część UDC (Urban Driving Cycle), czyli Miejski Cykl Jeźdny - ta część „odtwarza” przeciętne warunki ruchu w miastach europejskich

Dopuszczalne emisje szkodliwych składników spalin tzw. norma (homologacyjna) dla fabrycznie nowych modeli samochodów z lat 1994-2003, przeznaczonych do sprzedaży we wszystkich stanach USA z wyjątkiem Kalifornii	CO g/mil	HC g/mil	NO _x g/mil
	3,4	0,25	0,4



Rys. 6.4

Rys. 6.5



✖ część EUDC (Extra Urban Driving Cycle), czyli Pozamiejski Cykl Jeźdźny - ta część „odtworza” przeciętne warunki ruchu występujące na drogach poza miastami europejskimi

Przy pomiarach emisji spalin, wykonywanych zgodnie z aktualnie obowiązującą normą Euro III, pomijany jest okres A, zaznaczony na rysunku przebiegu testu, podczas którego silnik samochodu pracuje na biegu jałowym, a emitowane spaliny nie są zbierane do worka pomiarowego. Tak więc masa emitowanych w okresie A składników spalin nie jest mierzona. Można powiedzieć, że okres A testu NEDC jest przeznaczony na nagrzewanie silnika. Przy pomiarach, zgodnie z wymaganiami normy Euro III, zrezygnowano z nagrzewania silnika, bowiem w normalnych warunkach eksploatacji, ze względu na ochronę środowiska, jest ono zabronione, a układy samochodu muszą być tak konstruowane, aby było ono zbędne.

Test drogowy NEDC charakteryzują następujące parametry:

✖ odcinek drogi przejeżdżany w czasie testu - 11,007 km

✖ czas trwania testu - 1220 s (z okresem A) i 1180 (bez okresu A, przy pomiarach zgodnie z normą Euro III)

✖ średnia prędkość podczas testu - 33,6 km/h

✖ maksymalna prędkość podczas testu - 120 km/h

Podczas trwania testu drogowego NEDC spaliny emitowane przez samochód są:

✖ najpierw rozcieńczane powietrzem i chłodzone, aby składniki spalin nie reagowały między sobą oraz dla zbliżenia warunków testu do warunków

rzeczywistych, w których spaliny po opuszczeniu rury wydechowej samochodu rozcieńczają się w otaczającym powietrzu;

✖ zbierane w jednym worku pomiarowym

Po zakończeniu testu mierzona jest masa: tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO₂), węglowodorów (HC) i tlenków azotu (NO_x), zebranych w czasie trwania testu NEDC w jednym worku pomiarowym. Jeśli samochód osobowy z silnikiem ZI jest przeznaczony do sprzedaży w Europie, to zgodnie z wymaganiami normy Euro III emisje szkodliwych składników spalin (CO, HC i NO_x), zmierzone podczas testu drogowego NEDC, nie mogą przekraczać dopuszczalnych wartości, podanych w tabeli.

Dopuszczalne emisje szkodliwych składników spalin (tzw. norma homologacyjna), dla fabrycznie nowych samochodów, przeznaczonych do sprzedaży w Europie	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km
	2,3	0,2	0,15

Należy podkreślić, że:

✖ emisje składników spalin (CO, CO₂, HC i NO_x), mierzone w testach FTP75 i NEDC, nie są ze sobą porównywalne - oczywiście są możliwe analizy, ale bez znaczenia dla diagnostów i pracowników serwisów

✖ pomiary emisji składników spalin (CO, CO₂, HC i NO_x), w testach FTP75 i NEDC, są wykonywane dla fabrycznie nowego modelu samochodu, z określonym silnikiem, dostarczonego przez jego producenta lub przedstawiciela - nie są wykonywane dla samochodów eksploatowanych (z wyjątkiem celów badawczych), dlatego te pomiary nie są podstawą np. do odebrania dowodu rejestracyjnego

Przyjmuje się, że wszystkie egzemplarze modelu samochodu, homologowane w zgodzie z określoną normą, w trakcie eksploatacji są utrzymywane w takim stanie technicznym, że gdyby zmierzono emisję szkodliwych składników spalin, w odpowiednim dla danej normy teście drogowym, to zmierzone wartości emisji spełniałyby wymagania danej normy. Problem leży jednak w tym, że tego nie da się stwierdzić na większą skalę, bo badania wykonywane tak jak przy homologacji samochodu są drogie, czasochłonne i mogą je wykonywać tylko specjalne laboratoria (w Polsce są 3). Natomiast żadna stacja kontroli pojazdów, żaden nawet najlepiej wyposażony serwis, w Polsce czy na świecie, nie jest w stanie wykonać lub zweryfikować wyni-

ków pomiarów emisji szkodliwych składników spalin, wykonanych zgodnie z normami obowiązującymi przy homologacji samochodu. Wynika to z kilku przyczyn.

1. Analizatory spalin, nawet 5-gazowe, najlepszych firm, wykorzystywane przez SKP i serwisy samochodowe, mierzą skład spalin z niewystarczającą dla tych pomiarów dokładnością (jest ona wystarczająca do celów diagnostycznych, warsztatowych).

2. Na stacjach kontroli pojazdów i w serwisach samochodowych analizę składu spalin wykonuje się w zdecydowanej większości dla samochodu stojącego w warsztacie, a więc nie obciążonego. Reprezentatywny pomiar zawartości tlenków azotu (NO_x), mówiąc inaczej, który ma sens i z którego coś można wywnioskować, wymaga obciążenia silnika.

3. Analizatory spalin stosowane w SKP i w serwisach samochodowych mierzą udział objętościowy szkodliwych składników w spalinach, czyli informują nas, jaką część objętości zajmuje dany szkodliwy składnik spalin w stosunku do objętości emitowanych spalin. Mówią o tym używane jednostki: % vol. (vol. = objętość) i ppm (100 ppm = 0,01%). Natomiast podczas pomiaru emisji składników spalin, wykonywanych zgodnie z normami obowiązującymi przy homologacji samochodu, używa się jednostek: g/mil lub g/km. Kilometr, w czasie przejazdu którego samochód emituje tak podaną, a obliczoną, średnią masę określonego składnika spalin, jest kilometrem przejechanym w teście drogowym, odpowiednio FTP75 lub NEDC.

4. Nie ma metody przeliczenia emisji składników spalin, podanych np. w % vol. na g/km - można to tylko oszacować i są analizatory warsztatowe, które w określonych warunkach to robią.

W praktyce okazało się jednak, że założenie o spełnianiu homologacyjnych norm emisji szkodliwych składników spalin, przez samochody będące w eksploatacji, nie jest prawdziwe. Wielu kierowców nie jest w stanie stwierdzić występujących niesprawności lub nie przyjeżdża dobrowolnie do serwisów. Występujące uszkodzenie może przez długi czas pozostać nie wykryte, a samochód w tym okresie emituje spaliny o składzie nadmiernie obciążającym środowisko naturalne.

Aby ten stan poprawić, ustawodawcy ustalili, że samochody homologowane od określonej daty, a będące w eksploatacji, muszą spełniać przewidzianą dla nich normę emisji szkodliwych składników spalin. To jest zupełnie nowe podejście do zagadnień emisji szkodliwych składników spalin, gdzie producent samochodu jest również współodpowiedzialny za wielkość ich emisji przez samochód eksploatowany.

W tym celu samochody homologowane z wykorzystaniem testu drogowego FTP75, spełniające wymagania dla samochodów przeznaczonych do sprzedaży po 2001 r. we wszystkich stanach USA, z wyjątkiem stanu Kalifornia, są wyposażone w system diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA (wersja federalna). Samochody sprzedawane w stanie Kalifornia są natomiast wyposażone w system diagnostyki pokładowej standardu OBD II CARB.

Zadaniem układów diagnostyki pokładowej standardów OBD II EPA i OBD II CARB jest stałe nadzorowanie, czy emisja choć jednego szkodliwego składnika spalin (CO , HC lub NO_x) przekracza lub nie dopuszczalne wartości emisji tego składnika spalin, ustalone przez normę, dla samochodu będącego w eksploatacji.

Dla układu diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA dopuszczalne wartości emisji składników spalin, dla samochodu będącego w eksploatacji, są równe dopuszczalnym wartościom emisji składników spalin podczas testu homologacyjnego, wykonywanego z wykorzystaniem testu drogowego FTP75, pomnożone przez współczynnik 1,5. Tak więc dla samochodów będących w eksploatacji dopuszczono o 50% wyższe normy emisji niż podczas homologacji.

Jeśli system diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA ocenia, że emisje wszystkich szkodliwych składników spalin są mniejsze od wartości dopuszczalnych, dla samochodu będącego w eksploatacji, to system standardu OBD II EPA uznaje ten stan za prawidłowy, jeśli nie występują jednocześnie inne uszkodzenia, np. przerwy, zwarcia w obwodach elektrycznych. Jeśli natomiast, wg oceny układu diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA, emisja choć jednego składnika szkodliwego jest wyższa od wartości dopuszczalnej dla samochodu będącego w eksploatacji, to układ OBD II EPA uznaje ten stan za uszkodzenie.

Producent pojazdu musi udowodnić w trakcie badań homologacyjnych, że układ diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA działa w powyższy sposób. W tym celu, samochód z określoną niesprawnością zespołu napędowego jest badany podczas „jazdy” w teście drogowym FTP75 i mierzona są emisje poszczególnych szkodliwych składników spalin. Jeśli przynajmniej jedna wartość emisji składnika szkodliwego jest większa od wartości dopuszczalnej dla samochodów będących w eksploatacji, to występująca niesprawność musi być wykryta przez układ diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA, w czasie trwania testu drogowego FTP75, tylko na podstawie analizy sygnałów z czujników i wyników testów elementów układów.

W systemie diagnostyki pokładowej standardu OBD II CARB (dla stanu Kalifornia) jest inny sposób ustalania dopuszczalnych wartości emisji składników spalin, dla samochodu będącego w eksploatacji, ale ta sama zasada orzekania o nieprawidłowym przebiegu procesu, uszkodzeniu obwodu lub jego elementu, jak w systemach standardu OBD II EPA.

Również w celu stałej kontroli emisji szkodliwych składników spalin, przez samochody będące w eksploatacji i homologowane na podstawie normy Euro III, z wykorzystaniem europejskiego testu drogowego NEDC, samochody zgodnie z wymaganiami tej normy zostały wyposażone w system diagnostyki pokładowej standardu EOBD. Jego zadaniem jest stałe nadzorowanie, czy emisja choć jednego szkodliwego składnika spalin (CO , HC lub NO_x), przekracza lub nie dopuszczalną wartość jego emisji, dla samochodu będącego w eksploatacji. Dopuszczalne wartości emisji są następujące:

- ✖ dla CO - 3,2 g/km
- ✖ dla HC - 0,4 g/km
- ✖ dla NO_x - 0,6 g/km

Są to wyższe wartości emisji od wartości emisji określonych w normie Euro III dla badań homologacyjnych, wykonywanych z wykorzystaniem testu drogowego NEDC.

Jeśli system diagnostyki pokładowej standardu EOBD oceni, że emisja wszystkich szkodliwych składników spalin jest mniejsza od podanych wartości dopuszczalnych, dla samochodu będącego w eksploatacji, to układ EOBD uznaje ten stan za prawidłowy, jeśli nie występują jednocześnie inne uszkodzenia, np. przerwy, zwarcia w obwodach elektrycznych. Jeśli natomiast, wg oceny systemu diagnostyki pokładowej standardu EOBD, emisja choć jednego szkodliwego składnika spalin jest większa od wartości dopuszczalnej dla samochodu będącego w eksploatacji, to układ EOBD uznaje ten stan za uszkodzenie. Wyjątkiem od tej zasady, w systemach diagnostyki pokładowej standardu EOBD, jest konwerter katalityczny, którego sprawność jest aktualnie oceniana tylko na podstawie emisji węglowodorów (HC).

Producent pojazdu, w trakcie badań homologacyjnych, musi udowodnić, że układ diagnostyki pokładowej standardu EOBD działa w powyższy sposób. W tym celu, samochód z określoną niesprawnością zespołu napędowego jest badany podczas „jazdy” w teście drogowym NEDC i mierzona jest emisja poszczególnych szkodliwych składników spalin. Jeśli przynajmniej jedna wartość emisji składnika szkodliwego jest większa od wartości dopuszczalnej dla samochodów będących w eksploatacji (dla konwertera katalitycznego tylko emisja

węglowodorów (HC)), to występująca niesprawność musi być wykryta przez układ diagnostyki pokładowej, w czasie trwania testu drogowego NEDC, tylko na podstawie analizy sygnałów z czujników i wyników testów elementów układów.

Należy podkreślić, że systemy diagnostyki pokładowej standardów OBD II EPA, OBD II CARB i EOBD nie przeprowadzają bezpośrednio analizy spalin. Ocena wpływu nieprawidłowego przebiegu procesu spalania (kontrola występowania wypadania zapłonów) na wzrost emisji składników szkodliwych spalin i możliwość uszkodzenia konwertera katalitycznego oraz uszkodzeń kontrolowanych układów i ich elementów na wzrost emisji składników szkodliwych spalin, jest przeprowadzana tylko przez program zapisany w sterowniku zespołu napędowego (silnika i skrzyni biegów), na podstawie analizy sygnałów z czujników i wyników specjalnie opracowanych i wykonywanych okresowo testów układów i ich elementów. Jest to podstawowa zasada pracy, wspólna dla systemów diagnostyki pokładowej standardów OBD II EPA, OBD II CARB i EOBD.

Kryteria, na podstawie których układy diagnostyki pokładowej standardów OBD II EPA i EOBD oceniają przebieg procesu spalania, układy i ich elementy, są zamieszczone w tabeli.

Warto, aby diagnosta (ambitny) znał standard, w zgodności z którym system diagnostyki pokładowej w danym samochodzie jest zbudowany. Informację o tym standardzie można odczytać w trybie pracy nr 1, skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD (pkt. 5.2.1). Znając bowiem standard systemu diagnostyki pokładowej w danym samochodzie i kryteria wg jakich system danego standardu kontroluje procesy, układy i ich elementy, diagnosta wie również np. jakich usterek dany system nie wykryje. Na przykład system diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA bardziej „surowo” kontroluje układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa (EVAP) niż czyni to układ standardu EOBD. Dlatego też, w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA, układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa (EVAP) jest wyposażony w dodatkowe urządzenie służące tylko do kontroli tego układu, które przeważnie nie są stosowane w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu EOBD. Z tej różnicy wynika fakt, że nieszczelność układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa (EVAP), o wielkości równoważnej otworowi o średnicy 1 mm (0,04 cala), jest wykrywana i zgłaszana kodem usterki przez system diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA, a nie jest wykrywana przez system standardu EOBD. System ten ograni-

Kontrolowany układ lub proces	Kryteria, na podstawie których system diagnostyki pokładowej standardu OBD EPA, w modelach samochodów po 2001 r., decyduje o niesprawności	Kryteria, na podstawie których system diagnostyki pokładowej standardu EOBD, decyduje o niesprawności
Konwerter katalityczny	Emisja CO lub HC lub NO _x przekracza dopuszczalną wartość emisji dla testu FTP75, pomnożoną przez współczynnik 1,5	Emisja HC, przekracza dopuszczalną wartość emisji, dla samochodu eksploatowanego, wynoszącą 0,4 g/km
Proces spalania pod względem „wypadania zapłonów”, sondy lambda (czujniki tlenu), inne elementy układów, których uszkodzenie powoduje zwiększenie emisji szkodliwych składników spalin ponad dopuszczalne wartości emisji dla samochodu eksploatowanego	Emisja CO lub HC lub NO _x przekracza dopuszczalną wartość emisji dla testu FTP75 pomnożoną przez współczynnik 1,5	Emisja jednego z wymienionych składników spalin, przekracza dopuszczalną wartość emisji dla samochodu eksploatowanego: • CO - 3,2 g/km • HC - 0,4 g/km • NO_x - 0,6 g/km
Wszystkie elementy układów połączone elektrycznie ze sterownikiem	Sprawdzenie pod względem elektrycznym obwodu danego elementu układu, czy nie występuje: • zwarcie do „masy” • zwarcie do „plusa” • przerwa w obwodzie • za mała lub za duża wartość sygnału • niestabilny sygnał	Sprawdzenie pod względem elektrycznym obwodu danego elementu układu, czy nie występuje: • zwarcie do „masy” • zwarcie do „plusa” • przerwa w obwodzie • za mała lub za duża wartość sygnału • niestabilny sygnał
Układ odprowadzenia par z zbiornika paliwa (EVAP)	Wykrycie w układzie nieszczelności o wielkości równoważnej otworowi o średnicy 1 mm (0,04 cala)	Niesprawność obwodu elektrycznego zaworu usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym

cza się bowiem tylko do elektrycznej kontroli obwodu elektrycznego zaworu usuwania par paliwa z pochłaniacza z węglem aktywnym. Ale uwaga! Samochody, np. marki Volvo, mają wprawdzie system diagnostyki pokładowej standardu EOBD (taka informacja jest odczytywana ze sterownika), ale układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa (EVAP) jest zbudowany i kontrolowany jak w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA.

W różnych obszarach pracy silnika jest też kontrolowany proces spalania, pod kątem występowania wypadania zapłonów. System diagnostyki pokładowej standardu OBD II EPA nadzoruje, czy nie wypadają zapłony w całym zakresie prędkości obrotowej, aż do maksymalnej prędkości obrotowej silnika. System diagnostyki pokładowej standardu EOBD czyni to tylko do prędkości obrotowej 4500 obr/min (jest to pewne uproszczenie), dlatego sys-

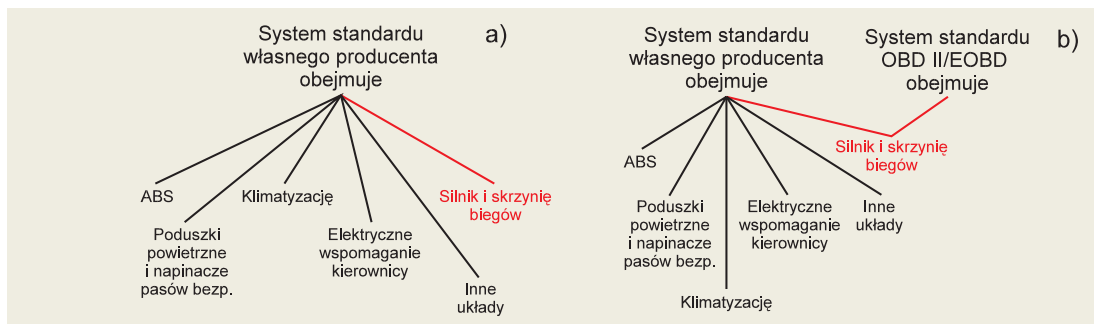
tem tego standardu może nie wykrywać wypadnięć zapłonów powyżej tej prędkości obrotowej.

Różnice w zakresie diagnostyki wykonywanej przez systemy diagnostyki pokładowej standardów OBD II EPA i EOBD, po 2005 r. prawdopodobnie zmniejszą się.

6.2. Systemy diagnostyki pokładowej samochodu

Samochód, jeśli ma system diagnostyki pokładowej, to odpowiada on jednemu lub dwóm standardom. Zależy to od tego, czy został wyprodukowany przed czy po wprowadzeniu obowiązku stosowania systemu diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD (rys. 6.6).

Samochody wyprodukowane przed wprowadzeniem obowiązku stosowania systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD mają tylko



Rys. 6.6. Standardy stosowanych systemów diagnostyki pokładowej samochodu i układy objęte ich kontrolą, przed wprowadzeniem (a) i po wprowadzeniu (b) obowiązku stosowania systemów standardu OBD II/EOBD

system standardu własnego producenta samochodu. Obejmuje on nadzorem wszystkie te układy, które wg producenta samochodowi tego wymagają.

Samochody produkowane po wprowadzeniu obowiązku stosowania systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, obok systemu tego standardu, mają też system standardu własnego producenta samochodu. System diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD obejmuje aktualnie tylko zespół napędowy i kontroluje go w zakresie określonym przez normy, bo tylko tego wymaga ustawodawca. System diagnostyki pokładowej standardu własnego producenta samochodu obejmuje nadzorem:

- ✖ również zespół napędowy, ale kontroluje go w zakresie określonym przez producenta samochodu - zakres kontroli i dostępnych funkcji diagnostycznych jest szerszy niż nakazują to normy standardu OBD II/EOBD, ale również, w systemie diagnostyki pokładowej standardu własnego producenta samochodu mogą nie być dostępne informacje przekazywane przez system diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD (np. informacje o monitorach ciągłych i okresowych)

- ✖ wszystkie układy, które wg producenta samochodu tego wymagają, w zakresie przez niego określonym

System diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD będzie w przyszłości obejmował zapewne kolejne układy, w szerszym i jednolitym dla wszystkich samochodów danej kategorii zakresie, co jednak wymaga kolejnych regulacji prawnych i ich egzekwowania. Jak bowiem pokazuje życie, w niektórych samochodach nie ma praktycznie systemu diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD (np. samochody koncernu PSA), bo nie ma możliwości odczytania informacji przekazywanych przez sterownik, mimo że muszą go mieć (problem jest po stronie samochodu).

Zależnie od standardów systemu diagnostycznego, zamontowanych w samochodzie oraz układów, które chcemy sprawdzać, do diagnostyki konieczne są określone urządzenia.

Urządzenia do diagnostyki układów objętych systemami diagnostyki pokładowej

Podział urządzeń do diagnostyki układów samochodów, ze względu na możliwy zakres diagnostyki układów objętych przez systemy diagnostyki pokładowej standardu własnego producenta samochodu lub standardu OBD II/EOBD, przedstawia rys 6.7.

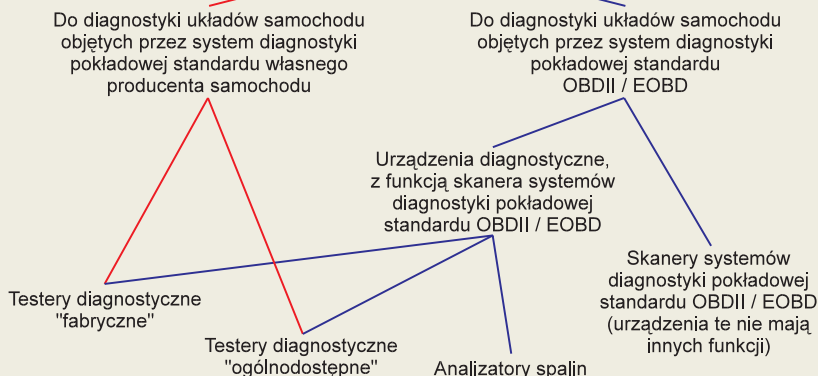
Najszerzy zakres możliwości diagnostycznych oferują testery diagnostyczne „fabryczne”, przeznaczone dla samochodów określonej marki, czy nawet określonych modeli samochodów. Przy użyciu tych testerów można diagnozować, na podstawie informacji odczytywanych przez złącze diagnostyczne, wszystkie elektronicznie sterowane układy samochodu. Są to np. testery: Tech1A, Tech2, VAG-1552 i VAS-5051.

Warunkiem wykorzystania testerów diagnostycznych „fabrycznych” jest posiadanie odpowiedniego dla danego modelu samochodu oprogramowania. Używają ich głównie serwisy autoryzowane, a rzadko serwisy niezależne, bo same urządzenia oraz nowe wersje oprogramowania dla nich są trudne lub niemożliwe do kupienia. Mogą mieć one też funkcję skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, aby była możliwość odczytywania wszystkich informacji dostępnych w tym systemie, w porządku określonym przez normę.

Testery diagnostyczne „ogólnodostępne” to takie, które można zakupić na wolnym rynku. Na podstawie informacji odczytywanych przez złącze diagnostyczne można diagnozować te elektronicznie sterowane układy samochodu, dla których

Urządzenia do diagnostyki układów samochodu

Rys. 6.7



mamy wtyczkę do złącza diagnostycznego i oprogramowanie. W ofercie firmy Bosch są to testery: KTS-520, KTS-550 i KTS-650.

Testery KTS-520 i KTS-550 są interfejsami przeznaczonymi do współpracy z komputerem wyposażonym w odpowiednie oprogramowanie (rys. 6.8). Są pomocne do diagnostyki układów elektronicznych samochodu, na podstawie informacji odczytywanych przez złącze diagnostyczne. Tester diagnostyczny KTS-520 ma dodatkowo funkcję multimetru, a KTS-550 - funkcję oscyloskopu.

Tester diagnostyczny KTS-650 (rys. 6.9) jest samodzielnym urządzeniem do diagnostyki układów elektronicznych samochodu, na podstawie informacji odczytywanych przez złącze diagnostyczne. Ma dodatkowo funkcję oscyloskopu.

Warunkiem wykorzystania testera diagnostycznego „ogólnodostępnego” do diagnostyki określonego układu np. ABS, w określonym modelu samo-

chodu, jest posiadanie przez tester diagnostyczny odpowiedniego oprogramowania do komunikacji z jednym lub więcej sterownikami samochodu, np. ze sterownikiem układu ABS. W przeciwnym razie jest ono całkowicie nieprzydatne, jeśli chodzi o diagnostykę określonego układu, w określonym modelu samochodu, na podstawie informacji odczytywanych za pośrednictwem gniazdka diagnostycznego.

Testery diagnostyczne KTS-520, KTS-550 i KTS-650 mają również funkcję skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD. Daje to dwie możliwości:

✗ diagnostyki układów zespołu napędowego w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, dla których nie mamy oprogramowania umożliwiającego diagnostykę z wykorzystaniem możliwości oferowanych przez system diagnostyki pokładowej standardu własnego producenta samochodu



Rys. 6.8



Rys. 6.9



a

Rys. 6.10

✗ odczytywania wszystkich informacji dostępnych w systemie diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, w porządku określonym przez normę

Kolejną grupą, są urządzenia do odczytywania informacji dostępnych w systemie diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, zwane skanerami. Klasycznym urządzeniem tego typu w ofercie Boscha jest KTS-100 (rys. 6.10a). Ma on wszystkie funkcje, które według normy musi mieć skaner. Skaner ten jest również oferowany w formie zewnętrznego modułu z oprogramowaniem, o nazwie KTS-100 Moduł (rys. 6.10b). Jest on przeznaczony do montażu na zewnątrz urządzenia. Umożliwia rozszerzenie możliwości np. posiadanej już stacji do analizy spalin, zbudowanej na bazie komputera klasy PC, o funkcję skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD.

Ostatnią grupą urządzeń są analizatory spalin, z funkcją skanera systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD. Jeśli kupujemy nowy analizator spalin firmy Bosch, np. BEA 350, to może on być dodatkowo wyposażony w taką funkcję.

6.3. Możliwy zakres diagnostyki układów objętych systemami diagnostyki pokładowej, a urządzenia diagnostyczne

Możliwy zakres diagnostyki układów objętych systemami diagnostyki pokładowej, w zależności od posiadanego urządzenia diagnostycznego, przedstawia rys. 6.11.

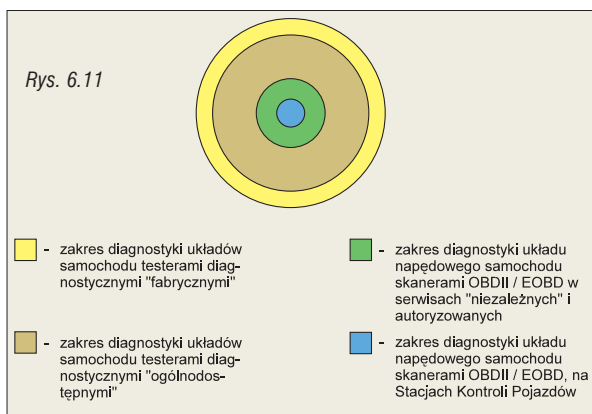
Najszerze możliwości diagnostyki układów samochodu oferują testery diagnostyczne „fabryczne”. Przeważnie mniejsze możliwości oferują testery „ogólnodostępne”, ale tylko pod warunkiem, że dysponujemy wtyczką do gniazdka diagnostycznego i oprogramowaniem odpowiednim dla układów danego samochodu.

Skanery systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD lub urządzenia z tą funkcją, umożliwiając aktualnie tylko diagnostykę zespo-



b

Rys. 6.11



łu napędowego. Skaner lub urządzenie z taką funkcją można wykorzystać w każdym samochodzie z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, jeśli system ten jest wykonany zgodnie z normami.

W przyszłości, na stacjach kontroli pojazdów, zakres diagnostyki samochodu z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, będzie ograniczony do:

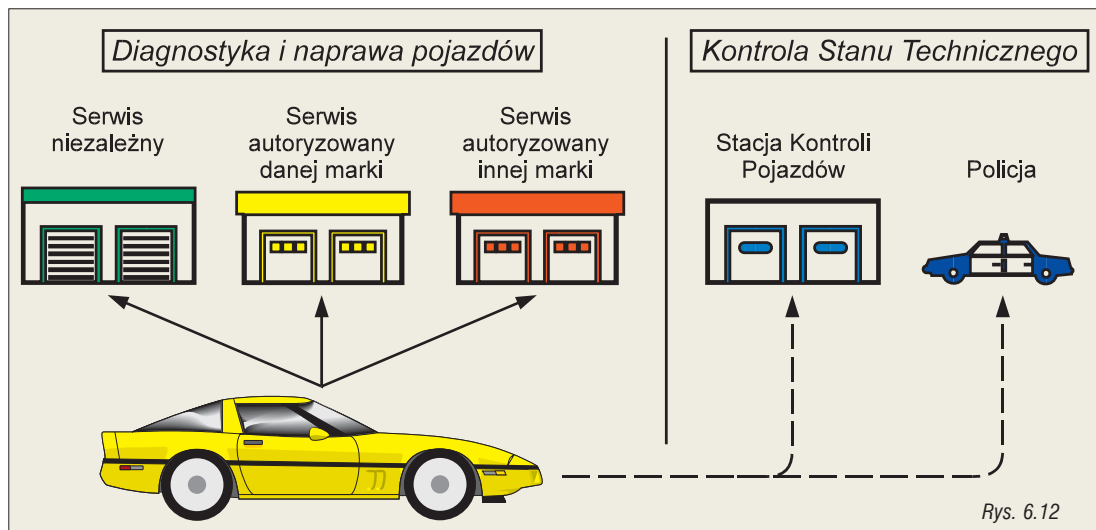
✗ pomiaru takich parametrów zespołu napędowego jak np. prędkość obrotowa i temperatura silnika

✗ odczytywania informacji, niezbędnych do oceny stanu technicznego zespołu napędowego i jego układów pod względem emisji szkodliwych składników spalin, np. odczyt wartości napięcia sondy lambda, zamontowanej przed konwerterem katalitycznym

Zakres tej kontroli określą w przyszłości odpowiednie przepisy, ale tak prowadzona diagnostyka nie będzie w stanie wykryć wszystkich aktualnie występujących usterek.

6.4. Cel stosowania systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD

Celem wprowadzenia systemów diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD jest:



✗ informowanie kierowcy o uszkodzeniach, które nie tylko powodują np. zauważalne pogorszenie osiąarów samochodu, czy wzrost zużycia paliwa, ale również wzrost emisji szkodliwych składników spalin lub grożą zniszczeniem konwertera katalitycznego

✗ pomoc diagnostyce w ustalaniu przyczyn uszkodzeń w samochodach różnych producentów

Gdy system diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD potwierdzi wystąpienie uszkodzenia, o czym informuje kierowcę świeceniem lub miganie kontrolki MIL, powinien on możliwie szybko znaleźć serwis, który będzie w stanie usunąć uszkodzenie, aby samochód ten nie zanieczyszczał powietrza więcej niż to jest to nieuniknione i dopuszczone normami.

System diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD powinien ułatwić kierowcy usunięcie usterek układów zespołu napędowego, w najbliższym serwisie, który ma skaner systemów OBD II/EOBD lub urządzenie diagnostyczne z taką funkcją, niezależnie czy będzie to serwis niezależny, czy autoryzowany dla danej (posiadanej) marki samochodu lub innej (rys. 6.12).

Wkrótce SKP, działające w Polsce, będą przy ocenie stanu technicznego samochodu, z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II/EOBD, uwzględniały informacje odczytywane skanerem ze sterownika zespołu napędowego.

Prawdopodobnie również policja, będzie w przyszłości miała prawo sprawdzania, czy w samochodzie, przy pracującym silniku, nie pali się aktualnie kontrolka MIL, oraz czy kontrolka ta pracuje prawidłowo. Jeśli kontrolka będzie wskazywała na uszkodzenie, to policjant będzie mógł ze sterownika zespołu napędowego odczytać informację, jak wiele kilometrów kierowca przejechał, wiedząc o tym uszkodzeniu.

Dzięki tym działaniom, samochody z uszkodzeniami układu sterowania zespołem napędowym powinny przejeżdżać mniej kilometrów, zanim zostaną naprawione. Aby to było możliwe, coraz więcej serwisów, zarówno niezależnych, jak i autoryzowanych różnych marek, powinno dysponować:

✗ skanerem systemów OBD II/EOBD lub innym urządzeniem diagnostycznym z funkcją skanera

✗ uniwersalnymi przyrządami pomiarowymi (multimetr, oscyloskop), które są często niezbędne dla zlokalizowania miejsca uszkodzenia (system diagnostyki pokładowej informuje często tylko o uszkodzonym obwodzie, nie rozstrzygając, który element obwodu jest uszkodzony)

✗ danymi technicznymi układów zespołów napędowych dla poszczególnych samochodów - ustawodawca ma zapewnić nieskrępowany dostęp do informacji technicznej, niezbędnej do diagnostyki układów zespołu napędowego

7. Lista kodów usterek grupy P0 (ich oznaczenie i definicję określa norma)

Kod usterki	Obwód, układ, część lub parametr, którego dotyczy kod usterki	Rodzaj usterki
P00XX	Układ określający ilość podawanego paliwa, układ określający ilość doprowadzonego powietrza i dodatkowe układy mające wpływ na skład spalin	
P0010	Przestawiacz zmieniający kąt ustawienia wałka rozrządu A, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie układu zmiany faz rozrządu
P0011	Kąt ustawienia wałka rozrządu A, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 1)	ustawienie rozrządu „za wczesne” lub wadliwe działanie układu zmiany faz rozrządu
P0012	Kąt ustawienia wałka rozrządu A, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 1)	ustawienie rozrządu „za późne”
P0013	Przestawiacz zmieniający kąt ustawienia wałka rozrządu B, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie układu zmiany faz rozrządu
P0014	Kąt ustawienia wałka rozrządu B, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 1)	ustawienie rozrządu „za wczesne” lub wadliwe działanie układu zmiany faz rozrządu
P0015	Kąt ustawienia wałka rozrządu B, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 1)	ustawienie rozrządu „za późne”
P0020	Przestawiacz zmieniający kąt ustawienia wałka rozrządu A, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie zmiany faz rozrządu
P0021	Kąt ustawienia wałka rozrządu A, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 2)	ustawienie rozrządu „za wczesne” lub wadliwe działanie układu zmiany faz rozrządu
P0022	Kąt ustawienia wałka rozrządu A, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 2)	ustawienie rozrządu „za późne”
P0023	Przestawiacz zmieniający kąt ustawienia wałka rozrządu B, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie zmiany faz rozrządu
P0024	Kąt ustawienia wałka rozrządu B, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 2)	ustawienie rozrządu „za wczesne” lub wadliwe działanie układu zmiany faz rozrządu
P0025	Kąt ustawienia wałka rozrządu B, dolotowego/lewego/przedniego (blok cylindrów nr 2)	ustawienie rozrządu „za późne”
P0030	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	wadliwe działanie
P0031	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	zwarcie do „masy”
P0032	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0033	Obwód zaworu regulacyjnego zaworu upustowego turbosprężarki	wadliwe działanie
P0034	Obwód zaworu regulacyjnego zaworu upustowego turbosprężarki	zwarcie do „masy”
P0035	Obwód zaworu regulacyjnego zaworu upustowego turbosprężarki	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0036	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	wadliwe działanie
P0037	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	zwarcie do „masy”
P0038	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0042	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	wadliwe działanie
P0043	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	zwarcie do „masy”
P0044	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0050	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	wadliwe działanie

P0051	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	zwarcie do „masy”
P0052	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0056	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	wadliwe działanie
P0057	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	zwarcie do „masy”
P0058	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0062	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	wadliwe działanie
P0063	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	zwarcie do „masy”
P0064	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0065	Wtryskiwacz paliwa z rozpylaniem wspomagany strumieniem powietrza	nieprawidłowa praca lub nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego
P0066	Wtryskiwacz paliwa z rozpylaniem wspomagany strumieniem powietrza	zwarcie do „masy”
P0067	Wtryskiwacz paliwa z rozpylaniem wspomagany strumieniem powietrza	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0070	Obwód czujnika temperatury powietrza otoczenia	wadliwe działanie
P0071	Obwód czujnika temperatury powietrza otoczenia	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0072	Obwód czujnika temperatury powietrza otoczenia	za niska wartość sygnału wejściowego
P0073	Obwód czujnika temperatury powietrza otoczenia	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0074	Obwód czujnika temperatury powietrza otoczenia	przerywany sporadycznie
P0075	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem dolotowym (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie
P0076	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem dolotowym (blok cylindrów nr 1)	zwarcie do „masy”
P0077	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem dolotowym (blok cylindrów nr 1)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0078	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem wylotowym (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie
P0079	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem wylotowym (blok cylindrów nr 1)	zwarcie do „masy”
P0080	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem wylotowym (blok cylindrów nr 1)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0081	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem dolotowym (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie
P0082	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem dolotowym (blok cylindrów nr 2)	zwarcie do „masy”
P0083	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem dolotowym (blok cylindrów nr 2)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0084	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem wylotowym (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie
P0085	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem wylotowym (blok cylindrów nr 2)	zwarcie do „masy”
P0086	Obwód cewki elektromagnetycznej sterującej zaworem wylotowym (blok cylindrów nr 2)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P01XX	Układ określający ilość podawanego paliwa, układ określający ilość doprowadzonego powietrza	
P0100	Obwód przepływomierza mierzącego masowe lub objętościowe natężenie przepływu powietrza	wadliwe działanie
P0101	Obwód przepływomierza mierzącego masowe lub objętościowe natężenie przepływu powietrza	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0102	Obwód przepływomierza mierzącego masowe lub objętościowe natężenie przepływu powietrza	za niska wartość sygnału wejściowego
P0103	Obwód przepływomierza mierzącego masowe lub objętościowe natężenie przepływu powietrza	za wysoka wartość sygnału wejściowego

P0104	Obwód przepływomierza mierzącego masowe lub objętościowe natężenie przepływu powietrza	przerywany sporadycznie
P0105	Obwód czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym lub ciśnienia atmosferycznego	wadliwe działanie
P0106	Obwód czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym lub ciśnienia atmosferycznego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0107	Obwód czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym lub ciśnienia atmosferycznego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0108	Obwód czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym lub ciśnienia atmosferycznego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0109	Obwód czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym lub ciśnienia atmosferycznego	przerywany sporadycznie
P0110	Obwód czujnika temperatury powietrza dolotowego	wadliwe działanie
P0111	Obwód czujnika temperatury powietrza dolotowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0112	Obwód czujnika temperatury powietrza dolotowego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0113	Obwód czujnika temperatury powietrza dolotowego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0114	Obwód czujnika temperatury powietrza dolotowego	przerywany sporadycznie
P0115	Obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnik	wadliwe działanie
P0116	Obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnik	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0117	Obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnik	za niska wartość sygnału wejściowego
P0118	Obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnik	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0119	Obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnik	przerywany sporadycznie
P0120	Obwód potencjometru/przełącznika A przepustnicy lub pedału gazu	wadliwe działanie
P0121	Obwód potencjometru/przełącznika A przepustnicy lub pedału gazu	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0122	Obwód potencjometru/przełącznika A przepustnicy lub pedału gazu	za niska wartość sygnału wejściowego
P0123	Obwód potencjometru/przełącznika A przepustnicy lub pedału gazu	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0124	Obwód potencjometru/przełącznika A przepustnicy lub pedału gazu	przerywany sporadycznie
P0125	Wartość temperatury płynu chłodzącego silnik, wymagana dla włączenia układu regulacji składu mieszanki z wykorzystaniem sygnału sond lambda	za niska
P0126	Wartość temperatury płynu chłodzącego silnik, niezbędna dla stabilnej pracy układu zasilania	za niska
P0127	Wartość temperatury zasysanego powietrza	za wysoka
P0128	Wartość temperatury płynu chłodzącego silnik poniżej wartości temperatury wymaganej dla pracy termostatu w układzie regulacji temperatury silnika	
P0130	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	wadliwe działanie
P0131	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego
P0132	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0133	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	za wolna zmiana wartości napięcia sygnału wejściowego (za mała szybkość odpowiedzi czujnika)
P0134	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	nie wykryto aktywności czujnika
P0135	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 1)	wadliwe działanie
P0136	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	wadliwe działanie
P0137	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego

P0138	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0139	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	za wolna zmiana wartości napięcia sygnału wejściowego (za małą szybkość odpowiedzi czujnika)
P0140	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	nie wykryto aktywności czujnika
P0141	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 2)	wadliwe działanie
P0142	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	wadliwe działanie
P0143	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego
P0144	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0145	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	za wolna zmiana wartości napięcia sygnału wejściowego (za małą szybkość odpowiedzi czujnika)
P0146	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	nie wykryto aktywności czujnika
P0147	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 1, sonda nr 3)	wadliwe działanie
P0148	Tłoczenie paliwa przez pompę paliwową	nieprawidłowe (nieprawidłowa wydajność)
P0149	Początek wtrysku paliwa	nieprawidłowy
P0150	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	wadliwe działanie
P0151	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego
P0152	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0153	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	za wolna zmiana wartości napięcia sygnału wejściowego (za małą szybkość odpowiedzi czujnika)
P0154	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	nie wykryto aktywności czujnika
P0155	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 1)	wadliwe działanie
P0156	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	wadliwe działanie
P0157	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego
P0158	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0159	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	za wolna zmiana wartości napięcia sygnału wejściowego (za małą szybkość odpowiedzi czujnika)
P0160	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	nie wykryto aktywności czujnika
P0161	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 2)	wadliwe działanie
P0162	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	wadliwe działanie
P0163	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego
P0164	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0165	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	za wolna zmiana wartości napięcia sygnału wejściowego (za małą szybkość odpowiedzi czujnika)
P0166	Obwód sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	nie wykryto aktywności czujnika
P0167	Obwód grzałki sondy lambda (blok cylindrów nr 2, sonda nr 3)	wadliwe działanie
P0168	Temperatura paliwa	za wysoka
P0169	Skład mieszanki paliwowo-powietrznej	nieprawidłowy
P0170	Korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr 1	nieprawidłowo przeprowadzana korekcja
P0171	Mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 1	za uboga
P0172	Mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 1	za bogata
P0173	Korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr 2	nieprawidłowo przeprowadzana korekcja

P0174	Mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 2	za uboga
P0175	Mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 2	za bogata
P0176	Obwód czujnika określającego skład paliwa	wadliwe działanie
P0177	Obwód czujnika określającego skład paliwa	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0178	Obwód czujnika określającego skład paliwa	za niska wartość sygnału wejściowego
P0179	Obwód czujnika określającego skład paliwa	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0180	Obwód czujnika A temperatury paliwa	wadliwe działanie
P0181	Obwód czujnika A temperatury paliwa	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0182	Obwód czujnika A temperatury paliwa	za niska wartość sygnału wejściowego
P0183	Obwód czujnika A temperatury paliwa	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0184	Obwód czujnika A temperatury paliwa	przerwywany sporadycznie
P0185	Obwód czujnika B temperatury paliwa	wadliwe działanie
P0186	Obwód czujnika B temperatury paliwa	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0187	Obwód czujnika B temperatury paliwa	za niska wartość sygnału wejściowego
P0188	Obwód czujnika B temperatury paliwa	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0189	Obwód czujnika B temperatury paliwa	przerwywany sporadycznie
P0190	Obwód czujnika ciśnienia paliwa w listwie paliwowej	wadliwe działanie
P0191	Obwód czujnika ciśnienia paliwa w listwie paliwowej	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0192	Obwód czujnika ciśnienia paliwa w listwie paliwowej	za niska wartość sygnału wejściowego
P0193	Obwód czujnika ciśnienia paliwa w listwie paliwowej	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0194	Obwód czujnika ciśnienia paliwa w listwie paliwowej	przerwywany sporadycznie
P0195	Obwód czujnika temperatury oleju silnikowego	wadliwe działanie
P0196	Obwód czujnika temperatury oleju silnikowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0197	Obwód czujnika temperatury oleju silnikowego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0198	Obwód czujnika temperatury oleju silnikowego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0199	Obwód czujnika temperatury oleju silnikowego	przerwywany sporadycznie
P02XX	Układ określający ilość podawanego paliwa i układ określający ilość doprowadzonego powietrza	
P0200	Obwód wtryskiwacza	wadliwe działanie
P0201	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 1	wadliwe działanie
P0202	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 2	wadliwe działanie
P0203	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 3	wadliwe działanie
P0204	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 4	wadliwe działanie
P0205	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 5	wadliwe działanie
P0206	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 6	wadliwe działanie
P0207	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 7	wadliwe działanie
P0208	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 8	wadliwe działanie
P0209	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 9	wadliwe działanie
P0210	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 10	wadliwe działanie
P0211	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 11	wadliwe działanie
P0212	Obwód wtryskiwacza dla cylindra nr 12	wadliwe działanie
P0213	Obwód wtryskiwacza rozruchowego nr 1	wadliwe działanie
P0214	Obwód wtryskiwacza rozruchowego nr 2	wadliwe działanie
P0215	Obwód zaworu elektromagnetycznego odcinającego dopływ paliwa	wadliwe działanie
P0216	Układ kontroli czasu wtrysku	wadliwe działanie
P0217	Temperatura płynu chłodzącego silnik	za wysoka wartość
P0218	Temperatura oleju przekładniowego	za wysoka wartość
P0219	Prędkość obrotowa silnika	przekroczona dopuszczalna maksymalna wartość

P0220	Obwód potencjometru/przełącznika B przepustnicy lub pedału gazu	wadliwe działanie
P0221	Obwód potencjometru/przełącznika B przepustnicy lub pedału gazu	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0222	Obwód potencjometru/przełącznika B przepustnicy lub pedału gazu	za niska wartość sygnału wejściowego
P0223	Obwód potencjometru/przełącznika B przepustnicy lub pedału gazu	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0224	Obwód potencjometru/przełącznika B przepustnicy lub pedału gazu	przerywany sporadycznie
P0225	Obwód potencjometru/przełącznika C przepustnicy lub pedału gazu	wadliwe działanie
P0226	Obwód potencjometru/przełącznika C przepustnicy lub pedału gazu	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0227	Obwód potencjometru/przełącznika C przepustnicy lub pedału gazu	za niska wartość sygnału wejściowego
P0228	Obwód potencjometru/przełącznika C przepustnicy lub pedału gazu	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0229	Obwód potencjometru/przełącznika C przepustnicy lub pedału gazu	przerywany sporadycznie
P0230	Pierwotny obwód zasilania elektrycznego pompy paliwa	wadliwe działanie
P0231	Wtórny obwód zasilania elektrycznego pompy paliwa	za niska wartość napięcia w obwodzie
P0232	Wtórny obwód zasilania elektrycznego pompy paliwa	za wysoka wartość napięcia w obwodzie
P0233	Wtórny obwód zasilania elektrycznego pompy paliwa	przerywany sporadycznie
P0234	Układ doładowania silnika	przekroczona dopuszczalna wartość ciśnienia doładowania
P0235	Obwód czujnika A ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	wadliwe działanie
P0236	Obwód czujnika A ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0237	Obwód czujnika A ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0238	Obwód czujnika A ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0239	Obwód czujnika B ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	wadliwe działanie
P0240	Obwód czujnika B ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0241	Obwód czujnika B ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0242	Obwód czujnika B ciśnienia doładowania turbosprężarki (czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika doładowanego)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0243	Elektromagnes zaworu A upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	wadliwe działanie
P0244	Elektromagnes zaworu A upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0245	Elektromagnes zaworu A upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	za niska wartość sygnału wyjściowego

P0246	Elektromagnes zaworu A upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	za wysoka wartość sygnału wyjściowego
P0247	Elektromagnes zaworu B upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	wadliwe działanie
P0248	Elektromagnes zaworu B upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0249	Elektromagnes zaworu B upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	za niska wartość sygnału wyjściowego
P0250	Elektromagnes zaworu B upustowego spalin turbosprężarki (ogranicznik ciśnienia doładowania)	za wysoka wartość sygnału wyjściowego
P0251	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej A	wadliwe działanie
P0252	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej A	nieprawidłowy zakres wartości kąta wyprzedzenia tłoczenia
P0253	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej A	za niska wartość kąta wyprzedzenia tłoczenia (za wczesny wtrysk)
P0254	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej A	za wysoka wartość kąta wyprzedzenia (za późny wtrysk)
P0255	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej A	niestabilna, zmienna wartość kąta wyprzedzenia tłoczenia
P0256	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej B	wadliwe działanie
P0257	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej B	nieprawidłowy zakres wartości kąta wyprzedzenia tłoczenia
P0258	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej B	za niska wartość kąta wyprzedzenia tłoczenia (za wczesny wtrysk)
P0259	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej B	za wysoka wartość kąta wyprzedzenia (za późny wtrysk)
P0260	Przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia pompy wtryskowej B	niestabilna, zmienna wartość kąta wyprzedzenia tłoczenia
P0261	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 1	za mała
P0262	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 1	za duża
P0263	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 1	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0264	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 2	za mała
P0265	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 2	za duża
P0266	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 2	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0267	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 3	za mała
P0268	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 3	za duża
P0269	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 3	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0270	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 4	za mała
P0271	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 4	za duża
P0272	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 4	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0273	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 5	za mała
P0274	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 5	za duża

P0275	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 5	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0276	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 6	za mała
P0277	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 6	za duża
P0278	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 6	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0279	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 7	za mała
P0280	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 7	za duża
P0281	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 7	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0282	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 8	za mała
P0283	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 8	za duża
P0284	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 8	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0285	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 9	za mała
P0286	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 9	za duża
P0287	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 9	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0288	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 10	za mała
P0289	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 10	za duża
P0290	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 10	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0291	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 11	za mała
P0292	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 11	za duża
P0293	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 11	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0294	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 12	za mała
P0295	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 12	za duża
P0296	Dawka paliwa wtryskiwana przez wtryskiwacz do cylindra nr 12	różna od wtryskiwanych do innych cylindrów, powodująca nieprawidłowy udział cylindra w pracy całego silnika, w porównaniu do innych cylindrów
P0298	Temperatura oleju silnikowego	przekroczona dopuszczalna maksymalna wartość
P03XX	Układ zapłonowy lub jego części, mogące być przyczyną braku przeskoku iskry	
P0300	Jednocześnie w wielu cylindrach lub losowo w różnych cylindrach	wykryte wypadanie zapłonów
P0301	Cylinder nr 1	wykryte wypadanie zapłonów
P0302	Cylinder nr 2	wykryte wypadanie zapłonów
P0303	Cylinder nr 3	wykryte wypadanie zapłonów

P0304	Cylinder nr 4	wykryte wypadanie zapłonów
P0305	Cylinder nr 5	wykryte wypadanie zapłonów
P0306	Cylinder nr 6	wykryte wypadanie zapłonów
P0307	Cylinder nr 7	wykryte wypadanie zapłonów
P0308	Cylinder nr 8	wykryte wypadanie zapłonów
P0309	Cylinder nr 9	wykryte wypadanie zapłonów
P0310	Cylinder nr 10	wykryte wypadanie zapłonów
P0311	Cylinder nr 11	wykryte wypadanie zapłonów
P0312	Cylinder nr 12	wykryte wypadanie zapłonów
P0313	Wykryte wypadanie zapłonów przy bardzo małej ilości paliwa w zbiorniku	
P0314	Wykryte wypadanie zapłonów w cylindrze o nieokreślonym numerze	
P0320	Obwód wejściowy sygnału z czujnika określającego moment zapłonu lub sygnału informującego o prędkości obrotowej rozdzielacza zapłonu	nieprawidłowy sygnał
P0321	Obwód wejściowy sygnału z czujnika określającego moment zapłonu lub sygnału informującego o prędkości obrotowej rozdzielacza zapłonu	nieprawidłowy zakres wartości sygnału lub wadliwe działanie
P0322	Obwód wejściowy sygnału z czujnika określającego moment zapłonu lub sygnału informującego o prędkości obrotowej rozdzielacza zapłonu	brak sygnału
P0323	Obwód wejściowy sygnału z czujnika określającego moment zapłonu lub sygnału informującego o prędkości obrotowej rozdzielacza zapłonu	przerywany sporadycznie
P0324	Układ zapobiegający spalaniu stukowemu	wadliwe działanie
P0325	Obwód czujnika spalania stukowego nr 1 (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie
P0326	Obwód czujnika spalania stukowego nr 1 (blok cylindrów nr 1)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0327	Obwód czujnika spalania stukowego nr 1 (blok cylindrów nr 1)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0328	Obwód czujnika spalania stukowego nr 1 (blok cylindrów nr 1)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0329	Obwód czujnika spalania stukowego nr 1 (blok cylindrów nr 1)	przerywany sporadycznie
P0330	Obwód czujnika spalania stukowego nr 2 (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie
P0331	Obwód czujnika spalania stukowego nr 2 (blok cylindrów nr 2)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0332	Obwód czujnika spalania stukowego nr 2 (blok cylindrów nr 2)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0333	Obwód czujnika spalania stukowego nr 2 (blok cylindrów nr 2)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0334	Obwód czujnika spalania stukowego nr 2 (blok cylindrów nr 2)	przerywany sporadycznie
P0335	Obwód czujnika A położenia wału korbowego	wadliwe działanie
P0336	Obwód czujnika A położenia wału korbowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0337	Obwód czujnika A położenia wału korbowego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0338	Obwód czujnika A położenia wału korbowego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0339	Obwód czujnika A położenia wału korbowego	przerywany sporadycznie
P0340	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1 lub pojedynczy czujnik)	wadliwe działanie
P0341	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1 lub pojedynczy czujnik)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0342	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1 lub pojedynczy czujnik)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0343	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1 lub pojedynczy czujnik)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0344	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1 lub pojedynczy czujnik)	przerywany sporadycznie

)

P0345	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie
P0346	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0347	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0348	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0349	Obwód czujnika A położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	przerzywany sporadycznie
P0350	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej	wadliwe działanie
P0351	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej A	wadliwe działanie
P0352	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej B	wadliwe działanie
P0353	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej C	wadliwe działanie
P0354	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej D	wadliwe działanie
P0355	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej E	wadliwe działanie
P0356	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej F	wadliwe działanie
P0357	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej G	wadliwe działanie
P0358	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej H	wadliwe działanie
P0359	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej I	wadliwe działanie
P0360	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej J	wadliwe działanie
P0361	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej K	wadliwe działanie
P0362	Obwód pierwotny/wtórny cewki zapłonowej L	wadliwe działanie
P0365	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie
P0366	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0367	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0368	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0369	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 1)	przerzywany sporadycznie
P0370	Sygnał odniesienia A, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	nieprawidłowy
P0371	Sygnał odniesienia A, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	za dużo impulsów (za wysoka częstotliwość)
P0372	Sygnał odniesienia A, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	za mało impulsów (za niska częstotliwość)
P0373	Sygnał odniesienia A, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	impulsy przerywane, o nieregularnie zmiennym czasie trwania
P0374	Sygnał odniesienia A, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	brak impulsów
P0375	Sygnał odniesienia B, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	nieprawidłowy
P0376	Sygnał odniesienia B, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	za dużo impulsów (za wysoka częstotliwość)
P0377	Sygnał odniesienia B, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	za mało impulsów (za niska częstotliwość)

P0378	Sygnal odniesienia B, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	impulsy przerywane, o nieregularnie zmiennym czasie trwania
P0379	Sygnal odniesienia B, zależny od czasu, o wysokiej rozdzielczości (np. określający aktualne ustawienie wałka rozrządu, dla identyfikacji poszczególnych cylindrów)	brak impulsów
P0380	Obwód świecy żarowej/grzałki A	wadliwe działanie
P0381	Obwód kontrolki świecy żarowej/grzałki	wadliwe działanie
P0382	Obwód świecy żarowej/grzałki B	wadliwe działanie
P0385	Obwód czujnika B położenia wału korbowego	wadliwe działanie
P0386	Obwód czujnika B położenia wału korbowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0387	Obwód czujnika B położenia wału korbowego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0388	Obwód czujnika B położenia wału korbowego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0389	Obwód czujnika B położenia wału korbowego	przerywany sporadycznie
P0390	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie
P0391	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0392	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0393	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0394	Obwód czujnika B położenia wałka rozrządu (blok cylindrów nr 2)	przerywany sporadycznie
P04XX	Układy dodatkowe odpowiedzialne za zmniejszenie zawartości składników toksycznych w spalinach	
P0400	Układ recyrkulacji spalin	nieprawidłowy przepływ spalin
P0401	Układ recyrkulacji spalin	wykryte za małe natężenie przepływu spalin
P0402	Układ recyrkulacji spalin	wykryte za duże natężenie przepływu spalin
P0403	Układ recyrkulacji spalin	wadliwe działanie
P0404	Układ recyrkulacji spalin	nieprawidłowy zakres wartości sygnału lub problem ze sprawnością
P0405	Obwód czujnika A zaworu recyrkulacji spalin	za niska wartość sygnału wejściowego
P0406	Obwód czujnika A zaworu recyrkulacji spalin	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0407	Obwód czujnika B zaworu recyrkulacji spalin	za niska wartość sygnału wejściowego
P0408	Obwód czujnika B zaworu recyrkulacji spalin	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0409	Obwód czujnika A zaworu recyrkulacji spalin	
P0410	Układ dotłaczania powietrza dodatkowego	wadliwe działanie
P0411	Układ dotłaczania powietrza dodatkowego	wykryte nieprawidłowe natężenie przepływu
P0412	Obwód zaworu przełączającego A układu dotłaczania powietrza dodatkowego	wadliwe działanie
P0413	Obwód zaworu przełączającego A układu dotłaczania powietrza dodatkowego	przerwany obwód elektryczny
P0414	Obwód zaworu przełączającego A układu dotłaczania powietrza dodatkowego	zwarty obwód elektryczny
P0415	Obwód zaworu przełączającego B układu dotłaczania powietrza dodatkowego	wadliwe działanie
P0416	Obwód zaworu przełączającego B układu dotłaczania powietrza dodatkowego	przerwany obwód elektryczny
P0417	Obwód zaworu przełączającego B układu dotłaczania powietrza dodatkowego	zwarty obwód elektryczny
P0418	Obwód przekaźnika A układu dotłaczania powietrza dodatkowego	usterka obwodu elektrycznego
P0419	Obwód przekaźnika B układu dotłaczania powietrza dodatkowego	usterka obwodu elektrycznego

P0420	Zdolność konwertera katalitycznego do usuwania szkodliwych składników spalin, tzw. współczynnik konwersji (blok cylindrów nr 1)	poniżej wymaganej wartości
P0421	Czas nagrzewania konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	za długi
P0422	Zdolność głównego konwertera katalitycznego do usuwania szkodliwych składników spalin, tzw. współczynnik konwersji (blok cylindrów nr 1)	poniżej wymaganej wartości
P0423	Zdolność ogrzewanego konwertera katalitycznego do usuwania szkodliwych składników spalin, tzw. współczynnik konwersji (blok cylindrów nr 1)	poniżej wymaganej wartości
P0424	Temperatura ogrzewanego konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	poniżej wymaganej wartości
P0425	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	
P0426	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0427	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0428	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0429	Układ ogrzewania konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 1)	
P0430	Zdolność konwertera katalitycznego do usuwania szkodliwych składników spalin, tzw. współczynnik konwersji (blok cylindrów nr 2)	poniżej wymaganej wartości
P0431	Czas nagrzewania konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	za długi
P0432	Zdolność głównego konwertera katalitycznego do usuwania szkodliwych składników spalin, tzw. współczynnik konwersji (blok cylindrów nr 2)	poniżej wymaganej wartości
P0433	Zdolność ogrzewanego konwertera katalitycznego do usuwania szkodliwych składników spalin, tzw. współczynnik konwersji (blok cylindrów nr 2)	poniżej wymaganej wartości
P0434	Temperatura ogrzewanego konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	poniżej wymaganej wartości
P0435	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	
P0436	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0437	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0438	Obwód czujnika temperatury konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0439	Układ ogrzewania konwertera katalitycznego (blok cylindrów nr 2)	
P0440	Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wadliwe działanie
P0441	Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wykryto nieprawidłowy przepływ, oczyszczający pochłaniacz z oparów paliwa
P0442	Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wykryto małą nieszczelność w układzie
P0443	Obwód zaworu usuwania par ze zbiornika z węglem aktywnym, układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wadliwe działanie
P0444	Obwód zaworu usuwania par ze zbiornika z węglem aktywnym, układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	przerwany obwód elektryczny
P0445	Obwód zaworu usuwania par ze zbiornika z węglem aktywnym, układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	zwarty obwód elektryczny

P0446	Obwód sterowania układu przewietrzania w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wadliwe działanie
P0447	Obwód sterowania układu przewietrzania w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	przerwany obwód elektryczny
P0448	Obwód sterowania układu przewietrzania w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	zwarty obwód elektryczny
P0449	Obwód zaworu przewietrzania zbiornika z węglem aktywnym w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa lub obwód cewki elektromagnetycznej tego zaworu	wadliwe działanie
P0450	Czujnik ciśnienia w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wadliwe działanie
P0451	Czujnik ciśnienia w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0452	Czujnik ciśnienia w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	za niska wartość sygnału wejściowego
P0453	Czujnik ciśnienia w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0454	Czujnik ciśnienia w układzie odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0455	Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wykryto dużą nieszczelność w układzie
P0456	Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wykryto bardzo małą nieszczelność w układzie
P0457	Układ odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	luźny lub odkręcony korek wlewu zbiornika paliwa
P0460	Obwód czujnika poziomu paliwa w zbiorniku	wadliwe działanie
P0461	Obwód czujnika poziomu paliwa w zbiorniku	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0462	Obwód czujnika poziomu paliwa w zbiorniku	za niska wartość sygnału wejściowego
P0463	Obwód czujnika poziomu paliwa w zbiorniku	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0464	Obwód czujnika poziomu paliwa w zbiorniku	przerwany sporadycznie
P0465	Obwód czujnika przepływu oczyszczającego zbiornik z węglem aktywnym układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	wadliwe działanie
P0466	Obwód czujnika przepływu oczyszczającego zbiornik z węglem aktywnym układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0467	Obwód czujnika przepływu oczyszczającego zbiornik z węglem aktywnym układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	za niska wartość sygnału wejściowego
P0468	Obwód czujnika przepływu oczyszczającego zbiornik z węglem aktywnym układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0469	Obwód czujnika przepływu oczyszczającego zbiornik z węglem aktywnym układu odprowadzenia par ze zbiornika paliwa	przerwany sporadycznie
P0470	Czujnik ciśnienia spalin	wadliwe działanie
P0471	Czujnik ciśnienia spalin	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0472	Czujnik ciśnienia spalin	za niska wartość sygnału wejściowego
P0473	Czujnik ciśnienia spalin	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0474	Czujnik ciśnienia spalin	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0475	Zawór regulacyjny ciśnienia spalin	wadliwe działanie
P0476	Zawór regulacyjny ciśnienia spalin	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0477	Zawór regulacyjny ciśnienia spalin	za niska wartość sygnału wyjściowego
P0478	Zawór regulacyjny ciśnienia spalin	za wysoka wartość sygnału wyjściowego
P0479	Zawór regulacyjny ciśnienia spalin	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0480	Obwód sterowania wentylatorem nr 1	wadliwe działanie
P0481	Obwód sterowania wentylatorem nr 2	wadliwe działanie

P0482	Obwód sterowania wentylatorem nr 3	wadliwe działanie
P0483	Test kontrolny poprawności włączania wentylatora	wadliwe działanie
P0484	Obwód elektryczny wentylatora w obwodzie	za duża wartość natężenia prądu
P0485	Obwód zasilania „plus” lub obwód „masy” silnika elektrycznego wentylatora	wadliwe działanie
P0486	Obwód czujnika B zaworu recyrkulacji spalin	
P0487	Układ sterowania klapą mieszającą w układzie recyrkulacji spalin	
P0488	Układ sterowania klapą mieszającą w układzie recyrkulacji spalin	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0491	Układ dotłaczania powietrza dodatkowego (blok cylindrów nr 1)	
P0492	Układ dotłaczania powietrza dodatkowego (blok cylindrów nr 2)	
P05XX	Układ regulacji prędkości jazdy samochodu (tempomat) oraz układ regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego silnika	
P0500	Czujnik prędkości pojazdu	wadliwe działanie
P0501	Czujnik prędkości pojazdu	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0502	Czujnik prędkości pojazdu	za niska wartość sygnału wejściowego
P0503	Czujnik prędkości pojazdu	obwód elektryczny przerywany sporadycznie (niestabilny) o za wysokiej wartości
P0505	Układ regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego	wadliwe działanie
P0506	Układ regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego	prędkość obrotowa silnika mniejsza od wartości wymaganej
P0507	Układ regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego	prędkość obrotowa silnika większa od wartości wymaganej
P0508	Układ regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego	zwarcie do „masy”
P0509	Układ regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0510	Przełącznik informujący o zamknięciu przepustnicy	wadliwe działanie
P0512	Polecenia włączenia rozrusznika	
P0513	Kluczyk z nadajnikiem immobilizera	nieprawidłowo zakodowany
P0515	Obwód czujnika temperatury akumulatora	
P0516	Obwód czujnika temperatury akumulatora	zwarcie do „masy”
P0517	Obwód czujnika temperatury akumulatora	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0520	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju silnikowego	wadliwe działanie
P0521	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju silnikowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0522	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju silnikowego	za niska wartość napięcia sygnału wejściowego
P0523	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju silnikowego	za wysoka wartość napięcia sygnału wejściowego
P0524	Ciśnienie oleju silnikowego	za niska wartość
P0530	Obwód czujnika ciśnienia czynnika chłodniczego klimatyzacji	wadliwe działanie
P0531	Obwód czujnika ciśnienia czynnika chłodniczego klimatyzacji	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0532	Obwód czujnika ciśnienia czynnika chłodniczego klimatyzacji	za niska wartość sygnału wejściowego
P0533	Obwód czujnika ciśnienia czynnika chłodniczego klimatyzacji	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0534	Ubytek czynnika chłodniczego z instalacji klimatyzacyjnej	
P0540	Obwód sterowania grzałką powietrza dolotowego do silnika	wadliwe działanie
P0541	Obwód sterowania grzałką powietrza dolotowego do silnika	zwarcie do „masy”
P0542	Obwód sterowania grzałką powietrza dolotowego do silnika	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0544	Obwód czujnika temperatury recyrkulowanych spalin (blok cylindrów nr 1)	wadliwe działanie
P0545	Obwód czujnika temperatury recyrkulowanych spalin (blok cylindrów nr 1)	za niska wartość sygnału wejściowego

P0546	Obwód czujnika temperatury recyrkulowanych spalin (blok cylindrów nr 1)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0547	Obwód czujnika temperatury recyrkulowanych spalin (blok cylindrów nr 2)	wadliwe działanie
P0548	Obwód czujnika temperatury recyrkulowanych spalin (blok cylindrów nr 2)	za niska wartość sygnału wejściowego
P0549	Obwód czujnika temperatury recyrkulowanych spalin (blok cylindrów nr 2)	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0550	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju w układzie wspomagania układu kierowniczego	wadliwe działanie
P0551	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju w układzie wspomagania układu kierowniczego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0552	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju w układzie wspomagania układu kierowniczego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0553	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju w układzie wspomagania układu kierowniczego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0554	Obwód czujnika lub przełącznika ciśnienia oleju w układzie wspomagania układu kierowniczego	przerywany sporadycznie
P0560	Układ zasilania energią elektryczną	wadliwe działanie
P0561	Układ zasilania energią elektryczną	niestabilne napięcie
P0562	Układ zasilania energią elektryczną	za niska wartość napięcia
P0563	Układ zasilania energią elektryczną	za wysoka wartość napięcia
P0564	Wielofunkcyjny sygnał wejściowy regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	
P0565	Sygnał włączenia (ON signal) regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	nieprawidłowy
P0566	Sygnał wyłączenia (OFF signal) regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	nieprawidłowy
P0567	Sygnał powtórnego wyboru (RESUME signal) regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	nieprawidłowy
P0568	Sygnał nastawiania (SET signal) regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	nieprawidłowy
P0569	Sygnał informujący regulator prędkości jazdy (tempomat) o jeździe rozpędem (COAST signal)	nieprawidłowy
P0570	Sygnał informujący regulator prędkości jazdy (tempomat) o przyspieszaniu (ACCEL signal)	nieprawidłowy
P0571	Regulator prędkości jazdy (tempomat) - obwód przełącznika A układu hamulcowego	wadliwe działanie
P0572	Regulator prędkości jazdy (tempomat) - obwód przełącznika A układu hamulcowego	za niska wartość sygnału w obwodzie
P0573	Regulator prędkości jazdy (tempomat) - obwód przełącznika A układu hamulcowego	za wysoka wartość sygnału w obwodzie
P0574	Regulator prędkości jazdy (tempomat)	za wysoka prędkość samochodu
P0575	Układ wejściowy regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	
P0576	Układ wejściowy regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	zwarcie do „masy”
P0577	Układ wejściowy regulatora prędkości jazdy (tempomatu)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P06XX Sterownik, jego sygnały wyjściowe i jego komunikacja z innymi sterownikami		
P0600	Szeregowa łączy komunikacyjne	wadliwe działanie
P0601	Sterownik silnika	błąd sumy kontrolnej pamięci
P0602	Sterownik silnika	błąd programowania
P0603	Sterownik silnika	błąd pamięci podrzymywanej (KAM)
P0604	Sterownik silnika	błąd pamięci o dostępie swobodnym (RAM)
P0605	Sterownik silnika	błąd pamięci stałej (ROM)
P0606	Procesor sterownika silnika/sterownika zespołu napędowego	uszkodzenie

P0607	Sterownik silnika	ograniczone funkcje (procedura awaryjna)
P0608	Wyjście A sterownika silnikadla czujnika prędkości pojazdu	wadliwe działanie
P0609	Wyjście B sterownika silnika dla czujnika prędkości pojazdu	wadliwe działanie
P0610	Sterownik dla urządzeń wyposażenia dodatkowego	uszkodzony
P0615	Obwód przełącznika blokady rozruchu silnika	
P0616	Obwód przełącznika blokady rozruchu silnika	zwarcie do „masy”
P0617	Obwód przełącznika blokady rozruchu silnika	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0618	Sterownik układu zasilania paliwem alternatywnym	uszkodzony
P0619	Sterownik układu zasilania paliwem alternatywnym	uszkodzony
P0620	Obwód sterowania alternatora	wadliwe działanie
P0621	Lampka kontrolna alternatora	wadliwe działanie
P0622	Układ sterowania natężeniem pola magnetycznego wzbudzenia alternatora (zacisk F wg Boscha)	wadliwe działanie
P0623	Kontrolka ładowania akumulatora	
P0624	Kontrolka korka wlewu zbiornika paliwa	
P0630	Numer identyfikacyjny pojazdu dla układu sterowania silnika	numer nie zaprogramowany lub błędny
P0631	Numer identyfikacyjny pojazdu dla układu sterowania skrzynią biegów	numer nie zaprogramowany lub błędny
P0635	Układ sterowania wspomagania układu kierowniczego	
P0636	Układ sterowania wspomagania układu kierowniczego	zwarcie do „masy”
P0637	Układ sterowania wspomagania układu kierowniczego	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0638	Obwód nastawnika przepustnicy (blok cylindrów nr 1)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0639	Obwód nastawnika przepustnicy (blok cylindrów nr 2)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0640	Układ sterowania podgrzewacza zasysanego powietrza	
P0645	Obwód sterowania przełącznika włączającego sprzęgło sprzężarki układu klimatyzacji	
P0646	Obwód sterowania przełącznika włączającego sprzęgło sprzężarki układu klimatyzacji	zwarcie do „masy”
P0647	Obwód sterowania przełącznika włączającego sprzęgło sprzężarki układu klimatyzacji	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0648	Kontrolka immobilizera	
P0649	Sygnalizator ostrzegawczy prędkości samochodu	
P0650	Obwód sterujący kontrolki informującej o nieprawidłowej pracy układów samochodu (MIL)	wadliwe działanie
P0654	Obwód wyjściowy dla sygnału prędkości obrotowej silnika	wadliwe działanie
P0655	Obwód wyjściowy sterujący kontrolką nadmiernie wysokiej temperatury silnika	wadliwe działanie
P0656	Obwód wyjściowy czujnika poziomu paliwa	wadliwe działanie
P0660	Obwód zaworu sterującego przełączaniem kanałów układu dolotowego (blok cylindrów nr 1)	
P0661	Obwód zaworu sterującego przełączaniem kanałów układu dolotowego (blok cylindrów nr 1)	zwarcie do „masy”
P0662	Obwód zaworu sterującego przełączaniem kanałów układu dolotowego (blok cylindrów nr 1)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0663	Obwód zaworu sterującego przełączaniem kanałów układu dolotowego (blok cylindrów nr 2)	
P0664	Obwód zaworu sterującego przełączaniem kanałów układu dolotowego (blok cylindrów nr 2)	zwarcie do „masy”
P0665	Obwód zaworu sterującego przełączaniem kanałów układu dolotowego (blok cylindrów nr 2)	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0670	Sterownik świec żarowych	
P0671	Obwód świecy żarowej cylindra nr 1	
P0672	Obwód świecy żarowej cylindra nr 2	
P0673	Obwód świecy żarowej cylindra nr 3	

P0674	Obwód świecy żarowej cylindra nr 4	
P0675	Obwód świecy żarowej cylindra nr 5	
P0676	Obwód świecy żarowej cylindra nr 6	
P0677	Obwód świecy żarowej cylindra nr 7	
P0678	Obwód świecy żarowej cylindra nr 8	
P0683	Komunikacja pomiędzy sterownikiem świec żarowych a sterownikiem silnika	
P0684	Komunikacja pomiędzy sterownikiem świec żarowych a sterownikiem silnika	nieprawidłowa
P07XX	Układ sterowania przeniesieniem napędu	
P0700	Układ sterowania skrzynią biegów	wadliwe działanie
P0701	Układ sterowania skrzynią biegów	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0702	Układ sterowania skrzynią biegów	niesprawność elektryczna
P0703	Obwód przełącznika B hamulca przekładni hydrokinetycznej	wadliwe działanie
P0704	Obwód wejściowy przełącznika informującego o pozycji pedału sprzęgła	wadliwe działanie
P0705	Obwód czujnika lub przełącznika informującego o zakresie pracy automatycznej skrzyni biegów (wejście PRNDL)	wadliwe działanie
P0706	Obwód czujnika lub przełącznika informującego o zakresie pracy automatycznej skrzyni biegów	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0707	Obwód czujnika lub przełącznika informującego o zakresie pracy automatycznej skrzyni biegów	za niska wartość sygnału wejściowego
P0708	Obwód czujnika lub przełącznika informującego o zakresie pracy automatycznej skrzyni biegów	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0709	Obwód czujnika lub przełącznika informującego o zakresie pracy automatycznej skrzyni biegów	przerywany sporadycznie
P0710	Obwód czujnika temperatury oleju przekładniowego	wadliwe działanie
P0711	Obwód czujnika temperatury oleju przekładniowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0712	Obwód czujnika temperatury oleju przekładniowego	za niska wartość sygnału wejściowego
P0713	Obwód czujnika temperatury oleju przekładniowego	za wysoka wartość sygnału wejściowego
P0714	Obwód czujnika temperatury oleju przekładniowego	przerywany sporadycznie
P0715	Obwód czujnika prędkości obrotowej turbiny przekładni hydrokinetycznej	wadliwe działanie
P0716	Obwód czujnika prędkości obrotowej turbiny przekładni hydrokinetycznej	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0717	Obwód czujnika prędkości obrotowej turbiny przekładni hydrokinetycznej	brak sygnału wejściowego
P0718	Obwód czujnika prędkości obrotowej turbiny przekładni hydrokinetycznej	przerywany sporadycznie
P0719	Obwód przełącznika B hamulca przekładni hydrokinetycznej	za niska wartość sygnału wyjściowego
P0720	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka zdawczego skrzyni biegów (obwód czujnika prędkości pojazdu)	wadliwe działanie
P0721	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka zdawczego skrzyni biegów (obwód czujnika prędkości pojazdu)	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wejściowego lub problem ze sprawnością
P0722	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka zdawczego skrzyni biegów (obwód czujnika prędkości pojazdu)	brak sygnału wejściowego
P0723	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka zdawczego skrzyni biegów (obwód czujnika prędkości pojazdu)	przerywany sporadycznie
P0724	Obwód przełącznika B hamulca przekładni hydrokinetycznej	za wysoka wartość sygnału wyjściowego
P0725	Obwód wejściowy sygnału prędkości obrotowej silnika	wadliwe działanie
P0726	Obwód wejściowy sygnału prędkości obrotowej silnika	nieprawidłowy zakres wartości sygnału lub wadliwe działanie

P0727	Obwód wejściowy sygnału prędkości obrotowej silnika	brak sygnału
P0728	Obwód wejściowy sygnału prędkości obrotowej silnika	przerywany sporadycznie
P0730	Przełożenie przekładni zębatej	błędna wartość
P0731	Przełożenie biegu nr 1	błędna wartość
P0732	Przełożenie biegu nr 2	błędna wartość
P0733	Przełożenie biegu nr 3	błędna wartość
P0734	Przełożenie biegu nr 4	błędna wartość
P0735	Przełożenie biegu nr 5	błędna wartość
P0736	Przełożenie biegu wstecznego (R)	błędna wartość
P0740	Obwód sprzęgła bocznikującego przekładnię hydrokinetyczną	wadliwe działanie
P0741	Obwód sprzęgła bocznikującego przekładnię hydrokinetyczną	problem ze sprawnością lub sprzęgło jest wyłączone (rozsprężlone)
P0742	Obwód sprzęgła bocznikującego przekładnię hydrokinetyczną	sprężgło jest włączone (zesprężlone)
P0743	Obwód sprzęgła bocznikującego przekładnię hydrokinetyczną	uszkodzenie typu elektrycznego
P0744	Obwód sprzęgła bocznikującego przekładnię hydrokinetyczną	przerywany sporadycznie
P0745	Elektromagnes zaworu A regulacji ciśnienia	wadliwe działanie
P0746	Elektromagnes zaworu A regulacji ciśnienia	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0747	Elektromagnes zaworu A regulacji ciśnienia	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0748	Elektromagnes zaworu A regulacji ciśnienia	uszkodzenie typu elektrycznego
P0749	Elektromagnes zaworu A regulacji ciśnienia	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0750	Elektromagnes przełączający A	wadliwe działanie
P0751	Elektromagnes przełączający A	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0752	Elektromagnes przełączający A	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0753	Elektromagnes przełączający A	uszkodzenie typu elektrycznego
P0754	Elektromagnes przełączający A	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0755	Elektromagnes przełączający B	wadliwe działanie
P0756	Elektromagnes przełączający B	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0757	Elektromagnes przełączający B	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0758	Elektromagnes przełączający B	uszkodzenie typu elektrycznego
P0759	Elektromagnes przełączający B	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0760	Elektromagnes przełączający C	wadliwe działanie
P0761	Elektromagnes przełączający C	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0762	Elektromagnes przełączający C	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0763	Elektromagnes przełączający C	uszkodzenie typu elektrycznego
P0764	Elektromagnes przełączający C	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0765	Elektromagnes przełączający D	wadliwe działanie
P0766	Elektromagnes przełączający D	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0767	Elektromagnes przełączający D	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0768	Elektromagnes przełączający D	uszkodzenie typu elektrycznego
P0769	Elektromagnes przełączający D	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0770	Elektromagnes przełączający E	wadliwe działanie

P0771	Elektromagnes przełączający E	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0772	Elektromagnes przełączający E	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0773	Elektromagnes przełączający E	uszkodzenie typu elektrycznego
P0774	Elektromagnes przełączający E	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0775	Elektromagnes zaworu B regulacji ciśnienia	wadliwe działanie
P0776	Elektromagnes zaworu B regulacji ciśnienia	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0777	Elektromagnes zaworu B regulacji ciśnienia	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0778	Elektromagnes zaworu B regulacji ciśnienia	uszkodzenie typu elektrycznego
P0779	Elektromagnes zaworu B regulacji ciśnienia	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0780	Zmiana biegu	nieprawidłowa
P0781	Zmiana biegu 1-2	nieprawidłowa
P0782	Zmiana biegu 2-3	nieprawidłowa
P0783	Zmiana biegu 3-4	nieprawidłowa
P0784	Zmiana biegu 4-5	nieprawidłowa
P0785	Elektromagnes przełączający/taktujący	wadliwe działanie
P0786	Elektromagnes przełączający/taktujący	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0787	Elektromagnes przełączający/taktujący	za niska wartość sygnału wyjściowego
P0788	Elektromagnes przełączający/taktujący	za wysoka wartość sygnału wyjściowego
P0789	Elektromagnes przełączający/taktujący	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0790	Przełącznik wyboru trybu zmiany biegów przez automatyczną skrzynię biegów(np. Normalny/Sportowy)	wadliwe działanie
P0791	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka pośredniego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0792	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka pośredniego	brak sygnału wejściowego
P0793	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka pośredniego	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0794	Obwód czujnika prędkości obrotowej wałka pośredniego	wadliwe działanie
P0795	Elektromagnes zaworu C regulacji ciśnienia	problem ze sprawnością lub pozostał zablokowany w pozycji otwartej
P0796	Elektromagnes zaworu C regulacji ciśnienia	pozostał zablokowany w pozycji zamkniętej
P0797	Elektromagnes zaworu C regulacji ciśnienia	uszkodzenie typu elektrycznego
P0798	Elektromagnes zaworu C regulacji ciśnienia	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0799	Elektromagnes zaworu C regulacji ciśnienia	
P08XX	Układ sterowania przeniesieniem napędu	
P0801	Obwód sterowania blokady wstecznego biegu	wadliwe działanie
P0803	Obwód sterowania elektromagnesem skokowej zmiany biegu 1-4	wadliwe działanie
P0804	Obwód sterowania kontrolką skokowej zmiany biegu 1-4	wadliwe działanie
P0805	Obwód czujnika położenia sprzęgła	wadliwe działanie
P0806	Obwód czujnika położenia sprzęgła	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0807	Obwód czujnika położenia sprzęgła	zwarcie do „masy”
P0808	Obwód czujnika położenia sprzęgła	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0809	Obwód czujnika położenia sprzęgła	obwód elektryczny przerywany sporadycznie

P0810	Sterowanie położeniem sprzęgła	nieprawidłowe
P0811	Poślizg sprzęgła	za duża wartość
P0812	Obwód włączania biegu wstecznego	wadliwe działanie
P0813	Obwód wyłączania biegu wstecznego	
P0814	Obwód wyświetlacza informującego o wybranym zakresie pracy/przełożeniu skrzyni biegów	wadliwe działanie
P0815	Obwód włącznika przycisku zmiany biegu „na wyższy”	wadliwe działanie
P0816	Obwód przełącznika przycisku zmiany biegu „na niższy”	wadliwe działanie
P0817	Obwód blokady rozrusznika	
P0818	Odłącznik układu napędowego	
P0820	Czujnik ustawienia dźwigni zmiany biegów w osiach X-Y	
P0821	Pozycjonowanie dźwigni zmiany biegów w kierunku osi X	
P0822	Pozycjonowanie dźwigni zmiany biegów w kierunku osi Y	
P0823	Pozycjonowanie dźwigni zmiany biegów w kierunku osi X	sporadyczne
P0824	Pozycjonowanie dźwigni zmiany biegów w kierunku osi Y	sporadyczne
P0825	Obwód włącznika zmiany biegu „na wyższy”/„na niższy”, dźwigni zmiany biegów	
P0830	Obwód włącznika A informującego o naciśnięciu pedału sprzęgła	
P0831	Obwód włącznika A informującego o naciśnięciu pedału sprzęgła	zwarcie do „masy”
P0832	Obwód włącznika A informującego o naciśnięciu pedału sprzęgła	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0833	Obwód włącznika B informującego o naciśnięciu pedału sprzęgła	
P0834	Obwód włącznika B informującego o naciśnięciu pedału sprzęgła	zwarcie do „masy”
P0835	Obwód włącznika B informującego o naciśnięciu pedału sprzęgła	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0835	Obwód włącznika aktywującego	napęd na wszystkie koła
P0837	Obwód włącznika aktywującego napęd na wszystkie koła	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0838	Obwód włącznika aktywującego napęd na wszystkie koła	zwarcie do „masy”
P0839	Obwód włącznika aktywującego napęd na wszystkie koła	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0840	Obwód czujnika lub przełącznika A ciśnienia oleju przekładniowego	
P0841	Obwód czujnika lub przełącznika A ciśnienia oleju przekładniowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0842	Obwód czujnika lub przełącznika A ciśnienia oleju przekładniowego	zwarcie do „masy”
P0843	Obwód czujnika lub przełącznika A ciśnienia oleju przekładniowego	
P0844	Obwód czujnika lub przełącznika A ciśnienia oleju przekładniowego	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0845	Obwód czujnika lub przełącznika B ciśnienia oleju przekładniowego	obwód elektryczny przerywany sporadycznie
P0846	Obwód czujnika lub przełącznika B ciśnienia oleju przekładniowego	
P0847	Obwód czujnika lub przełącznika B ciśnienia oleju przekładniowego	nieprawidłowy zakres wartości sygnału wyjściowego lub problem ze sprawnością
P0848	Obwód czujnika lub przełącznika B ciśnienia oleju przekładniowego	zwarcie do „masy”
P0849	Obwód czujnika lub przełącznika B ciśnienia oleju przekładniowego	zwarcie do przewodu zasilającego „plus”
P0849	Obwód czujnika lub przełącznika B ciśnienia oleju przekładniowego	obwód elektryczny przerywany sporadycznie