

Dobór czasu wtrysku

benzyny i gazu LPG, przez układy zasilania

z systemem OBDII/EOBD (kontynuacja z nr 40/wrzesień 2011)

Kompendium praktycznej wiedzy

Autor: mgr inż. Stefan Myszkowski

Dodatek techniczny do WIADOMOŚCI Inter Cars SA nr 41/Grudzień 2011

Wiadomości



Spis treści

8. Wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT oraz zależności pomiędzy nimi
9. Układ zasilania silnika gazem LPG a układ zasilania silnika benzyną
 - 9.1. Zasada współpracy układu zasilania gazem z układem zasilania benzyną
 - 9.2. Prawidłowa współpraca układu zasilania gazem z układem zasilania benzyną
 - 9.3. Nieprawidłowe wartości współczynnika $w_{G/B}$ a wartości parametru LONG FT X
 - 9.3.1. Wartość współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu, jest za mała
 - 9.3.2. Wartość współczynnika przeliczeniowego czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu $w_{G/B}$ jest za duża
 - 9.4. Wartości parametru LONG FT X a zasilanie silnika gazem lub benzyną
 - 9.4.1. Rozruch i nagrzewanie silnika
 - 9.4.2. Przełączenie zasilania silnika gazem na zasilanie silnika benzyną
 - 9.4.3. Eliminacja problemów powodowanych różnicami wartości parametru LONG FT X, dla silników zasilanych benzyną lub gazem
10. Typy parametrów SHRT FT X i LONG FT X
 - 10.1. Dwa typy parametru SHRT FT X
 - 10.2. Rozpoznawanie typu parametru SHRT FT X
 - 10.2.1. Przygotowanie do wykonania testów
 - 10.2.2. Test nr 1 - wprowadzenie dodatkowego paliwa do układu dolotowego
 - 10.2.3. Test nr 2 - wprowadzenie dodatkowego powietrza do układu dolotowego
11. Parametry SHRT FT X i LONG FT X a kody usterek
 - 11.1. Kody usterek P0170 i P0173.
 - 11.2. Kody usterek P0171 i P0174
 - 11.3. Kody usterek P0172 i P0175
12. Regulacja układu zasilania gazem LPG, silnika z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD
 - 12.1. Procedura regulacji układu zasilania gazem LPG, silnika z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD, z wykorzystaniem parametrów SHRT FT X i LONG FT X
 - 12.2. Procedura regulacji układu zasilania gazem LPG, silnika z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD, z parametrami SHRT FT X i LONG FT X nieznanego typu
 - 12.3. Uwaga - regulacja składu mieszanki zasilającej silnik z konwerterem katalitycznym



Od autora

Szanowni czytelnicy,

nie jestem zwolennikiem dwupaliwowych układów zasilania silników z zapłonem iskrowym - gazem lub benzyną. O decyzji montażu układu zasilania gazem decydują finanse. Ja mam wątpliwości do ich „ekologiczności”. Mogą również skracać żywotność silnika.

Jaką przyszłość wróżę „autogazowi”. Montaż instalacji zasilania gazem do silników, które spełniają normę emisji spalin Euro 5 i będą spełniać normę Euro 6, będzie zapewne utrudniony. Ratunkiem, w mojej opinii, będzie umowa z producentami samochodów, na podstawie której sterowniki benzynowych układów zasilania będą wyposażone w interfejs, który umożliwi sterownikom gazowych układów zasilania bezpośredni dostęp do wybranych danych programu sterującego pracą silnika. Powyższe nie rozwiąże jednak problemów z dwupaliwowym układem zasilania, dlatego dobrym krokiem są prace nad silnikami, zasilanymi tylko gazem. Taki projekt jest realizowany w Niemczech, na jednej z uczelni technicznych (a może w naszym kraju też się tym ktoś zajmuje?)

Równoległym sposobem oszczędzania paliwa jest przestrzeganie przez kierowców zasad ekonomicznej jazdy. Oszczędności sięgają od 10 do nawet 20%, przy - wbrew opiniom, dynamicznej i płynnej jeździe. Ta uwaga dotyczy szczególnie nowoczesnych doładowanych silników, z bezpośrednim wtryskiem benzyny, które osiągają maksymalną wartość momentu obrotowego już przy niskich wartościach prędkości obrotowych i utrzymują ją w szerokim zakresie (patrz mój artykuł w bieżącym wydaniu Wiadomości IC). Podczas jazdy samochodem z takim silnikiem, należy bez obaw wykorzystywać nawet najwyższe przełożenie skrzyni biegów, tak aby silnik pracował - jeśli tylko to możliwe, w zakresie prędkości obrotowej od ok. 1500 do 2000 obr/min.

Mimo moich wątpliwości w stosunku do układów zasilania gazem, w rozdziale 12 tego opracowania, przedstawiam metodę, które w mojej opinii, pomagają wyregulować układ zasilania gazem. Wcześniejsza teoria, wiem że trudna w lekturze, ma za cel wyjaśnienie podstaw tej metody. Proszę serdecznie czytelników o podzielenie się uwagami dotyczącymi tej metody oraz innych informacji, ujętych w obu częściach tego opracowania.

Stefan Myszkowski
stefan.myszkowski@skk.auto.pl

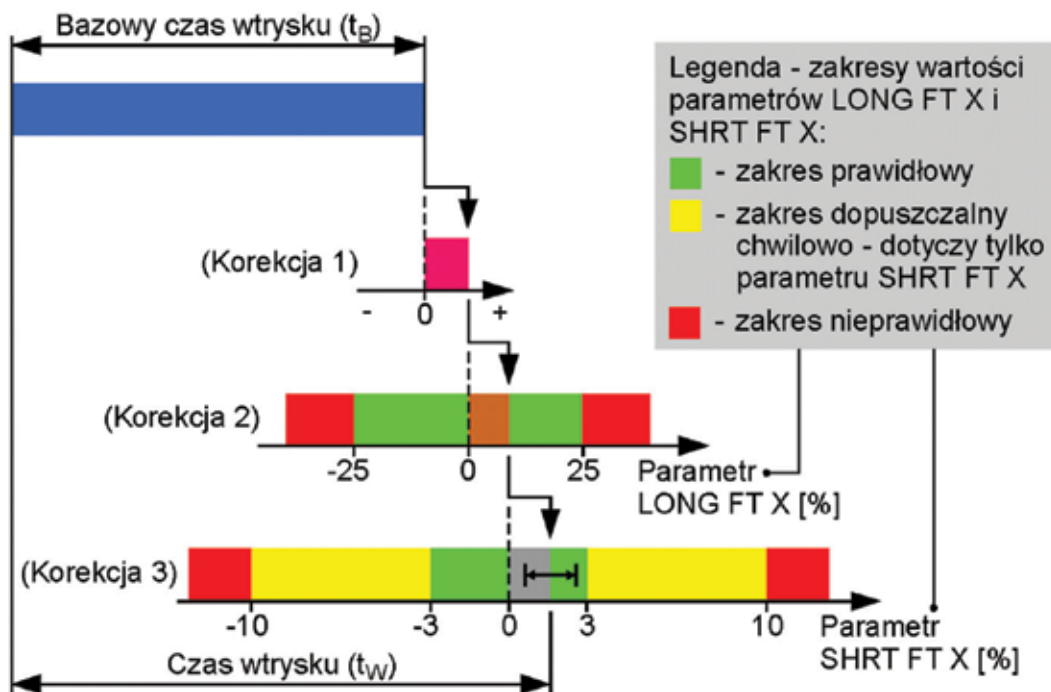
Zdjęcie na okładce - (Źródło: AC SA)

8. Wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT oraz zależności pomiędzy nimi

1. W obu częściach „Dodatku Technicznego” przyjąłem, że prawidłowy zakres zmian wartości parametru SHRT FT X wynosi $\pm 3\%$. Są samochody, dla których zakres ten wynosi np. $\pm 5\%$, ale o tym trudno się dowiedzieć (powinno być to podane w instrukcji napraw).
2. Przedstawione zależności pomiędzy zmianą wartości parametrów SHRT FT X a LONG FT X są co do zasady najprawdopodobniej takie same we wszystkich samochodach, ale, jeśli będziecie Państwo śledzić zmiany wartości tych parametrów w różnych samochodach, to zauważycie, że w takich samych warunkach pracy w jednych samochodach, wartości parametru LONG FT X zmieniane są rzadko, a w innych znacznie częściej, co wynika z różnic w programach sterownika silnika.
3. Celem podsumowania, przed przejściem do zagadnień związanych z pracą gazowych układów zasilania, rys.18 przedstawia kolejne korekty bazowego czasu wtrysku t_b , oraz zakresy zmian parametrów SHRT FT X i LONG FT X.

9. Układ zasilania silnika gazem LPG a układ zasilania silnika benzyną

9.1. Zasada współpracy układu zasilania gazem z układem zasilania benzyną



Rys.18 Kolejne kroki obliczania czasu wtrysku, przez program sterownika silnika ZI, z systemem OBDII/EOBD. Dla zmierzonych przez czujniki wartości prędkości obrotowej i obciążenia silnika, z pamięci RAM jest odczytywana wartość bazowego czasu wtrysku (t_B). Jest ona zwiększana (tak jak na rysunku) lub zmniejszana przez każdą z 3 korekcji: 1, 2 i 3 - patrz legenda na rysunku. O wartości korekcji 2, informuje diagnostę parametr LONG FT X (długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika). O wartości korekcji 3 informuje diagnostę parametr SHRT FT X (chwilowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika). Na rysunku są zaznaczone zakresy wartości obu parametrów, ale mogą być samochody, w których są one inne.

Zasadą konstrukcji układów zasilania gazem LPG silników z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD, jest wykorzystanie przez program sterownika układu zasilania gazem LPG, informacji o czasach wtrysku benzyny, obliczanych przez program sterownika układu wtrysku benzyny. Po ustaleniu się warunków pracy silnika, sterownik, na podstawie pomiaru prędkości obrotowej i obciążenia silnika, pobiera z pamięci RAM sterownika bazowy czas wtrysku t_B benzyny (krok 1, rys.19). Po kolejnych korekcjach bazowego czasu wtrysku, w krokach 2, 3 i 4, jest określany czas wtrysku benzyny t_w .

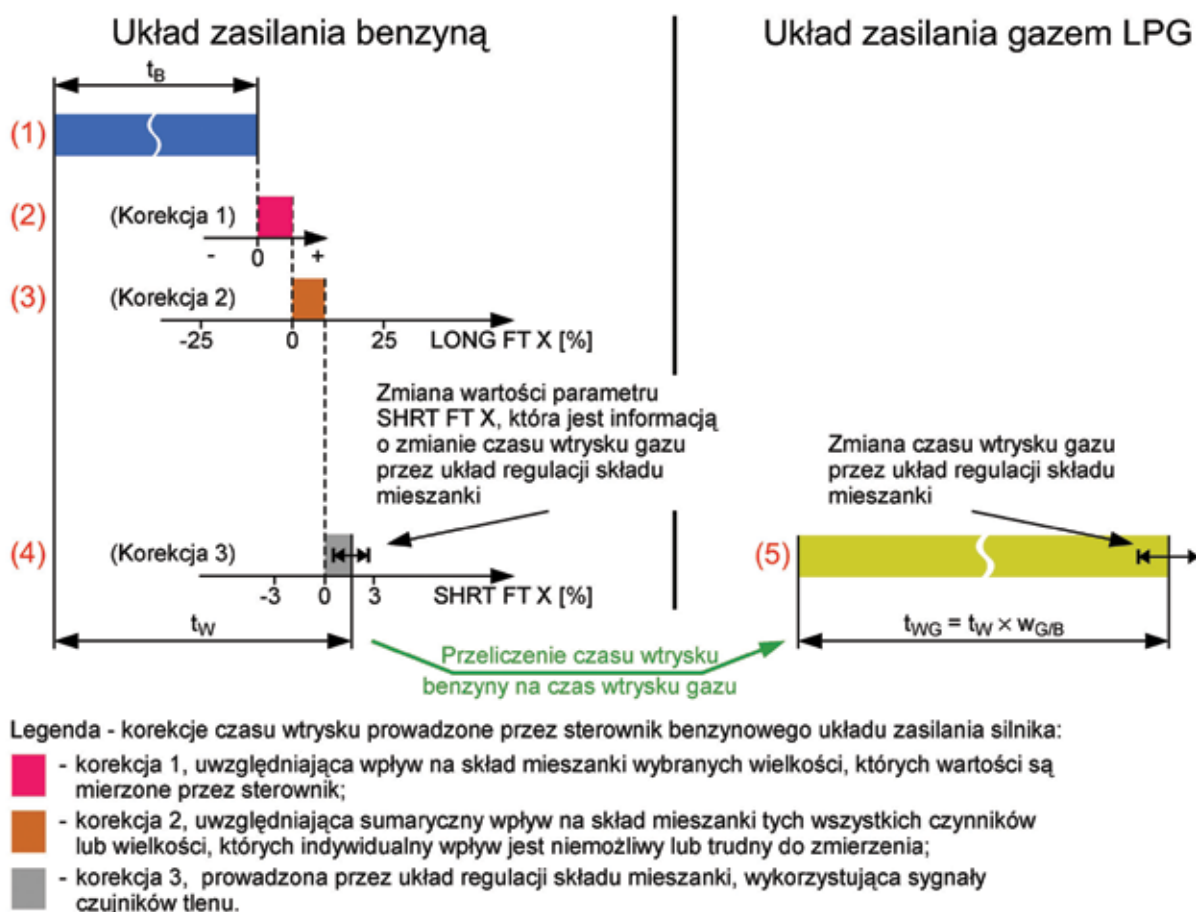
W kroku 5 (rys.19), na podstawie czasu wtrysku benzyny t_w , sterownik układu zasilania gazem LPG, oblicza czas wtrysku gazu t_{wG} , według wzoru:

$$(5) \quad t_{wG} = t_w \times w_{G/B}$$

w którym:

$w_{G/B}$ - współczynnik przeliczeniowy czasu wtrysku benzyny t_w na czas wtrysku gazu t_{wG} .

Wartości współczynnika $w_{G/B}$ dobiera montażysta układu.



Rys.19 Czas wtrysku gazu jest obliczany na podstawie czasu wtrysku benzyny. Sposób obliczania jest przedstawiony w krokach, od nr 1 do 5 (numery kroków są wyróżnione na czerwono), opisanych w podrozdziale 9.1.. Oznaczenia na rysunku: SHRT FT X - chwilowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika; LONG FT X - długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika; t_B - bazowy czas wtrysku benzyny; t_W - czas wtrysku benzyny; t_{WG} - czas wtrysku gazu; $W_{G/B}$ - współczynnik przeliczeniowy czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu.

Mogą go w tym wspomagać bardziej zaawansowane programy sterowników gazowych układów zasilania.

Jeśli silnik jest zasilany gazem LPG, sterownik układu zasilania benzyną „myśli” jednak nadal, że silnik jest zasilany benzyną. Sterownik układu zasilania benzyną, z systemem OBDII/EOBD, nadal kontroluje pracę całego układu sterowania silnika (obliczane są czasy wtrysku benzyny, w zaprogramowanych warunkach pracy silnika pracuje układ regulacji składu mieszanki, wtrysk paliwa jest wyłączany przy hamowaniu silnikiem itp.), mimo że:

- wtryskiwany jest gaz LPG, a nie benzyna;
- program sterownika układu zasilania benzyną nie może z taką dokładnością kontrolować dawek wtryskiwanego gazu LPG, jak czynił to w stosunku do benzyny.

Mniejsza dokładność regulacji wielkości wtryskiwanych dawek gazu LPG, wynika z często nieoptymalnej dla danego silnika konstrukcji układu zasilania gazem LPG, oraz z różnicy cech fizyko-chemicznych gazu LPG i benzyny, takich jak:

- wartość opałowa;
- masa powietrza, niezbędna do utworzenia stochiometrycznej mieszanki paliwa i powietrza - mieszanka

stechiometryczna powietrza i benzyny składa się z 14,7 kg powietrza i 1 kg benzyny natomiast mieszanka stochiometryczna powietrza i gazu LPG składa się ok. 15,5 kg powietrza i 1 kg gazu LPG;

- inny przebieg procesu parowania gazu i benzyny, co ma znaczenie w nieustalonych stanach pracy silnika np. nagłe zmiany prędkości obrotowej lub obciążenia.

Różnice własności fizyko-chemicznych pomiędzy gazem LPG a benzyną mają znaczenie, ponieważ program sterownika układu zasilania benzyną jest napisany z uwzględnieniem własności fizyko-chemicznych benzyny jako paliwa. Paliwo w stanie płynnym, a więc zarówno benzyna jak i gaz LPG w postaci płynnej, aby się spalać, musi przejść w postać gazową. Benzyna odparowuje dopiero po wtrysnięciu w postaci kropelek do kolektora dolotowego. Na odparowanie ma ona określony czas - nie dłuższy niż od momentu wtrysku, do chwili przeskoku iskry pomiędzy elektrodami świecy zapłonowej. W przypadku benzyny jest jeszcze dodatkowy problem - jej składniki, zwane frakcjami, mają zakres

temperatur wrzenia, od ok. 35 do ok. 215°C, tak więc poszczególne frakcje parują z różną prędkością, zależną od temperatury zewnętrznej. Przy niższej temperaturze odparowują wolniej a przy wyższej temperaturze odparowują szybciej. Proszę pamiętać, że przy nagłym wzroście zapotrzebowania na mieszanke paliwowo-powietrzną, szczególnie jeśli silnik nie osiągnął jeszcze temperatury pracy, nie wszystkie frakcje benzyny mogą w całości odparować. Część objętości frakcji benzyny, o wyższych temperaturach wrzenia, nie zdąży odparować, a więc nie bierze udziału w procesie spalania. Przy opracowaniu programu sterującego pracą silnika zasilanego benzyną, to zjawisko jest uwzględniane. W warunkach pracy silnika, w których część objętości frakcji benzyny o wyższych temperaturach wrzenia nie jest w stanie odparować, bo:

- za niska jest temperatura zasysanego powietrza,
- za mało czasu jest na odparowanie,

sterownik silnika tak zwiększa ilość wtryskiwanego paliwa, aby objętość frakcji benzyny o niższych temperaturach wrzenia, które zdążą odparować, była wystarczająca do utworzenia mieszanki o wymaganym składzie.

W układach wtrysku gazu LPG, gaz również musi przejść z fazy płynnej do gazowej przed utworzeniem mieszanki. Ma on jednak niższy i węższy od benzyny zakres temperatur wrzenia, wynoszący od ok. -42 do ok. -0,5°C - mówiąc po prostu paruje trochę inaczej jak benzyna. W układach zasilania, w których gaz LPG jest wprowadzany do kolektora dolotowego w fazie gazowej, gaz w innym miejscu odparowuje, a w innym miejscu jest tworzona mieszanka. Do miejsca tworzenia mieszanki, gaz LPG dopływa już w fazie gazowej. W układach zasilania, w których gaz LPG jest wtryskiwany do kolektora dolotowego w fazie płynnej, odparowuje w kolektorze dolotowym.

9.2. Prawidłowa współpraca układu zasilania gazem z układem zasilania benzyną

Jeśli układ zasilania gazem LPG, bazuje na czasach wtrysku benzyny, obliczonych przez sterownik układu zasilania benzyną, to w mojej opinii, w ustalonych warunkach pracy, czyli przy stałej prędkości obrotowej i obciążeniu, wymienione różnice przy parowaniu obu paliw i powstawaniu mieszanki paliwowo-powietrznej, mają niewielki wpływ na skład powstającej mieszanki paliwowo-powietrznej.

Inaczej jest jednak w nieustalonych warunkach pracy silnika, czyli przyszybkowanych zmianach prędkości obrotowej obciążeniu. Przy każdej zmianie obciążenia silnika:

- mogą powstać różnice pomiędzy wymaganym składem mieszanki paliwowo-powietrznej, a składem mieszanki, która rzeczywiście powstała;
- wydłuża się czas potrzebny układowi regulacji składu mieszanki, sterownika benzynowego układu zasilania, konieczny do znalezienia zakresu czasów wtrysku benzyny, ale w rzeczywistości gazu, który zapewni zasilanie silnika

mieszanekami o składach zapewniających najsprawniejszą pracę katalizatora spalin.

Następstwem powyższych problemów jest przede wszystkim zwiększenie zawartości składników szkodliwych spalinach. Może również nastąpić obniżenie mocy i momentu obrotowego silnika.

Czynniki, które utrudniają sterownikowi układu zasilania benzyną kontrolę nad składem powstających mieszanek, gdy silnik jest zasilany gazem LPG, są w mojej opinii przyczyną:

1. trudności przy rozruchu i nagrzewaniu silnika przy zasilaniu benzyną, jeśli przez większość czasu pracy silnika jest on zasilany gazem LPG;
2. częstszego, niż przy zasilaniu benzyną, wykrywania przez program systemu OBDII/EOBD, kontrolujący prawidłowość pracy układu zasilania, (tzw. monitor układu zasilania), nieprawidłowej pracy tego układu, co powoduje rejestrację kodów usterek informujących o niej, oraz włączanie kontrolki MIL w zestawie wskaźników.

W mojej opinii, aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia obu niedogodności, przy regulacji i pracy układów zasilania gazem LPG powinna obowiązywać poniższa zasada. W tych samych warunkach pracy silnika, czas wtrysku benzyny:

- obliczony przez program sterownika układu zasilania benzyną, gdy paliwem w rzeczywistości podawanym do silnika jest gaz LPG lub CNG,
- niezbędny do uzyskania mieszanki powietrza i gazu, o składzie wymaganym w danych warunkach pracy silnika, przez program sterownika układu zasilania benzyną;

powinien być możliwie bliski czasowi wtrysku benzyny:

- obliczonemu przez program sterownika układu zasilania benzyną, gdy paliwem podawanym do silnika jest benzyna;
- niezbędnemu do uzyskania mieszanki powietrza i benzyny, o składzie wymaganym w takich samych warunkach pracy silnika przez program sterownika układu zasilania benzyną.

Mówiąc to samo inaczej - sterownik układu zasilania benzyną, w tych samych warunkach pracy silnika, powinien w możliwie najmniejszym stopniu „zauważać” zmiany wartości obliczanych czasów wtrysku, po każdej zmianie paliwa zasilającego z gazu LPG (lub CNG) na benzynę lub odwrotnie.

Podany warunek będzie spełniony, jeśli wartość parametru LONG FT X (długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika), wyznaczona przy zasilaniu silnika benzyną, będzie możliwie bliska wartości parametru LONG FT X, wyznaczonemu przy zasilaniu silnika gazem LPG (lub CNG).

Aby parametr LONG FT X miał możliwie identyczne wartości, niezależnie od rodzaju paliwa zasilającego silnik, należy prawidłowo dobrać wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B'}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu. Jeśli ten dobór nie będzie prawidłowy, to po zmianie paliwa zasilającego z benzyny na gaz LPG (lub CNG) względnie odwrotnie, nastąpią zmiany wartości parametru LONG FT X - patrz następny podrozdział.

9.3. Nieprawidłowe wartości współczynnika $w_{G/B}$ a wartości parametru LONG FT X

Określanie i zapamiętywanie wartości parametru LONG FT X, w pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną, z systemem OBDII/EOBD, następuje jeśli spełnione są trzy warunki:

1. silnik pracuje w warunkach, w których układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli zamkniętej;
2. temperatura płynu w układzie chłodzenia silnika przekroczyła 80°C;
3. temperatura powietrza w układzie dolotowym silnika jest niższa niż 90°C (warunek podawany przez firmę VW).

Jeśli są spełnione powyższe warunki, to również przy zasilaniu silnika gazem LPG, wartości parametru LONG FT X są zmieniane w pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną. Podobnie jak przy zasilaniu silnika benzyną, jeśli nie ma uszkodzeń, lub nadmiernego zużycia części silnika, zmiany wartości parametru LONG FT X powinny być małe i wykonywane rzadko. Duże zmiany wartości tego parametru lub następujące często, są następstwem uszkodzenia silnika lub jego układu sterowania.

Jeśli wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B'}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, są dobrane nieprawidłowo - są za małe lub za duże, to po przejściu na zasilanie gazem LPG (lub CNG), nastąpią zmiany wartości parametru LONG FT X - ilustrują to rys.20 i 21, omówione w podrozdziałach 9.3.1. i 9.3.2..

9.3.1. Wartość współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B'}$ czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu, jest za mała

W sytuacji opisanej w tytule podrozdziału, dobór właściwego czasu wtrysku gazu LPG przebiega w krokach, przedstawionych na rys.20 (numery kroków są wyróżnione na czerwono). Obowiązują następujące zasady współpracy obu układów zasilania - przypomnijmy:

- sterownik układu zasilania benzyną pracuje tak, jakby silnik był zasilany nadal benzyną, dlatego oblicza on czas wtrysku benzyny, który sterownik układu zasilania gazem przelicza na czas wtrysku gazu;
- wtryskiwany jest gaz zamiast benzyny.

Najpierw sterownik układu zasilania benzyną, na podstawie obciążenia i prędkości obrotowej silnika, określa wartość bazowego czasu wtrysku t_b (krok 1). Jest ona poddawana korekcji 1 (krok 2), która uwzględnia wpływ na skład mieszanki: temperatury silnika, temperatury powietrza dolotowego, napięcia w instalacji elektrycznej oraz szybkości otwierania lub zamykania przepustnicy.

W drugiej kolejności wykonywana jest korekcja 2 (krok 3), która wykorzystuje wartość parametru LONG FT X, zapamiętaną w pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną. Uwzględnia ona sumaryczny wpływ na skład mieszanki paliwowo-powietrznej tych wszystkich czynników lub wielkości, których indywidualny wpływ na skład mieszanki paliwowo-powietrznej nie jest możliwy do zmierzenia lub stwierdzenia. Po obu korekcjach bazowego czasu wtrysku t_b , wykonanych w krokach 2 i 3, przez sterownik benzynowego układu zasilania, czas wtrysku benzyny jest równy t_{w1} (krok 3).

Ponieważ silnik jest zasilany gazem, sterownik gazowego układu zasilania przelicza czas wtrysku benzyny t_{w1} na czas wtrysku gazu t_{wG1} (krok 4), zgodnie z wzorem:

$$(6) \quad t_{wG1} = t_{w1} \times w_{G/B}$$

w którym:

$w_{G/B}$ - współczynnik przeliczeniowy czasu wtrysku benzyny t_w na czas wtrysku gazu t_{wG} .

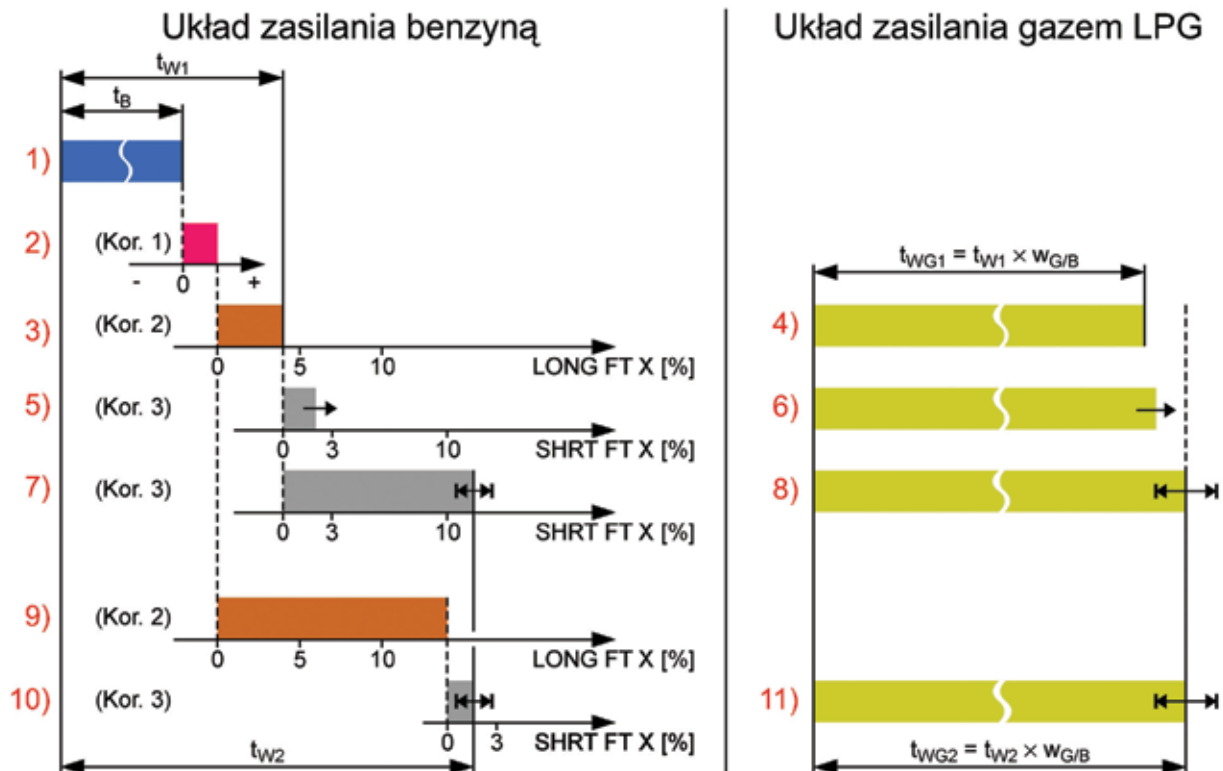
Jeśli wartość współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B'}$ czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu, jest za mała, aby uzyskać mieszankę o składzie wymaganym (przeważnie stechiometrycznym $\lambda = 1$, z małymi wyjątkami), to otwarcie wtryskiwaczy gazu na czas t_{wG1} (krok 4), spowoduje powstanie mieszanki ubogiej. Układ regulacji składu mieszanki, w sterowniku układu zasilania benzyną, otrzyma informację od regulacyjnego czujnika tlenu, że spalona mieszanka była uboga. Czas wtrysku benzyny (krok 5), a w rzeczywistości gazu (krok 6), będzie wówczas wydłużany, celem wzbogacenia mieszanki. Poinformuje nas o tym zwiększająca się wartość parametru SHRT FT X.

Wzbogacanie mieszanki trwa do momentu powstania mieszanki bogatej. Sterownik układu zasilania benzyną otrzyma o tym informację od regulacyjnego czujnika tlenu. Wówczas układ regulacji składu mieszanki, sterownika układu zasilania benzyną, rozpoczyna cykliczne zmiany czasu wtrysku benzyny (krok 7), w stosunku do czasu wtrysku benzyny t_{w2} . W ślad za zmianami czasu wtrysku benzyny, sterownik układu zasilania gazem, zmienia cyklicznie czas wtrysku gazu, w stosunku do czasu wtrysku gazu t_{wG2} (krok 8), obliczonego według wzoru:

$$(7) \quad t_{wG2} = t_{w2} \times w_{G/B}$$

w którym:

$w_{G/B}$ - współczynnik przeliczeniowy czasu wtrysku benzyny t_w na czas wtrysku gazu t_{wG} .



Rys.20 Za małą wartość współczynnika $w_{G/B}$ w programie sterownika układu zasilania gazem LPG, powoduje zmiany czasu wtrysku benzyny i gazu, przedstawione w krokach, od nr 1 do 11 (numery kroków są wyróżnione na czerwono). Następnym tych zmian jest zwiększenie wartości parametru LONG FT X w programie sterownika układu zasilania benzyną. Poszczególne kroki są opisane w podrozdziale 9.3.1.. Oznaczenia na rysunku: SHRT FT X - chwilowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika; LONG FT X - długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika; t_B - bazowy czas wtrysku benzyny; t_{W1} - początkowy czas wtrysku benzyny, po korekcjach nr 1 i 2; t_{WG1} - początkowy czas wtrysku gazu LPG, obliczony na podstawie początkowego czasu wtrysku benzyny t_{W1} ; t_{W2} - czas wtrysku benzyny, w stosunku do którego oscyluje czas wtrysku benzyny, zmieniany przez układ regulacji składu mieszanki; t_{WG2} - czas wtrysku gazu LPG, obliczony na podstawie czasu wtrysku benzyny t_{W2} ; $w_{G/B}$ - współczynnik przeliczeniowy czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu.

Jeśli wartości parametru SHRT FT X, które informują o zmianach czasu wtrysku benzyny, przekroczą granicę 3% (na rysunku), lub 5% (mogą być marki lub modele samochodów, z taką granicą), podczas wykonywania określonej w programie ilości cykli pracy silnika, to program sterownika układu zasilania benzyną zwiększa wartość parametru LONG FT X (krok 9), tak aby wartość parametru SHRT FT X zmieniała się ponownie w zakresie $\pm 3\%$ (krok 10), lub $\pm 5\%$. Wyznaczona dla określonych warunków pracy silnika nowa wartość parametru LONG FT X, zastąpi poprzednią wartość tego parametru, w pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną.

Pomimo zmian:

- wartości parametru LONG FT X
- zakresu zmian wartość parametru SHRT FT X

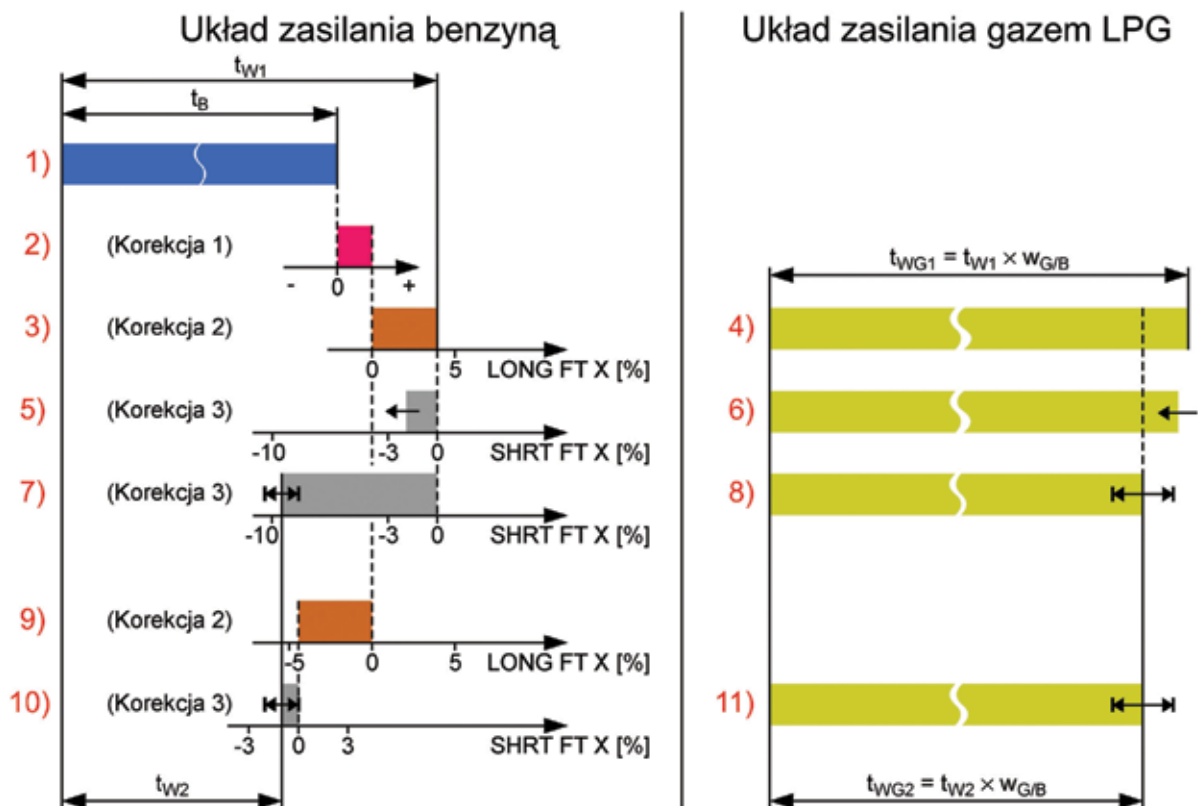
czas wtrysku benzyny zmienia się nadal cyklicznie w stosunku do czasu wtrysku benzyny t_{W2} (kroki 7 i 10). Analogicznie - czas wtrysku gazu zmienia się nadal cyklicznie w stosunku do czasu wtrysku gazu t_{WG2} (kroki 8 i 11). Opisane zmiany przebiegają tak samo, jeśli silnik jest zasilany gazem CNG.

9.3.2. Wartość współczynnika przeliczeniowego czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu $w_{G/B}$, jest za duża

W sytuacji opisanej w tytule podrozdziału, dobór właściwego czasu wtrysku gazu LPG przebiega w krokach, przedstawionych na rys.21 (numery kroków są wyróżnione na czerwono). Obowiązują analogiczne zasady współpracy obu układów zasilania, jak ujęte w podrozdziale 9.2.2.

Najpierw sterownik układu zasilania benzyną, na podstawie obciążenia i prędkości obrotowej silnika, określa wartość bazowego czasu wtrysku t_B (krok 1). W drugiej kolejności wykonywana jest korekcja 2 (krok 3), która wykorzystuje wartość parametru LONG FT X, zapamiętaną w pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną. Zadania korekcji 1 i 2 są przedstawione w podrozdziale 9.2.2.. Po obu korekcjach bazowego czasu wtrysku t_B , wykonanych w krokach 2 i 3, przez sterownik benzynowego układu zasilania, czas wtrysku benzyny jest równy t_{W1} (krok 3).

Ponieważ silnik jest zasilany gazem, sterownik gazowego układu zasilania przelicza czas wtrysku benzyny t_{W1} na czas wtrysku gazu t_{WG1} (krok 4) - patrz wzór 6 w podrozdziale 9.2.2..



Rys.21 Za duża wartość współczynnika $w_{G/B}$ w programie sterownika układu zasilania gazem LPG, powoduje zmiany czasu wtrysku benzyny i gazu, przedstawione w krokach, od nr 1 do 11 (numery kroków są wyróżnione na czerwono). Następnym tych zmian jest zmniejszenie wartości parametru LONG FT X w programie sterownika układu zasilania benzyną. Poszczególne kroki są opisane w podrozdziale 9.3.2.. Oznaczenia na rysunku: SHRT FT X - chwilowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika; LONG FT X - długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika; t_B - bazowy czas wtrysku benzyny; t_{W1} - początkowy czas wtrysku benzyny, po korekcjach nr 1 i 2; t_{WG1} - początkowy czas wtrysku gazu LPG, obliczony na podstawie początkowego czasu wtrysku benzyny t_{W1} ; t_{W2} - czas wtrysku benzyny, w stosunku do którego oscyluje czas wtrysku benzyny, zmieniany przez układ regulacji składu mieszanki; t_{WG2} - czas wtrysku gazu LPG, obliczony na podstawie czasu wtrysku benzyny t_{W2} ; $w_{G/B}$ - współczynnik przeliczeniowy czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu.

Jeśli wartość współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu, jest za duża, aby uzyskać mieszankę o składzie wymaganym (przeważnie stechiometrycznym $\lambda = 1$, z małymi wyjątkami), to otwarcie wtryskiwaczy gazu na czas t_{WG1} (krok 4), spowoduje powstanie mieszanki bogatej. Układ regulacji składu mieszanki, w sterowniku układu zasilania benzyną, otrzyma informację od regulacyjnego czujnika tlenu, że spalona mieszanka była bogata. Czas wtrysku benzyny (krok 5), a w rzeczywistości gazu (krok 6), będzie wówczas skracany, celem zubożenia mieszanki. Poinformuje nas o tym zmniejszająca się wartość parametru SHRT FT X.

Wzbogacanie mieszanki trwa do momentu powstania mieszanki ubogiej. Sterownik układu zasilania benzyną otrzyma o tym informację od regulacyjnego czujnika tlenu. Wówczas układ regulacji składu mieszanki, sterownika układu zasilania benzyną, rozpoczyna cykliczne zmiany czasu wtrysku benzyny (krok 7), w stosunku do czasu wtrysku benzyny t_{W2} . W ślad za zmianami czasu wtrysku benzyny, sterownik układu zasilania gazem, zmienia cyklicznie czas wtrysku gazu, w stosunku do czasu wtrysku gazu t_{WG2} (krok 8), obliczonego według wzoru 7 w podrozdziale 9.2.2.

Jeśli wartości parametru SHRT FT X, które informują o zmianach czasu wtrysku benzyny, będą mniejsze od granicy -3% (na rysunku), lub -5% (mogą być marki lub modele samochodów, z taką granicą), podczas wykonywania określonej w programie ilości cykli pracy silnika, to program sterownika układu zasilania benzyną zmniejsza wartość parametru LONG FT X (krok 9), tak aby wartość parametru SHRT FT X zmieniała się ponownie w zakresie $\pm 3\%$ (krok 10), lub $\pm 5\%$. Wyznaczona dla określonych warunków pracy silnika nowa wartość parametru LONG FT X, zastąpi poprzednią wartość tego parametru, w pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną.

Pomimo zmian:

- wartości parametru LONG FT X
- zakresu zmian wartość parametru SHRT FT X

czas wtrysku benzyny zmienia się nadal cyklicznie w stosunku do czasu wtrysku benzyny t_{W2} (kroki 7 i 10). Analogicznie - czas wtrysku gazu zmienia się nadal cyklicznie w stosunku do czasu wtrysku gazu t_{WG2} (kroki 8 i 11). Opisane zmiany przebiegają tak samo, jeśli silnik jest zasilany gazem CNG.

9.4. Wartości parametru LONG FT X a zasilanie silnika gazem lub benzyną

Wartości parametru LONG FT X są wykorzystywane do obliczeń czasu wtrysku, przez sterownik benzynowego układu zasilania zarówno w stanach pracy silnika, w których układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli zamkniętej, jak i w stanach pracy, w których układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli otwartej.

Układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli otwartej w następujących stanach pracy:

- rozruch silnika;
- nagrzewanie silnika, od chwili uruchomienia silnika do rozpoczęcia pracy przez układ regulacji składu mieszanki (w silnikach z systemem OBDII/EOBD czas ten wynosi do 15 s);
- „silne” przyspieszanie samochodu - szybkie i głębokie naciśnięcie pedału gazu;
- praca silnika z dużym obciążeniem - jazda z pedałem gazu naciśniętym stale o więcej niż $\frac{3}{4}$.

Wartości parametru LONG FT X są wykorzystywane do obliczeń czasu wtrysku również wówczas, gdy z powodu jakiegoś uszkodzenia, układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli otwartej.

9.4.1. Rozruch i nagrzewanie silnika

Silnik z układami wtrysku benzyny i gazu LPG, jest standardowo uruchamiany przy zasilaniu benzyną. Następnie, jeśli temperatura silnika lub gazu w reduktorze ciśnienia gazu, jest:

- niższa względem temperatury przełączania paliwa z benzyny na gaz (jest ona zapisana w programie sterownika układu zasilania gazem) to najpierw silnik jest zasilany benzyną i nagrzewa się aż do osiągnięcia tej temperatury, a po jej osiągnięciu i przy wystąpieniu wymaganego przez program sterownika gazowego układu zasilania silnika wzrostu lub spadku prędkości obrotowej silnika, następuje automatyczne przełączenie na zasilanie gazem LPG (jeśli taka możliwość została wcześniej wybrana, a w zbiorniku jest gaz);
- równa lub wyższa względem temperatury przełączania paliwa z benzyny na gaz, to po rozruchu silnika i przy wystąpieniu wymaganego przez program sterownika gazowego układu zasilania silnika wzrostu lub spadku prędkości obrotowej silnika następuje automatyczne przełączenie na zasilanie gazem LPG.

Podczas rozruchu silnika i w tej fazie nagrzewania silnika, w której:

- silnik jest zasilany benzyną;
- układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli otwartej;

czas wtrysku benzyny jest obliczany tylko z wykorzystaniem parametru LONG FT X i nie jest regulowany, przez układ regulacji składu mieszanki.

Jeśli:

- wcześniej silnik był zasilany gazem;
- wartości współczynnika przeliczeniowego czasu wtrysku benzyny, na czas wtrysku gazu $w_{G/B}$, są źle dobrane (patrz podrozdziały 9.3.1. i 9.3.2.);

to określona w określonych warunkach pracy silnika (prędkość obrotowa i obciążenie) wartość parametru LONG FT X może spowodować, że powstająca mieszanka paliwowo-powietrzna może nie mieć wymaganego składu. Może być ona za uboga lub bogata, co może być przyczyną:

- trudności w uruchomieniu silnika;
- nierównej pracy lub gaśnięcia silnika.

Ponadto wzbogacenie mieszanki może powodować splukiwanie oleju ze ścianek tulei cylindrowej, czego następstwem będzie przyspieszone zużycie silnika.

Podczas nagrzewania silnika zasilanego benzyną lub gazem, przy pracującym układzie regulacji składu mieszanki, do obliczeń czasu wtrysku są wykorzystywane wartości parametru LONG FT X, ale aż do chwili osiągnięcia przez silnik temperatury 80°C, ich nowe wartości nie są zapisywane w pamięci RAM sterownika benzynowego układu zasilania.

9.4.2. Przełączenie zasilania silnika gazem na zasilanie silnika benzyną

Zauważalne problemy mogą wystąpić wtedy, gdy wartości parametru LONG FT X, określone przy zasilaniu silnika gazem, różnią się nadmiernie od określanych przy zasilaniu silnika benzyną.

Wówczas, po przełączeniu z zasilania silnika gazem, na zasilanie silnika benzyną (np. wskutek braku gazu) jeśli układ regulacji składu mieszanki pracuje w pętli otwartej:

- wskutek jakiegoś uszkodzenia;
- podczas jazdy samochodu z pełnym obciążeniem (pedał gazu jest naciśnięty o więcej niż $\frac{3}{4}$);

wartość obliczonego czasu wtrysku może być za mała lub za duża, aby powstała mieszanka o wymaganym składzie. Może to być przyczyną - odpowiednio: obniżenia mocy silnika, szarpania, lub wzrostu zużycia paliwa.

Jeśli takie zjawisko wystąpi, to najprostszym rozwiązaniem jest okresowa łagodniejsza eksploatacja samochodu przy zasilaniu silnika benzyną:

- nie naciskanie pedału gazu więcej niż $\frac{3}{4}$;
- unikanie szybkich ruchów pedałem gazu.

9.4.3. Eliminacja problemów powodowanych różnicami wartości parametru LONG FT X, dla silników zasilanych benzyną lub gazem

Jeśli wartości parametru LONG FT X, określone przy zasilaniu silnika gazem, różnią się nadmiernie od określanych przy zasilaniu silnika benzyną i są one powodem problemów opisanych w podrozdziałach 9.4.1. i 9.4.2., to można je rozwiązać dwojako.

Doraźnym rozwiązaniem jest skasowanie wartości parametru LONG FT X z pamięci RAM sterownika układu zasilania benzyną (wszystkie przyjmują wartości 0):

- poleceniem z testera diagnostycznego, jeśli dla danego modelu samochodu posiada on taką funkcję (czytniki OBD jej nie mają);
- odłączając na kilka minut (nawet do ok. 5) zasilanie sterownika lub akumulator.

Powyższy sposób można zastosować w przypadku jakiś jednostkowych kłopotów z uruchomieniem silnika zasilanego benzyną, jeśli wcześniej był on zasilany gazem.

Skutecznym i trwałym rozwiązaniem jest natomiast przestrzeganie zasady, zgodnie z którą, przy zasilaniu silnika benzyną lub gazem LPG, wartości parametru LONG FT X powinny mieć możliwie bliskie wartości.

10. Typy parametrów SHRT FT X i LONG FT X

Są programy sterujące silników, w których odmiennie od opisywanego w tym opracowaniu, zdefiniowano parametry SHRT FT X (chwilowa korekcia dawki paliwa zasilającego blok cylindrów nr X silnika) i LONG FT X (długookresowa korekcia dawki paliwa zasilającego blok cylindrów nr X silnika). Przykładowo, program sterownika silnika o pojemności skokowej 1,6l, o mocy 105KM, z układem wtryskowym Magneti Marelli, samochodu Volkswagen Golf;

- ma inaczej zdefiniowany parametr SHRT FT X;
- z dużą częstotliwością dokonuje zmian wartości parametru LONG FT X, podczas gdy zazwyczaj program sterownika rzadko zmienia wartość tego parametru (algorytm programu sterownika, z takim sposobem zmian parametru LONG FT X, jest opisany w rozdziale 5., cz.1 tego opracowania).

W następnych punktach, przedstawiam jak rozpoznawać dwa różne typy parametru SHRT FT X. Ze względu na brak wiarygodnych informacji o innych typach parametru LONG FT X, niż opisany w tym opracowaniu, nie omawiam ich.

10.1. Dwa typy parametru SHRT FT X

Wydawać by się mogło, że norma określa to, o czym informuje parametr SHRT FT X. W praktyce okazuje się, że producenci w różny sposób definiują ten parametr.

Są co najmniej dwa typy parametru SHRT FT X:

- parametr SHRT FT X, który informuje o chwilowych zmianach czasu wtrysku, które są następstwem pracy układu regulacji składu mieszanki;
- parametr SHRT FT X, który informuje o chwilowych zmianach ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku.

Wszystko to, co napisałem w poprzednich rozdziałach tego opracowania, dotyczyło parametru SHRT FT X, który informuje o chwilowych zmianach czasu wtrysku.

Jeśli w dalszej części opracowania będę pisał o parametrze SHRT FT X, który informuje o chwilowych zmianach ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku, podkreślę to. Ponieważ oba typy parametrów SHRT FT X informują w odmienny sposób o pracy układu regulacji składu mieszanki, więc diagnosta powinien wiedzieć jak rozpoznać jego typ, aby prawidłowo interpretować jego wartości.

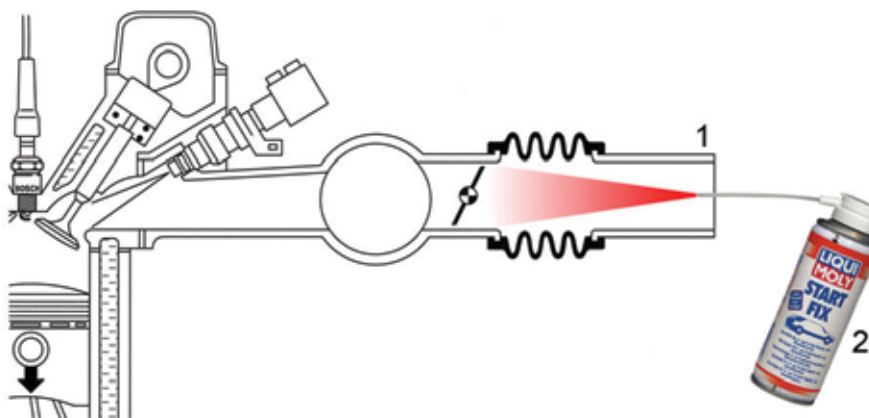
10.2. Rozpoznawanie typu parametru SHRT FT X

Proponuję dwa różne testy, które umożliwią rozpoznanie typu parametru SHRT FT X. Ich wykorzystanie jest możliwe, jeśli układ regulacji składu mieszanki jest sprawny. Zasadą obu jest uzyskanie najpierw chwilowej zmiany składu spalanej mieszanki, a następnie obserwacja, czy wartość parametru SHRT FT X rośnie czy maleje.

10.2.1. Przygotowanie do wykonania testów

Wykonanie każdego z proponowanych testów, należy poprzedzić następującymi czynnościami przygotowawczymi:

1. połączyć czytnik OBDII/EOBD z gniazdkiem diagnostycznym samochodu;
2. nawiązać komunikację ze sterownikiem benzynowego układu zasilania;
3. wybrać funkcję odczytu parametrów bieżących ze sterownika pojazdu;
4. z listy parametrów bieżących wybrać parametr SHRT FT X (X oznacza numer bloku cylindrów, który będzie wykorzystany do testu);
5. z listy parametrów bieżących, należy wybrać jeden z poniższych parametrów:
 - jeśli regulacyjny czujnik tlenu jest typu dwustanowego (obecnie prawie wyłącznie typu napięciowego) to wybieramy napięcie sygnału regulacyjnego czujnika tlenu;



Rys.22 Metoda chwilowego wzbogacenia składu spalanej mieszanki, wykorzystująca środek wspomagający rozruch silnika, celem określenia typu parametru SHRT FT X. Opis podrozdziału 10.2.2.. Elementy rysunku: 1 - układ dolotowy silnika; 2 - środek wspomagający rozruch silnika np. Start Fix firmy Liqui Moly.

- jeśli regulacyjny czujnik tlenu jest typu szerokopasmowego, to zależnie od sygnału wyjściowego, który jest na liście parametrów bieżących, wybieramy współczynnik składu mieszanki lambda (mierzony z wykorzystaniem szerokopasmowego czujnika tlenu), lub sygnał wyjściowy szerokopasmowego czujnika tlenu w postaci natężenia prądu lub napięcia (oba informują o składzie spalanej mieszanki przez silnik).

6. jeśli jest to możliwe, ustawić czytnik OBDII/EOBD tak, by odczytywał ze sterownika tylko wartości parametru SHRT FT X i sygnału regulacyjnego czujnika tlenu.

10.2.2. Test nr 1 - wprowadzenie dodatkowego paliwa do układu dolotowego

W tym teście, do chwilowego wzbogacenia mieszanki, jest wykorzystywany środek wspomagający rozruch silnika np. Start Fix firmy Liqui Moly. Jest to mieszanina lekkich łatwoparujących węglowodorów, a więc łatwo tworzących mieszaninę paliwowo-powietrzną. Środek wspomagający rozruch proponuję wtryskiwać do układu dolotowego silnika (rys.22), bezpośrednio przed przepustnicę, choć producent tego środka pozwala go wtryskiwać przed filtr powietrza.

Jeśli ten środek jest wtryskiwany przed masowy przepływomierz powietrza, to sugeruję wtryskiwać go w możliwie dużej odległości od przepływomierza powietrza, a jeśli ten warunek trudno spełnić, to sugeruję wtryskiwać go nie bezpośrednio na element pomiarowy przepływomierza, ale blisko ścianki układu dolotowego. Producenci przepływomierzy przestrzegają bowiem przed wtryskiwaniem do przepływomierzy powietrza jakichkolwiek środków chemicznych, np. czyszczących.

Wtrysknięcie środka wspomagającego rozruch silnika powoduje chwilowe wzbogacenie spalanej mieszanki. Sterownik dowiaduje się o tym tylko z sygnału regulacyjnego czujnika tlenu, a następnie rozpoczyna skracanie czasu wtrysku (zmniejszanie dawki wtryskiwanego paliwa) celem ponowne-

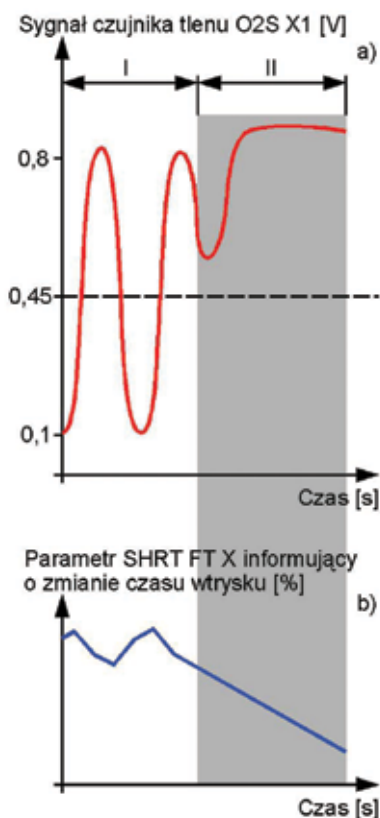
go uzyskania cyklicznych zmian składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika. Celem określenia typu parametru SHRT FT X, w teście nr 1 obserwować będziemy zmianę wartości tego parametru bezpośrednio po wtrysnięciu do układu dolotowego dawki środka wspomagającego rozruch silnika. Test nr 1 przeprowadzamy w sposób opisany poniżej.

1. Należy zagrzać silnik do prawidłowej temperatury pracy (min. 80°C).
2. Należy wykonać czynności przygotowawcze, opisane w podrozdziale 10.2.1..
3. Zwiększamy prędkość obrotową silnika do wartości w zakresie od 1500 do 2000 obr/min.
4. Obserwujemy czy przebieg sygnału regulacyjnego czujnika tlenu (odcinek I na rys.23a) lub przebieg wartości parametru SHRT FT X (odcinek I na rys.23b i 24) informuje o cyklicznej zmianie składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika.
5. Jeśli spełniony jest warunek opisany w pkt.4, wtryskujemy do układu dolotowego dawkę środka wspomagającego rozruch silnika (przez min. 4 do 5s). Bezpośrednio po rozpoczęciu wprowadzenia środka wspomagającego rozruch silnika, powinno nastąpić wzbogacenie spalanej mieszanki, które stwierdzimy, obserwując sygnał regulacyjnego czujnika tlenu (odcinek II na rys.23a).
6. Jeśli nastąpi wzbogacenie składu mieszanki, to obserwujemy zmianę wartość parametru SHRT FT X - czy rośnie czy maleje bezpośrednio po rozpoczęciu wprowadzenia środka wspomagającego rozruch silnika. Nie interesują nas wartości parametru SHRT FT X, tylko ich zmiana.

Jeśli nastąpi:

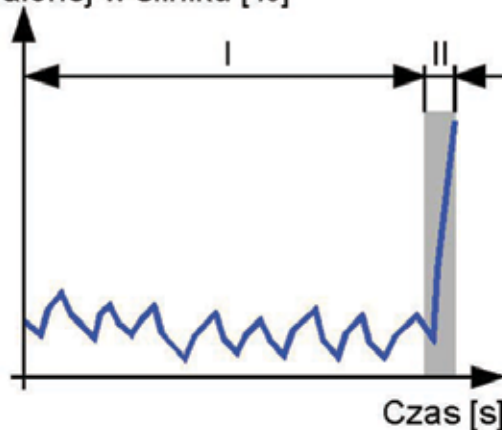
- obniżenie się wartości parametru SHRT FT X oznacza, że informuje on o chwilowych zmianach czasu wtrysku - odcinek II na rys.23b (w tym przypadku wartość parametru SHRT FT X informuje o zmniejszaniu czasu wtrysku);

- zwiększenie się wartości parametru SHRT FT X oznacza, że informuje on o chwilowych zmianach ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku - odcinek II na rys.24 (zmiana wartości parametru potwierdza, że nastąpiło wzbogacenie spalanej mieszanki).



Rys.23 Wykres sygnału regulacyjnego czujnika tlenu (rys.a) oraz odpowiadający mu wykres wartości parametru SHRT FT X, o nazwie „chwilowa korekcja dawki paliwa zasilającego blok cylindrów nr X silnika” (rys.b), przed (odcinek I) i po (odcinek II) rozpoczęciu wtryskiwania do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch silnika (patrz rys.22). Przed wprowadzaniem do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch (odcinek I), sygnał regulacyjnego czujnika tlenu informuje o cyklicznych zmianach składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika. Po rozpoczęciu wtryskiwania do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch (odcinek II), sygnał czujnika tlenu informuje program sterownika o wzbogaceniu spalanej mieszanki. W odpowiedzi na wzbogacenie składu mieszanki ($\lambda < 1$), program sterownika skracza czas wtrysku, aby zmniejszyć dawkę wtryskiwanego paliwa. Jeśli po rozpoczęciu wtryskiwania do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch, wartość parametru SHRT FT X maleje, to oznacza, że informuje on diagnostę o zmianach czasu wtrysku.

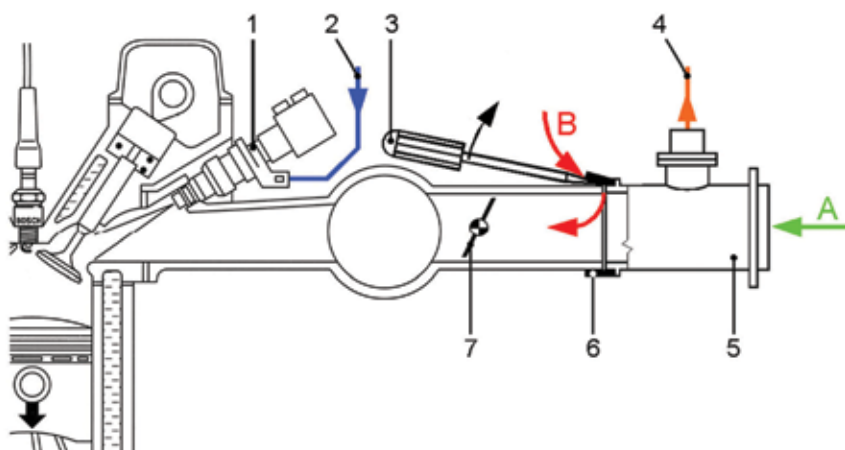
Parametr SHRT FT X informujący o zmianie ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku [%]



Rys.24 Przebieg wartości parametru SHRT FT X, o nazwie „chwilowa korekcja dawki paliwa zasilającego blok cylindrów nr X silnika”, przed (odcinek I) i po (odcinek II) rozpoczęciu wtryskiwania do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch silnika (patrz rys.22). Przed wprowadzaniem do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch (odcinek I), zmiana wartości parametru SHRT FT X tego typu, informuje o cyklicznych zmianach ilości paliwa w spalanej mieszance. Jeśli po rozpoczęciu wtryskiwania do układu dolotowego środka wspomagającego rozruch (następuje wzbogacenie spalanej mieszanki), wartość parametru SHRT FT X rośnie, to oznacza, że informuje on diagnostę o zmianie ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku. Przedstawiony na rysunku przebieg zmian wartości parametru SHRT FT X został zarejestrowany w samochodzie Volkswagen Golf, z silnikiem o pojemności skokowej 1,6l, o mocy 105KM, z układem wtryskowym Magneti Marelli, który posiada regulacyjny szerokopasmowy czujnik tlenu.

10.2.3. Test nr 2 - wprowadzenie dodatkowego powietrza do układu dolotowego

Jest on przeznaczony tylko dla silników wyposażonych w przepływomierz powietrza (obecnie są stosowane tylko masowe przepływomierze powietrza). Gdy układ dolotowy jest szczelny, a układ regulacji składu mieszanki jest sprawny, skład mieszanki zmienia się cyklicznie w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika (odcinek I na rys.26a). Gdy rozszczelnimy układ dolotowy pomiędzy przepływomierzem a przepustnicą, tą drogą dopływa do silnika strumień powietrza B (rys.25), o masowym natężeniu przepływu, które nie jest mierzone przez przepływomierz powietrza 5 - jest to tzw. „fałszywe” powietrze. Po rozszczelnieniu układu dolotowego, ilość powietrza zasysanego przez silnik, czyli suma strumieni powietrza A i B, pozostaje taka sama, a więc strumień powietrza A przepływający przez przepływomierz 5, który mierzy jego masowe natężenie przepływu, jest mniejszy.



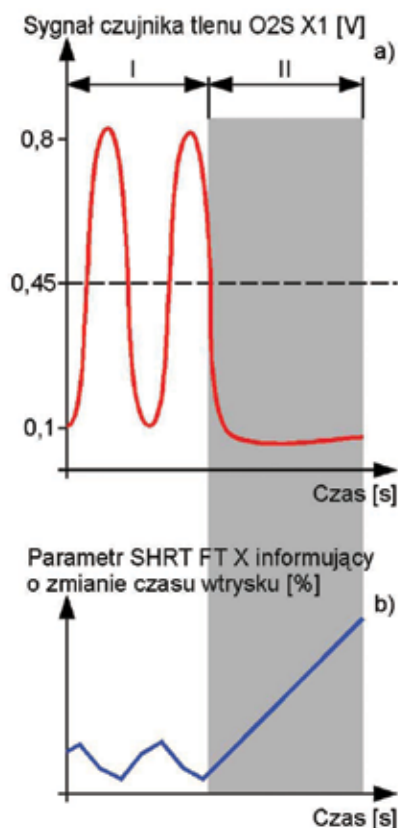
Rys.25 Metoda chwilowego zubożenia składu spalanej mieszanki, celem określenia typu parametru SHRT FT X. Opis w podrozdziale 10.2.3.. Elementy rysunku: 1 - wtryskiwacz benzyny; 2 - sygnał ze sterownika, wymuszający otwarcie wtryskiwacza benzyny; 3 - mały śrubokręt, który wykorzystujemy do rozszczelnienia łącznika elastycznego; 4 - sygnał z przepływomierza do sterownika, informujący o masowym natężeniu przepływu powietrza przez przepływomierz; 5 - masowy przepływomierz powietrza; 6 - łącznik elastyczny; 7 - przepustnica. Oznaczenia strumieni powietrza napływających do silnika: A - strumień powietrza napływający do silnika, którego masowe natężenie przepływu mierzy przepływomierz powietrza; B - strumień powietrza napływający do silnika przez nieszczelność w układzie dolotowym pomiędzy przepływomierzem a przepustnicą, którego masowe natężenie przepływu nie jest mierzone przez przepływomierz.

Informację o mniejszym masowym natężeniu strumieniu powietrza A otrzymuje sterownik. Program sterownika interpretuje tę informację, jako zmniejszenie obciążenia silnika. Stosownie do mniejszego masowego natężenia przepływu strumienia A powietrza, program sterownika zmniejsza czas wtrysku (zmniejsza dawkę wtryskiwanego paliwa), aby utrzymać skład mieszanki bliski składowi wymaganemu przez program sterownika. Ponieważ do silnika dopływa również strumień powietrza B, o którym program sterownika nie wie, więc skład spalanej mieszanki staje się ubogi. Sterownik dowiadyuje się o tym tylko z sygnału regulacyjnego czujnika tlenu. W odpowiedzi na tę informację rozpoczyna zwiększanie czasu wtrysku (zwiększanie dawki wtryskiwanego paliwa) celem ponownego uzyskania cyklicznych zmian składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika.

W teście nr 2, celem określenia typu parametru SHRT FT X, obserwować będziemy zmianę jego wartości bezpośrednio po rozszczelnieniu układu dolotowego silnika. Układ dolotowy pomiędzy przepływomierzem a przepustnicą, można rozszczelnić odchylając śrubokrętem 3 (rys.25) łącznik elastyczny 6.

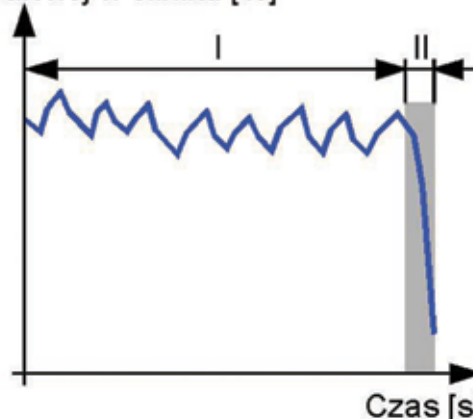
Przed wykonaniem testu sugeruję sprawdzić, przez obserwację przebiegu sygnału czujnika tlenu, jak dużą nieszczelność układu dolotowego trzeba uzyskać, aby przy prędkości obrotowej silnika od 1500 do 2000 obr/min zubożyć skład mieszanki, tak jak przedstawia to przebieg sygnału regulacyjnego czujnika tlenu przedstawiony na rys.26a, a jednocześnie, aby chwilowy spadek prędkości obrotowej, w chwili rozszczelniania, był możliwie najmniejszy. Test nr 2 przeprowadzamy w sposób opisany poniżej.

1. Należy nagrzać silnik do prawidłowej temperatury pracy (min. 80°C).
2. Należy wykonać czynności przygotowawcze, opisane w podrozdziale 10.2.1..
3. Zwiększamy prędkość obrotową silnika do wartości w zakresie od 1500 do 2000 obr/min.
4. Obserwujemy czy przebieg sygnału regulacyjnego czujnika tlenu (odcinek I na rys.26a) lub wartości parametru SHRT FT X (odcinek I na rys.26b i 27) informuje o cyklicznej zmianie składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika.
5. Jeśli spełniony jest warunek opisany w pkt.4, rozszczelniamy układ dolotowy. Bezpośrednio po rozszczelnieniu układu dolotowego, powinno nastąpić zubożenie spalanej mieszanki, które stwierdzimy, jeśli obserwujemy sygnał regulacyjny czujnika tlenu (odcinek II na rys.26a).
6. Jeśli nastąpi zubożenie składu mieszanki, obserwujemy, zmianę wartości parametru SHRT FT X - czy rośnie czy maleje bezpośrednio po rozszczelnieniu układu dolotowego. Nie interesują nas wartości parametru SHRT FT X, tylko ich zmiana. Jeśli nastąpi:
 - zwiększenie się wartości parametru SHRT FT X oznacza, że informuje on o chwilowych zmianach czasu wtrysku - odcinek II na rys.26b (w tym przypadku wartość parametru SHRT FT X informuje o zwiększaniu czasu wtrysku);
 - obniżenie się wartości parametru SHRT FT X oznacza, że informuje on o chwilowych zmianach ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku - odcinek II na rys.27 (zmiana wartości parametru potwierdza, że nastąpiło zubożenie spalanej mieszanki).



Rys.26 Wykres sygnału regulacyjnego czujnika tlenu (rys.a) oraz odpowiadający mu wykres wartości parametru SHRT FT X, o nazwie „chwilowa korekcja dawki paliwa zasilającego blok cylindrów nr X silnika” (rys.b), przed (odcinek I) i bezpośrednio po (odcinek II) rozszczelnieniu układu dolotowego silnika z masowym przepływomierzem powietrza (patrz rys.25). Przed rozszczelnieniem układu dolotowego silnika (odcinek I), sygnał regulacyjnego czujnika tlenu informuje o cyklicznych zmianach składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika. Bezpośrednio po rozszczelnieniu układu dolotowego (odcinek II), sygnał czujnika tlenu informuje program sterownika o zubożeniu spalanej mieszanki. W odpowiedzi na zubożenie składu mieszanki ($\lambda > 1$), program sterownika wydłuża czas wtrysku, aby zwiększyć dawkę wtryskiwanego paliwa. Jeśli bezpośrednio po rozszczelnieniu układu dolotowego, wartość parametru SHRT FT X zaczyna rosnąć, to oznacza, że informuje on diagnostę o zmianach czasu wtrysku.

Parametr SHRT FT X informujący o zmianie ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku [%]



Rys.27 Przebieg wartości parametru SHRT FT X, o nazwie „chwilowa korekcja dawki paliwa zasilającego blok cylindrów nr X silnika”, przed (odcinek I) i bezpośrednio po (odcinek II) rozszczelnieniu układu dolotowego silnika z masowym przepływomierzem powietrza (patrz rys.25). Przed rozszczelnieniem układu dolotowego silnika (odcinek I), zmiana wartości parametru SHRT FT X tego typu, informuje o cyklicznych zmianach ilości paliwa w spalanej mieszance. Jeśli bezpośrednio po rozszczelnieniu układu dolotowego (następuje zubożenie spalanej mieszanki), wartość parametru SHRT FT X maleje, to oznacza, że informuje on diagnostę o zmianie ilości paliwa w mieszance spalanej w silniku. Przedstawiony na rysunku przebieg zmian wartości parametru SHRT FT X został zarejestrowany w samochodzie Volkswagen Golf, z silnikiem o pojemności skokowej 1,6l, o mocy 105KM, z układem wtryskowym Magneti Marelli, który posiada regulacyjny szerokopasmowy czujnik tlenu.

Jeśli spełnione są dwa warunki:

1. program sterownika układu zasilania benzyną, mimo wydłużania lub skracania czasu wtrysku benzyny lub gazu - jeśli układ wtrysku benzyny współpracuje z układem zasilania gazem, tak że wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT X przekroczyły przyjęte w programie sterownika granice, nie uzyskał pożądanej pracy układu regulacji składu mieszanki (cykliczna zmiana składu mieszanki, w stosunku do składu mieszanki wymaganego przez program sterownika układu zasilania benzyną);
2. program sterownika nie wykrył żadnej innej niesprawności benzynowego układu zasilania (system diagnostyki pokładowej OBDII/EOBD sterownika układu zasilania benzyną, nie jest w stanie stwierdzić uszkodzenia elementów gazowego układu zasilania, bo o jego obecności nic nie wie);

wówczas następuje rejestracja jednego z następujących kodów usterek: P0170, P0171, P0172, P0173, P0174 lub P0175. Rejestracja kodu usterki z tej grupy oznacza, że program sterownika nie może uzyskać mieszanki o wymaganym składzie, ale nie może również wskazać przyczyny niesprawności - to jest zadanie dla diagnosty.

Rejestrację jednego z wymienionych kodów usterek może przykładowo spowodować też:

- nieprawidłowy dobór wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu;

11. Parametry SHRT FT X i LONG FT X, a kody usterek

Zakresy zmian wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT X, przyjęte jako normalnie występujące przy pracy silnika, informują o zmianach czasu wtrysku, które wynikają np. ze zmian składu paliwa, powietrza, zanieczyszczenia filtra powietrza, zanieczyszczenia wtryskiwaczy, zużycia części silnika i jego układów.

- nieprawidłowy dobór układu zasilania gazem, jego elementów lub nieprawidłowy ich montaż;
- uszkodzenie układu zasilania gazem.

11.1. Kody usterek P0170 i P0173

Informują o następujących usterkach:

- P0170 - nieprawidłowo przeprowadzana korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr 1;
- P0173 - nieprawidłowo przeprowadzana korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr 2.

Oba kody informują, że mieszanka zasilająca blok cylindrów nr 1 lub 2 była za uboga lub za bogata, dlatego dla uzyskania prawidłowej pracy układu regulacji składu mieszanki, czas wtrysku benzyny był odpowiednio zwiększany lub zmniejszany, ale wartość zwiększenia lub zmniejszenia czasu wtrysku benzyny przekroczyła wartość dopuszczoną w programie. Z definicji tych kodów usterek nie dowiemy się jednak, czy powodem ich rejestracji była za uboga czy za bogata mieszanka. Aby się tego dowiedzieć, należy odczytać wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT X, które dla danego kodu usterki zostały zapisane w tzw. „parametrach zamrożonych”, w chwili zapamiętywania kodu usterki. Wartości tych parametrów poinformują nas, czy dla uzyskania prawidłowej pracy układu regulacji składu mieszanki program sterownika zwiększał czas wtrysku, bo mieszanka była za uboga, czy zmniejszał czas wtrysku, bo mieszanka była za bogata. Szczególnie przy tych kodach usterek, nie należy kasować kodu usterek, przed zapoznaniem się z wartościami parametrów zapisanych w tzw. „parametrach zamrożonych”, ponieważ ich wartości są niezbędne przy poszukiwaniu uszkodzenia.

Aby prawidłowo zinterpretować wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT X, należy wiedzieć, czy parametr SHRT FT X, informuje o zmianie czasu wtrysku, względnie odwrotnie, o zmianie składu mieszanki spalanej przez silnik - patrz rozdział 10.. Parametr LONG FT X zawsze informuje o zmianie czasu wtrysku.

Przykładowo, jeśli parametr SHRT FT X informuje o zmianie czasu wtrysku, to wartość 15% oznacza, że w mieszance zasilającej blok cylindrów nr X silnika było o 15% za mało paliwa, w stosunku do ilości paliwa w mieszance o składzie wymaganym przez program sterownika (przeważnie stechiometrycznym), dlatego sterownik, dla uzyskania prawidłowej pracy układu regulacji składu mieszanki, zwiększył czas wtrysku (dawkę paliwa) o 15%.

11.2. Kody usterek P0171 i P0174

Informują o następujących usterkach:

- P0171 - za uboga mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 1;
- P0174 - za uboga mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 2.

Oba kody informują, że mieszanka zasilająca blok cylin-

drów nr 1 lub 2 była za uboga, dlatego dla uzyskania prawidłowej pracy układu regulacji składu mieszanki, czas wtrysku benzyny był zwiększany, ale wartość zwiększenia czasu wtrysku benzyny przekroczyła wartość przyjętą w programie. Aby kod usterki P0171 lub P0174 został zarejestrowany w pamięci sterownika, musi zostać spełniony zapisany w programie warunek, to znaczy, wartości parametrów LONG FT X i SHRT FT X muszą osiągnąć lub przekroczyć wartości zapisane w programie.

Przykładowo, w niektórych modelach GM kody te są rejestrowane, jeśli zostaną spełnione jednocześnie dwa warunki:

1. LONG FT X = 25% - jest to górna graniczna wartość parametru LONG FT X określona w programie;
2. SHRT FT X $\geq 12\%$ - pracujący układ regulacji, wzbogacając mieszankę, spowodował, że wartość parametru SHRT FT X osiągnęła lub przekroczyła jego górną graniczną wartość, określoną w programie systemu OBDII/EOBD.

Informacje o górnych granicznych wartościach parametrów LONG FT X i SHRT FT X, których przekroczenie powoduje zapamiętanie kodu usterki P0171 lub P0174 w danym modelu samochodu, powinny być podane w dokumentacji serwisowej producenta.

Wartości parametrów LONG FT X i SHRT FT X, które były w momencie rejestracji kodów usterek, można odczytać po wybraniu funkcji „Parametry zamrożone”. Nie należy kasować kodu usterek, przed zapoznaniem się z wartościami parametrów zapisanych w „parametrach zamrożonych”, gdyż mogą być pomocne w wykryciu przyczyny uszkodzenia.

11.3. Kody usterek P0172 i P0175

Informują one o następujących usterkach:

- P0172 - za bogata mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 1;
- P0175 - za bogata mieszanka paliwowo-powietrzna zasilająca blok cylindrów nr 2;

Oba kody informują, że mieszanka zasilająca blok cylindrów nr 1 lub 2 była za bogata, dlatego dla uzyskania prawidłowej pracy układu regulacji składu mieszanki, czas wtrysku benzyny był zmniejszany, ale wartość zmniejszenia czasu wtrysku benzyny przekroczyła wartość przyjętą w programie. Aby kod usterki P0172 lub P0175 został zarejestrowany w pamięci sterownika, musi zostać spełniony zapisany w programie warunek, to znaczy, wartości parametrów LONG FT X i SHRT FT X muszą osiągnąć lub przekroczyć wartości zapisane w programie.

Przykładowo, w niektórych modelach GM kody te są rejestrowane, jeśli zostaną spełnione jednocześnie dwa warunki:

1. LONG FT X = -25% - jest to dolna graniczna wartość parametru LONG FT X określona w programie;

2. $SHRT\ FT\ X \leq -7\%$ - pracujący układ regulacji, zubażając mieszankę, spowodował, że wartość parametru $SHRT\ FT\ X$ osiągnęła lub przekroczyła jego dolną graniczną wartość, określoną w programie systemu OBDII/EOBD.

Informacje o dolnych granicznych wartościach parametrów $LONG\ FT\ X$ i $SHRT\ FT\ X$, których przekroczenie powoduje zapamiętanie kodu usterki P0172 lub P0175 w danym modelu samochodu, powinny być podane w dokumentacji serwisowej producenta.

Wartości parametrów $LONG\ FT\ X$ i $SHRT\ FT\ X$, które były w momencie rejestracji kodów usterek, można odczytać po wybraniu funkcji „Parametry zamrożone”. Nie należy kasować kodu usterek, przed zapoznaniem się z wartościami parametrów zapisanych w chwili jego rejestracji, gdyż mogą być pomocne w wykryciu przyczyny uszkodzenia.

12. Regulacja układu zasilania gazem LPG, silnika z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD

Jej celem jest dobór wartości jednego lub więcej współczynników przeliczeniowych $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, w programie sterownika układu zasilania gazem. Według mojej opinii, wartości współczynników przeliczeniowych $w_{G/B}$ powinny być tak określone dla każdego bloku cylindrów silnika, aby w tych samych warunkach pracy silnika, czyli przy tych samych wartościach prędkości obrotowej i obciążenia:

- zakres zmian wartości parametru $LONG\ FT\ X$, o nazwie „długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika”, przy zasilaniu silnika gazem, był taki sam jak przy zasilaniu silnika benzyną;
- zakres zmian wartości parametru $SHRT\ FT\ X$ o nazwie „chwilowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika” mieścił się w zakresie $\pm 3\%$, zarówno przy zasilaniu silnika gazem jak i benzyną.

Parametry $LONG\ FT\ X$ i $SHRT\ FT\ X$ są odczytywane ze sterownika układu zasilania benzyną.

Opisana procedura regulacyjna układu zasilania gazem LPG spowoduje, że:

- zmiana paliwa zasilającego silnik, z benzyny na gaz i odwrotnie, nie powinna powodować zauważalnych zmian w pracy silnika;
- przy silniku zasilanym gazem zmniejszy się niebezpieczeństwo rejestracji kodów usterek: P0170, P0171, P0172, P0173, P0174 i P0175, informujących o trudnościach w doborze przez sterownik benzynowego układu zasilania czasu wtrysku benzyny wówczas, gdy wtryskiwanym paliwem jest gaz;
- nie będzie trudności z rozruchem silnika i jego nierówną pracą w okresie nagrzewania, przy zasilaniu benzyną, po dłuższym okresie zasilania gazem.

Jeśli silnik jest podzielony na dwa lub więcej bloków cylindrów, to każdy blok cylindrów silnika wraz z przynależną mu częścią układu wylotowego (czujniki tlenu i konwerter katalityczny) jest dla układu zasilania i przeważnie też dla układu zapłonowego, oddzielnym silnikiem. Układ zasilania gazem LPG silnika musi ten podział zachować. Powinna być więc możliwość oddzielnej regulacji poszczególnych części układu zasilania gazem, z których każda zasila inny blok cylindrów silnika. Jeśli ten warunek nie jest spełniony, to dokładność regulacji wielkości dawek gazu, wykonywana przez sterownik z wykorzystaniem sygnałów czujników tlenu, jest mniejsza.

12.1. Procedura regulacji układu zasilania gazem LPG, silnika z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD, z wykorzystaniem parametrów $SHRT\ FT\ X$ i $LONG\ FT\ X$

1. Do przeprowadzenia regulacji należy użyć:

- czytnika informacji diagnostycznych z systemu OBDII/EOBD, w skrócie czytnika OBDII/EOBD, do odczytywania wartości parametrów $SHRT\ FT\ X$ i $LONG\ FT\ X$, z sterownika benzynowego układu zasilania (rys.28);
- testera lub przenośnego komputera z oprogramowaniem do regulacji układu zasilania gazem LPG danego producenta, do przeprowadzania zmian wartości jednego lub więcej współczynników przeliczeniowych $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu.

2. Ze względów bezpieczeństwa regulację powinno wykonywać dwóch diagnostów - jeden prowadzi samochód, a drugi obsługuje czytnik OBDII/EOBD i tester do regulacji układu zasilania gazem LPG.

3. W zależności od możliwości zmian wartości współczynników przeliczeniowych $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, w programie sterownika układu zasilania gazem LPG, należy według podanych poniżej

kryteriów dobrać prędkości jazdy i przełożenia skrzyni biegów (dobór prędkości obrotowej i obciążenia silnika), przy których będą wykonywane czynności obu części procedury regulacyjnej, opisane w punktach 6 i 9.

- Dla układów zasilania gazem LPG silników, w których dla całego zakresu obciążenia i prędkości obrotowej silnika jest możliwość określenia w programie sterownika tylko jednej wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, proszę wykonać obie części procedury regulacyjnej przy prędkości jazdy samochodu i przełożeniu skrzyni biegów, przy których samochód jest najczęściej eksploatowany. Informację o takiej prędkości jazdy samochodu i przełożeniu skrzyni biegów, należy uzyskać od użytkownika samochodu.
- Dla układów zasilania gazem LPG silników, w których zakresy obciążenia i prędkości obrotowej silnika są podzielone na przedziały, a w programie sterownika jest możliwość określenia innych wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, dla poszczególnych przedziałów, proszę wykonać obie części procedury regulacyjnej przy takich prędkościach jazdy samochodu i przełożeniach skrzyni biegów, aby każdym przedziale obciążenia i prędkości obrotowej silnika, zostały one wykonane tylko raz.

- Dla układów zasilania gazem LPG silników, w których dla każdej pary wartości: obciążenie i prędkość obrotowa silnika, jest możliwość określenia w programie sterownika innych wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, sugeruję wykonać obie części procedury regulacyjnej przy następujących prędkościach jazdy samochodu i przełożeniach skrzyni biegów:

- 50 km/h - na V biegu;
- 70 km/h - na V biegu;
- 90 km/h - na V biegu.

Proponuję te prędkości jazdy samochodu i przełożenia, bo sądzę, że z takimi prędkościami samochody przeważnie poruszają się. Jeśli z rozmowy z użytkownikiem samochodu wynika, że samochód często porusza się z innymi prędkościami np. jeździ po autostradzie, można regulację wykonać przy prędkości 130 km/h na V biegu, zamiast przy prędkości 90 km/h. Ważne jest, aby obie części procedury regulacyjnej wykonać przy prędkościach jazdy samochodu i przełożeniach skrzyni biegów, przy których jest on najczęściej eksploatowany, co zmniejsza ryzyko wystąpienia nieprawidłowości sygnalizowanych wymienionymi wcześniej kodami usterek.

4. Do wykonania regulacji, proszę wybrać odcinek drogi, bez wzniesień i spadków, w miarę możliwości z małą ilością dziur i kałuż, po której będzie można jechać z wybraną stałą prędkością.
5. Po dojechaniu na wybrany odcinek drogi, proszę rozpocząć wykonywanie pierwszej części procedury regulacyjnej.



Rys.28 Czytniki informacji diagnostycznych z systemu OBDII/EOBD firmy Automex: a) AMX-530 interfejs do komputera klasy PC; b) AMX-550 samodzielny czytnik, posiadający możliwość współpracy z komputerem klasy PC. Czytnik AMX-530 (rys.28a) umożliwia jednoczesną obserwację wartości parametrów w formie cyfrowej i graficznej na ekranie komputera oraz ich zapamiętanie. Zachowane dane można oglądać w formie wykresów. Czytnik OBDII/EOBD, o symbolu AMX-550 (rys.28b), umożliwia obserwację wartości parametrów w formie cyfrowej na wyświetlaczu i ich zapamiętanie. Zachowane dane można oglądać w formie wykresów, wykorzystując program AMX-550PC. Oba czytniki posiadam i używam do testów. Do testów drogowych, bardziej poręczny jest samodzielny AMX-550. (Źródło: Automex)

6. Część 1 procedury regulacyjnej.

6.1 Jej celem jest:

- sprawdzenie zakresu zmian wartości parametru SHRT FT X;
- sprawdzenie i zanotowanie zakresu zmian wartości parametru LONG FT X;

dla zebrania informacji o pracy układu regulacji składu mieszanki każdego bloku cylindrów nr X silnika, przy każdej z prędkości pojazdu, określonych według zasad podanych w pkt.3. **Te dane należy zebrać, zanim silnik zostanie zasilony gazem LPG, aby zapisane w sterowniku wartości parametrów LONG FT X, dla silnika zasilanego benzyną, nie zostały zmienione przez niewyregulowany układ zasilania gazem.**

6.2 Na wybranym odcinku drogi, przy zasilaniu silnika benzyną, proszę wykonywać poniższe czynności.

- Proszę podczas jazdy zagrzać silnik, do temperatury pracy min. 80°C, zasilając go benzyną.
- Proszę połączyć czytnik OBDII/EOBD z gniazdkiem diagnostycznym pojazdu i uaktywnić komunikację między nim a sterownikiem zespołu napędowego.
- Z menu czytnika OBDII/EOBD proszę wybrać funkcję „Parametry bieżące”.
- Z listy parametrów proszę wybrać do odczytu parę parametrów SHRT FT 1 i LONG FT 1, dla bloku cylindrów nr 1 silnika (rys.29). Wybór tylko dwóch parametrów pozwoli czytnikowi częściej odczytywać ich wartości, natomiast

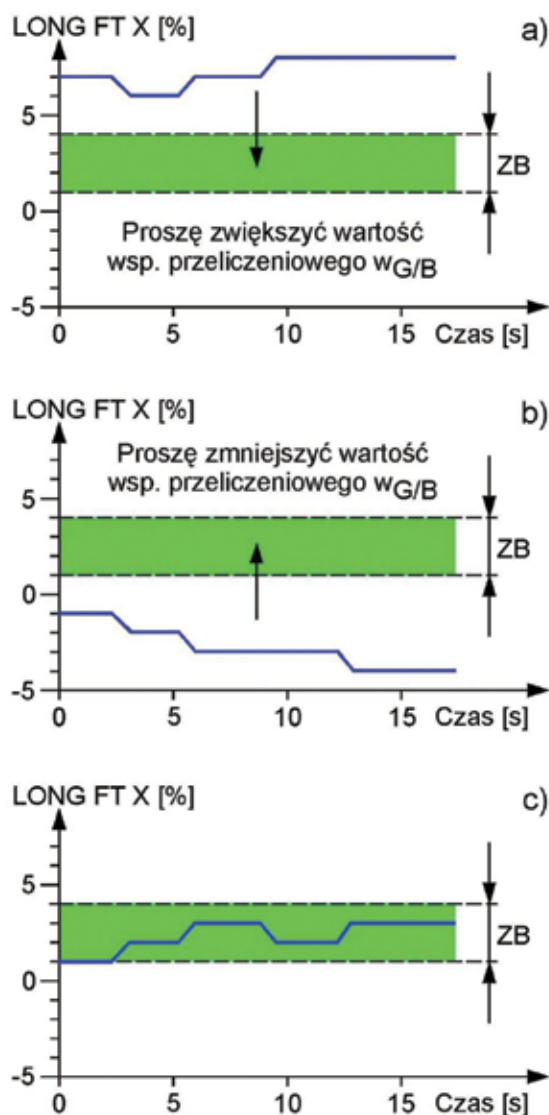
Parametry bieżące	
SHRTFT1	= -1,6%
LONGFT1	= 0,8%
mod: \$D1 długoterminowa korekta składu mieszanki	

Rys.29 Proponuję, aby podczas regulacji układu zasilania gazem LPG odczytywać ze sterownika samochodu z systemem OBDII/EOBD tylko parametry potrzebne do regulacji układu zasilania danego bloku cylindrów. Na ilustracji są to parametry dla bloku cylindrów nr 1, wyświetlane przez wyświetlacz czytnika AMX-550: SHRT FT 1 - chwilowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr 1; LONG FT 1 - długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr 1. (Źródło: Automex)

wybór większej ilości parametrów do odczytu spowoduje, że odstępy czasu pomiędzy odczytami wartości parametrów nas interesujących będą dłuższe, a więc informacja o zmianach wartości tego parametru będzie mniej dokładna. Testery AMX530 i AMX550 oferują też możliwość wyboru parametrów do rejestracji.

- Proszę ustalić prędkość pojazdu na jednej z wartości określonych według zasad podanych w pkt.3.
- Po osiągnięciu pożądanej prędkości proszę odczekać, aż zakres zmian wartości parametru SHRT FT 1 ustabilizuje się, a następnie odczytać go - powinien mieścić się w zakresie $\pm 3\%$. Dopuszczalne są tylko chwilowo wartości przekraczające zakres $\pm 3\%$, ale nie przekraczające zakresu $\pm 10\%$.
- Proszę odczytać i zanotować zakres zmian wartości parametru LONG FT 1. Powinien mieścić się w zakresie $\pm 25\%$. Proszę przyjąć ten dopuszczalny zakres zmian wartości parametru LONG FT X, jeśli nie znamy innego, podanego przez producenta samochodu.
- Jeśli odczytany zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 bliski jest dolnej (-25%) lub górnej granicy (25%) dopuszczalnego zakresu (wynosi np. 22%), to oznacza, że silnik lub jego układ sterowania, nie są prawdopodobnie sprawne. Może być to spowodowane np.: nadmiernym zanieczyszczeniem filtra paliwa, powietrza lub wtryskiwaczy paliwa, uszkodzeniem układu sterowania silnikiem, uszkodzeniem mechanicznym silnika lub jego zużyciem.

6.3 Jeśli silnik ma 2 bloki cylindrów, proszę przy tej samej prędkości samochodu powtórzyć czynności opisane w pkt.6.2., wybierając do odczytu parametry SHRT FT 2 i LONG FT 2 dla bloku cylindrów nr 2 silnika. Jeśli silnik ma więcej niż 2 bloki cylindrów, proszę również przy tej samej prędkości samochodu powtórzyć czynności opisa-

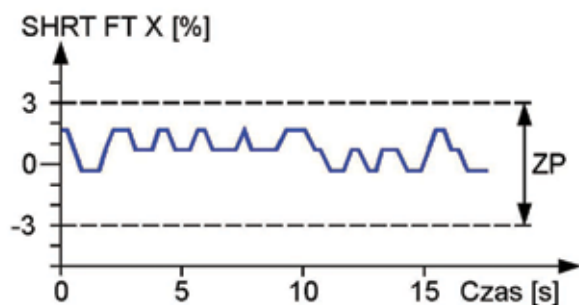


Rys.30 Ilustracja przebiegu regulacji układu zasilania gazem LPG bloku cylindrów nr X silnika, przy stałej prędkości jazdy, na podstawie wartości parametru LONG FT X (długookresowa korekcja dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika) odczytywanej ze sterownika benzynowego układu zasilania. Symbol ZB oznacza zakres zmian wartości parametru LONG FT X, dla bloku cylindrów nr X silnika, przy zasilaniu silnika benzyną. Poszczególne rysunki prezentują przebiegi zmian wartości parametru LONG FT X dla następujących wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu: a) przebieg przy za małej wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ - trzeba zwiększyć jego wartość; b) przebieg przy za dużej wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ - trzeba zmniejszyć jego wartość; c) przebieg przy prawidłowej wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ - sterownik nie powinien zauważyć różnicy pomiędzy zasilaniem silnika gazem a benzyną.

ne w pkt.6.2., wybierając do odczytu parametry SHRT FT X i LONG FT X, dla kolejnych bloków cylindrów nr X silnika.

6.4 Czynności opisane w pkt.6.2. i 6.3., należy powtórzyć w taki sam sposób, przy każdej z prędkości pojazdu, spośród określonych według zasad podanych w pkt.3.

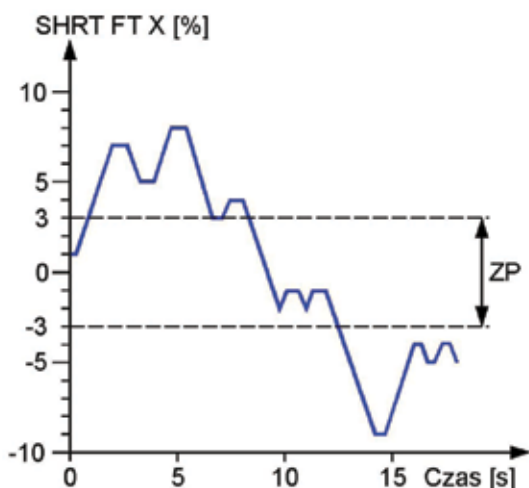
6.5 Po poznaniu zakresów wartości wszystkich parametrów SHRT FT X i LONG FT X, kończymy pracę czytnika OBDII/EOBD.



Rys.31 Prawidłowy zakres zmian wartości parametru SHRT FT X (chwilowa korekta dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika). Podczas jazdy ze stałą prędkością i obciążeniem, przy zasilaniu silnika benzyną lub gazem, powinien mieścić się w zakresie $\pm 3\%$ (ZP). Oznacza to, że układ regulacji składu mieszanki pracuje prawidłowo

7. Proszę przełączyć na zasilanie silnika gazem LPG i wykonać regulację, które w danym układzie zasilania gazem należy wykonać po pierwszym przełączeniu.
8. Proszę przeprowadzić jazdę kontrolną. Jeśli nie są wyczuwalne nieprawidłowości w pracy silnika np. szarpanie czy „wypadanie” zapłonów, można przejść do drugiej części procedury regulacyjnej układu zasilania gazem LPG.
9. Część 2 procedury regulacyjnej.
 - 9.1 Jej celem jest regulacja układu zasilania gazem LPG każdego z bloków cylindrów silnika (jeśli konstrukcja układu zasilania gazem silnika to umożliwia), przez zmianę wartości współczynników przeliczeniowych $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, w programie sterownika układu zasilania gazem, przy każdej z prędkości pojazdu, określonych według zasad podanych w pkt.3.
 - 9.2 Na wybranym odcinku drogi, przy zasilaniu silnika gazem LPG, proszę wykonywać poniższe czynności.
 - Jeśli silnik nie ma wymaganej temperatury pracy min. 80°C , proszę zagrzać go do tej temperatury podczas jazdy.
 - Proszę połączyć tester do regulacji układu zasilania gazem LPG, ze sterownikiem układu zasilania gazem i uaktywnić komunikację.
 - Z menu testera do regulacji układu zasilania gazem LPG, proszę wybrać funkcję umożliwiającą zmianę wartości współczynników przeliczeniowych $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, w programie sterownika układu zasilania gazem.
 - Proszę połączyć czytnik OBDII/EOBD z gniazdkiem diagnostycznym pojazdu i uaktywnić komunikację między nim a sterownikiem zespołu napędowego.
 - Z menu czytnika OBDII/EOBD, proszę wybrać funkcję „Parametry bieżące”.
 - Z listy parametrów proszę wybrać do odczytu tylko parametry SHRT FT 1 i LONG FT 1, dla bloku cylindrów nr 1 silnika (rys.29).

- Proszę wybrać jedną z wartości prędkości pojazdu, określonych według zasad podanych w pkt.3., a następnie odczytać z notatek zakres zmian wartości parametru LONG FT 1, dla silnika zasilanego benzyną, gdy samochód jechał z tą prędkością. Na wykresach na rys.30, ilustrujących przebieg regulacji układu zasilania gazem LPG, zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 dla silnika zasilanego benzyną, jest oznaczony ZB.
- Proszę ustalić wybraną wartość prędkości pojazdu.
- Obserwujemy zakres zmian wartości parametru LONG FT 1, dla silnika zasilanego gazem LPG.
- Jeśli zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 jest powyżej zakresu ZB dla silnika zasilanego benzyną - patrz rys.30a, należy testerem do regulacji układu zasilania gazem LPG zwiększyć wartość współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, aby zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 dla silnika zasilanego gazem LPG przesunął się w kierunku niższych wartości i był możliwie najbardziej zbliżony do zakresu zmian wartości parametru LONG FT 1 dla silnika zasilanego benzyną, oznaczonego ZB, tak jak pokazuje rys.30c.
- Każdorazowo po zmianie wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ w programie sterownika układu zasilania gazem, należy odczekać, aż zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 ustabilizuje się, a następnie oceniać wynik regulacji.
- Jeśli zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 jest poniżej zakresu ZB dla silnika zasilanego benzyną - patrz rys.30b, należy testerem do regulacji układu zasilania gazem LPG zmniejszyć współczynnik przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, aby zakres zmian wartości parametru LONG FT 1 dla silnika zasilanego gazem LPG przesunął się w kierunku wyższych wartości i był możliwie najbardziej zbliżony do zakresu zmian wartości parametru LONG FT 1 dla silnika zasilanego benzyną, oznaczonego ZB, tak jak pokazuje rys.30c.
- Przy tej samej prędkości jazdy, przy której była wykonywana regulacja układu zasilania gazem LPG danego bloku cylindrów, należy sprawdzić pracę układu regulacji składu mieszanki. W tym celu ocenimy zakres zmian wartości parametru SHRT FT 1.
- Jeśli przy zasilaniu gazem LPG zakres zmian wartości parametru SHRT FT 1 mieści się w zakresie $\pm 3\%$ (rys.31), to oznacza, że układ regulacji składu mieszanki pracuje prawidłowo.
- Jeśli przy zasilaniu silnika gazem LPG wartości parametru SHRT FT 1 przekraczają chwilowo zakres $\pm 3\%$ i nie przekraczają zakresu $\pm 10\%$ (rys.32), ale takie przekroczenia nie występowały przy zasilaniu benzyną, to oznacza, że układ zasilania gazem pracuje prawidłowo, ale nie jest on tak dobrze dopasowany do danego silnika jak układ zasilania benzyną. Przypuszczam, że jest to przypadłość większości układów zasilania gazem LPG, które nie są



Rys.32 Jeśli podczas jazdy ze stałą prędkością i obciążeniem, przy zasilaniu silnika benzyną lub gazem zakres zmian wartości parametru SHRT FT X (chwilowa korekta dawki paliwa dla bloku cylindrów nr X silnika), nie mieści się w zakresie $\pm 3\%$ (ZP), to oznacza, że układ regulacji składu mieszanki bloku cylindrów nr X silnika, nie radzi sobie z utrzymaniem wymaganego składu mieszanki. Dopuszczalne są tylko rzadko występujące, krótkotrwałe przekroczenia zakresu $\pm 3\%$ (ZP).

dedykowane dla określonej wersji silnikowej danego modelu samochodu.

- Jeśli przy zasilaniu silnika gazem LPG wartości parametru SHRT FT 1 przekraczają zakres $\pm 10\%$, ale takie przekroczenia nie występowały przy zasilaniu benzyną, to oznacza, że jeśli układ zasilania gazem jest sprawny, to jest on źle dopasowany do danego silnika. Sytuację może zmienić wymiana ważnych elementów układu np. wtryskiwaczy lub zmiana sposobu ich przyłączenia do kolektora dolotowego. Jeśli dla montowanych układów wtrysku gazu (określony typ, określonego producenta) taka sytuacja będzie się powtarzać, to warto rozejrzeć się za innym układem zasilania gazem. Ten test, można traktować jak ocenę stopnia dopasowania układu zasilania gazem do danego silnika i jego układu zasilania benzyną. Im zakres zmian wartości parametru SHRT FT X jest większy, tym mniejsza jest sprawność konwertera katalitycznego, większa toksyczność spalin i większe niebezpieczeństwo niekontrolowanego przebiegu procesu spalania, np. detonacji w kolektorze dolotowym.

9.3 Jeśli silnik ma 2 bloki cylindrów, proszę przy tej samej prędkości samochodu powtórzyć czynności opisane w pkt.9.2., wybierając do odczytu parametry SHRT FT 2 i LONG FT 2 dla bloku cylindrów nr 2 silnika. Jeśli silnik ma więcej niż 2 bloki cylindrów, proszę również przy tej samej prędkości samochodu powtórzyć czynności opisane w pkt.9.2., wybierając do odczytu parametry SHRT FT X i LONG FT X, dla kolejnych bloków cylindrów nr X silnika.

9.4 Czynności opisane w pkt.9.2. i 9.3., należy powtórzyć w taki sam sposób, przy każdej z prędkości pojazdu, spośród określonych według zasad podanych w pkt.3.

9.5 Po wykonaniu wszystkich regulacji kończymy pracę czytnika OBDII/EOBD oraz testera do regulacji układu zasilania gazem LPG.

12.2. Procedura regulacji układu zasilania gazem LPG, silnika z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBDII/EOBD, z parametrami SHRT FT X i LONG FT X nieznanego typu

Jeśli będziemy regulować silnik z systemem OBDII/EOBD, nagrany do prawidłowej temperatury pracy, w którym:

- nie stwierdzono uszkodzeń silnika i jego układów;
- wartości parametrów SHRT FT X i LONG FT X zmieniają się w sposób nieznaną dla diagnosty, np. inny niż opisany w tym artykule;

sugerują opisany poniżej sposób postępowania.

1. Przy tych prędkościach i przełożeniach skrzyni biegów, przy których będzie przeprowadzana regulacja układu zasilania gazem LPG, należy przy zasilaniu silnika benzyną określić zakresy zmian wartości parametru LONG FT X.
2. Przez zmianę wartości współczynnika przeliczeniowego $w_{G/B}$ czasu wtrysku benzyny na czas wtrysku gazu, należy tak regulować układ zasilania silnika gazem, aby przy każdej prędkości i przełożeniu skrzyni biegów, przy której jest wykonywana regulacja, zakres zmian wartości parametru LONG FT X, przy zasilaniu silnika gazem, był możliwie najbliższy zakresowi zmian wartości parametru LONG FT X, przy zasilaniu silnika benzyną.
3. Pomijamy ocenę zakresu zmian wartości parametru SHRT FT X.

12.3. Uwaga - regulacja składu mieszanki zasilającej silnik z konwerterem katalitycznym

Na zakończenie przypomnę, że w samochodach wyposażonych w konwerter katalityczny nie wolno wykonywać żadnych regulacji na podstawie zawartości tlenku węgla (CO) i węglowodorów (HC) w spalinach, mierzonych na końcu rury wydechowej. Regulacje takie, ze względu na obecność w układzie wydechowym konwertera katalitycznego spalin, są obarczone bardzo dużym błędem.

Analizator spalin, stosowany do analizy spalin samochodów z konwerterem katalitycznym, służy tylko do oceny składu spalin opuszczających rurę wydechową. Jeśli nie jest on prawidłowy, to na podstawie składu spalin można tylko przypuszczać, który z układów jest tego przyczyną, ale bez posłużenia się innymi urządzeniami diagnostycznymi, nie można wskazać jednoznacznie, czy uszkodzony lub zużyty jest konwerter katalityczny, czy przyczyną jest niesprawność któregoś z układów silnika.