

Badanie przepływomierza powietrza na podstawie informacji z sieci CAN

Stanisław Duer, Konrad ZAJKOWSKI, Zuzana PALKOVA, Ondrej LUKAC

Streszczenie

W artykule zaprezentowano problematykę badania sprawności przepływomierza powietrza i jego wpływ na jakość spalin. Przedstawiono w nim także funkcje i miejsce tego urządzenia w systemie sterowania pracą silnika. Przedstawiono także, że sygnał z tego czujnika jest informacją podstawową dla sterownika w procesie wypracowania dawki paliwa.). Badanie przepływomierzy powietrza wykonano na podstawie badania z wykorzystaniem informacji z sieci CAN.

Słowa kluczowe: czujniki silnika, sterowanie silnika, mapy robocze silnika, diagnostyka pojazdu.

Wstęp

Uzyskanie wysokiej jakości czystości spalin z silników samochodowych spowodowało konieczność zastosowania trójfunkcyjnych katalizatorów oraz układów EGR. Zneutralizowanie spalin i przebieg reakcji chemicznych w katalizatorze są możliwe wyłącznie wtedy, kiedy skład spalanej mieszanki zmienia się tylko w ściśle określonym zakresie nazywa się „okienkiem lambda”.

Urządzenie sterujące oblicza czas wtrysku na podstawie zapisanej w jego pamięci charakterystyki współczynnika λ . Przy zbyt bogatej mieszance czas wtrysku jest zmniejszany (zubożanie), a przy zbyt ubogiej czas wtrysku jest wydłużany (wzbogacanie). Proces regulacji trwa nieustannie tak, aby utrzymać odchyłkę od wartości $\lambda = 1$ nie większą niż $\pm 1\%$. Istnieje jednak kilka wyjątków od tej zasady, zwanych zakazami regulacji, aby nie dopuścić do negatywnych skutków dla silnika. Są to: rozruch i faza nagrzewania silnika, przyspieszanie, a często także praca przy pełnym obciążeniu. Zasysane powietrze jest doprowadzone poprzez filtr i przepływomierz powietrza do przepustnicy. Ilość zasysanego powietrza zależy od kąta otwarcia przepustnicy znajdującej się na początku kolektora ssącego.

1. Budowa i zasada pracy przepływomierza powietrza

Przepływomierz powietrza dokonuje pomiaru zasysanego powietrza na podstawie którego określane jest obciążenie silnika (Rys. 1). Powietrze zasysane przez silnik odchyła klapę spiętrzącą, pokonując siłę napięcia sprężyny. Z osią kłapy spiętrzącej sprzężony jest ruchomy styk potencjometru. Więc kąt, o który płytka pomiarowa się odchyła powoduje zmianę oporu potencjometru. Zmiana rezystancji związana jest ze zmianą napięcia od 5 V do 0. Spadek napięcia jest informacją dla jednostki sterującej o położeniu kłapy spiętrzącej, a tym samym o objętości przepływającego powietrza. Aby zapobiec drganiom kłapy spiętrzącej spowodowanymi pulsacjami

zasysanego powietrza w komorze tłumiącej umieszczona jest płytka kompensacyjna.



Rys. 1. Wygląd przepływomierza powietrza typu HFM5

Gdy silnik pracuje, przełącznik pompy jest zasilany napięciem przez znajdujący się w przepływomierzu powietrza zestyk, który jest włączony przez wychyloną przesłonę spiętrzącą. Po zatrzymaniu silnika obwód jest przerywany i nie ma tłoczenia paliwa (nawet przy włączonym wyłączniku zapłonu). Sterownik sprawdza, czy sygnał z przepływomierza powietrza znajduje się w określonym przedziale. Porównuje też aktualną wartość sygnału przepływomierza z przewidywaną wartością obliczoną na podstawie położenia przepustnicy, prędkości obrotowej i stopnia otwarcia zaworu biegu jałowego.

Aby uzyskać idealne warunki spalania paliwa należy kontrolować proporcję w jakiej wtryskiwane jest do cylindra paliwo i tlen. Zawartość tlenu w jednostce objętości powietrza nie jest jednak stała, lecz zmienia się w zależności od temperatury i ciśnienia gazu. Dlatego też komputer silnika samochodowego powinien wiedzieć ile tlenu dostało się do cylindra, aby dobrać do tego odpowiednią ilość paliwa. Tej informacji dostarcza właśnie przepływomierz powietrza współpracujący w układzie zamkniętym z sondą lambda.

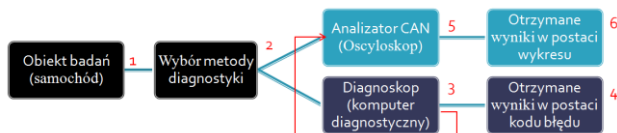
Skład spalin jest mierzony przez sondę lambda. Na podstawie sygnału z sondy oraz pomiaru masowego natężenia

przepływu powietrza, urządzenie sterujące może odpowiednio zmienić ilość wtryskiwanego paliwa, a tym samym skład mieszanki. Usterki przepływomierzy powodują między innymi wyraźny spadek mocy zwłaszcza w pojazdach z silnikami diesla, niewłaściwy skład mieszanki paliwowo-powietrznej oraz wzrost zużycia paliwa. Dlatego tak ważne jest prawidłowe zdiagnozowanie usterki, co nie zawsze jest łatwe, szczególnie w silnikach benzynowych. W przypadku przepływomierzy bardzo przydatnym narzędziem serwisowym jest diagnostyk silnikowy.

Korzystając z nabytego doświadczenia, można nauczyć się interpretacji przebiegów oscyloskopowych pomocnych w ocenie sprawności przepływomierza. Oprócz badań oscyloskopowych sygnału (Rys. 3 i 4) należy zmierzyć napięcia zasilające, a w przypadku przepływomierza z gorącym drutem również prąd rozgrzewający element pomiarowy usuwający z niego zanieczyszczenia. Dodatkowo należy wykonać pomiar rezystancji czujnika temperatury powietrza, o ile został on zamontowany w danym przepływomierzu.

2. System diagnostyczny do badania sprawności przepływomierza powietrza na podstawie informacji z sieci CAN

Rozpoczynając diagnostykę pojazdu należy postępować według określonych zasad. Kolejność wykonywania badań jest bardzo ważna, ponieważ pozwoli to nam na szybką i bezbłędną diagnozę. Na rysunku 2 przedstawiono system diagnostyczny stosowany podczas diagnostyki sieci CAN.



Rys. 2 System diagnostyczny do badania sieci CAN

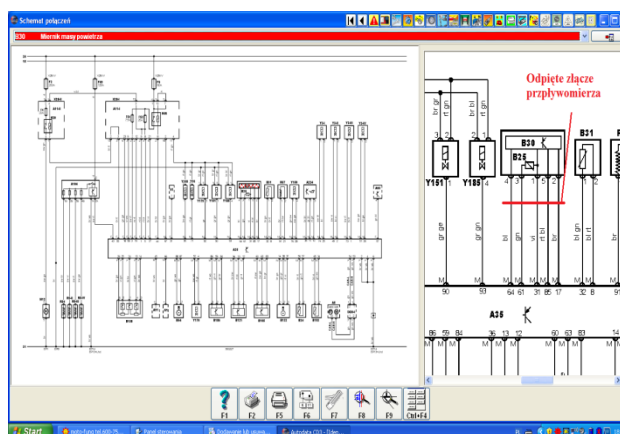
1. Pierwszym elementem systemu diagnostycznego jest obiekt badawczy. Do badań wykorzystano samochód osobowy marki Mercedes-Benz C-klasa (W203) 2.1 CDI C200 o mocy 122 koni mechanicznych z systemem wtrysku Common Rail. Pojazd jest wyposażony w sieć CAN oraz złącze diagnostyczne OBDII.
2. Kolejnym elementem w systemie jest przyjęta metoda diagnostyki. Najszybszą i najbardziej czytelną metodą diagnostyki jest podłączenie interfejsu diagnostycznego do złącza i odczytanie kodów błędów.
3. Trzecim elementem systemu jest zespół urządzeń diagnostycznych. W pracy użyto kilku przyrządów w tym interfejsu diagnostycznego Würth WOW. Po podłączeniu diagnostyki do pojazdu możemy odczytać błędy w postaci kodów błędów. Sposób podłączenia interfejsu oraz znalezienia złącza diagnostycznego zostanie przedstawione w dalszej części.
4. Większość interfejsów diagnostycznych oprócz podania kodów błędów w postaci ciągu liter i cyfr posiada opisy błędów, które są czytelnie opisane. W sytuacji, gdy interfejs nie posiada opisów kodów błędów możemy

skorzystać ze specjalistycznych baz danych na przykład Autodata. Istnieje możliwość samodzielnego rozszyfrowania kodów błędów według określonych zasad.

5. W sytuacji, gdy awarii ulegnie magistrala CAN nie możemy odczytać kodów błędów. W pierwszej kolejności należy upewnić się, czy interfejs jest odpowiednio podłączony oraz czy jest zasilanie interfejsu. Jeżeli interfejs jest zasilany i odpowiednio podłączony możemy przypuszczać, że awarii uległa magistrala danych. W niektórych przypadkach będziemy mogli odczytać błąd, ale będzie to tylko błąd o awarii sieci CAN. Aby sprawdzić stan magistrali CAN musimy podłączyć oscyloskop dwukanałowy lub analizator sieci CAN.
6. Otrzymane wyniki będą przez oscyloskop w postaci wykresu przebiegów sygnałów w dwóch przewodach sieci CAN lub w postaci szesnastkowej z analizatora sieci CAN.

3. Badanie sprawności przepływomierza powietrza na podstawie informacji z sieci CAN

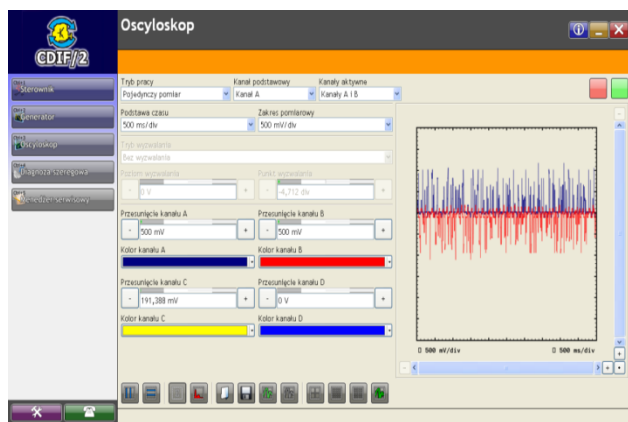
Kolejnym badaniem sieci CAN jest jej diagnostyka przy uszkodzeniu przepływomierza powietrza. Podobnie jak w przypadku awarii czujnika ciśnienia doładowania, uszkodzenie została zasymulowane po przez odłączenie złącza przepływomierza powietrza. Rysunek 3 przedstawia okno programu Autodata z pokazanym miejscem rozłączenia przepływomierza powietrza. Wykres na przewodach magistrali CAN nie jest dość czytelny. Specjalista nie jest w stanie z wykresu sygnałów odczytać informacji na temat kodu błęd (Rys. 4). Zmieniając podstawę czasu można uzyskać dokładniejszy wykres. Niestety, pomimo wielu prób odczytania błęd z przebiegu sygnału nie było możliwości odnalezienia w paczce danych bitów odpowiadającym kodom błędów. Po podłączeniu urządzenia diagnostycznego otrzymano ekran z kodem błęd oraz jego opisem (Rys. 5).



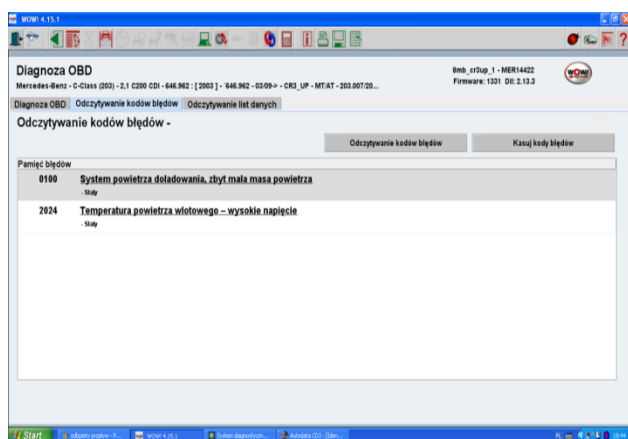
Rys. 3. Okno programu Autodata pokazane miejsce odłączenia złącza przepływomierza powietrza

Przepływomierz powietrza służy do pomiaru ilości zasysanego powietrza. Na podstawie sygnału z przepływomierza, można określić stopień obciążenia silnika w określonej chwili. Dzięki tej informacji sterownik jednostki

napędowej wie, jaką ilość paliwa należy podać do silnika, aby skład mieszanki paliwowo-powietrznej był optymalny.



Rys. 4. Przebieg sygnału na magistrali CAN podczas awarii przepływomierza powietrza



Rys. 5. Błąd zapisany w sterowniku silnika podczas odpięcia przepływomierza powietrza

W przewodzie dolotowym zasysanego powietrza zamontowany jest cienki drucik rozgrzewany do temperatury około 100°C. W zależności jaka ilość zasysanego powietrza opływa ten drucik, z taką intensywnością drucik jest chłodzony. Urządzenie elektroniczne dąży do utrzymania stałej temperatury drucika. Im zapotrzebowanie energii na ogrzewanie drucika jest większe tym przepływ powietrza jest większy.

4. Wnioski z badania sprawności przepływomierza powietrza na podstawie informacji z sieci CAN

Aby zasymulować awarię przepływomierza powietrza, odłączono jego złącze wielopinowe (Rys. 3). Podobnie jak w przypadku błędu czujnika ciśnienia doładowania podjęto próbę odczytania informacji o błędzie z wykresu przebiegu sygnału na magistrali CAN (Rys. 5).

Miernik masy powietrza

Zaciski	Kolor przewodu/numer	Warunek sprawdzania	Wartość orientacyjna	Wskaźówka
M17 i masa	br i masa	Zapłon włączony	11-14 V	12, 13
M85 i masa	rł/bl i masa	Zapłon włączony	1 V	13, 14
M85 i masa	rł/bl i masa	Silnik na biegu jałowym	1,9 V	13, 14

Wskaźówki

12. Sprawdzić napięcie zasilania. Sprawdzenie złącza wielostykowego komputera sterującego silnika po stronie wiązki przewodów. Ponieważ piny złącza wielostykowego komputera sterującego są bardzo małe, najlepiej zastosować zestaw pomiarowy.
13. Zawiera czujnik temperatury powietrza zasysanego.
14. Sprawdzić napięcie sygnału. Sprawdzenie złącza wielostykowego komputera sterującego silnika po stronie wiązki przewodów. Ponieważ piny złącza wielostykowego komputera sterującego są bardzo małe, najlepiej zastosować zestaw pomiarowy.

Rys. 6. Okno programu Autodata- sposób sprawdzenia przepływomierza powietrza

Niestety, odczytanie tej informacji z całej paczki danych okazało się być nie możliwym. Aby odczytać kod błędu podłączono urządzenie diagnostyczne Wurth WOW. Po wybraniu pojazdu oraz systemu odczytano kod błędu wraz z opisem (Rys. 5). Rysunek 6. przedstawia okno programu Autodata. Przedstawione zostały tam wskazówki sprawdzenia przepływomierza oraz instalacji elektrycznej. Czynnności te należy wykonać przed wymianą przepływomierza powietrza, aby specjalista mógł być pewny swojej diagnozy. Wartości uzyskane z badań należy porównać z wartościami z wartościami serwisowymi pojazdu.

5. Podsumowanie

Badanie stanu sprawności przepływomierza powietrza wymaga specjalistycznego oprzyrządowania warsztatowego. Porządne w tym względzie są dobre diagnostyki wyposażone w monitory ekranowe. We wstępnych badaniach mógłby wystarczyć oscyloskop dobrej klasy z funkcją pamięci. Stan techniczny przepływomierza jest podstawą w ocenie stanu pracy całego systemu silnika, a na pewno przy ocenie EGR, wypracowania dawki paliwa oraz jakości emitowanych spalin z silnika. Parametry sprawnego przepływomierza są następujące.

- Sprawni przepływomierz powinien charakteryzować się następującymi parametrami sygnałów elektrycznych:
 - pomiędzy pinem 2 i masą pojazdu: 12 V (zasilanie pojazdu),
 - między pinem 4 i 3: 5 V (napięcie czujnika),
 - pomiędzy pinem 5 i 3: 1,00 ± 0,02 V (napięcie wyjścia)- przy zerowym przepływie powietrza,
 - przepływomierz powietrza mierzy napięcia od ok. 1,0 do 4,4 V pomiędzy biegiem jałowym i całkowitym otwarciem przepustnicy.
- Uszkodzony przepływomierz powietrza powoduje:
 - wysyłanie fałszywych sygnałów do sterownika silnika, co prowadzi do wysyłania fałszywych informacji do innych podzespołów,
 - silnik przechodzi w rodzaj pracy „zastępczych sygnałów sterujących”,

- obniżenie mocy silnika oraz jego nierównomierną pracę, zwłaszcza w fazie przyspieszania,
- większe zużycie paliwa, co zwykle prowadzi do nadmiernej emisji spalin oraz uszkodzenia katalizatora.

Trwałość przepływomierza masowego jest obliczona na ok. 120 tys. km, jednak nieregularne wymiany i stosowanie niskiej jakości filtrów powietrza powoduje, że ulegają one zużyciu nawet po przebiegu 60 tys. km.

Bibliografia

1. Duer S.: *Laboratorium Elektrotechniki samochodowej Tom I.* Wyd. Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2009, str. 199.
2. Duer S., Zajkowski K., Duer R.: *Diagnostyka w układzie zasilania elektrycznego pojazdu samochodowego.* „XV Conference Computer Applications in Electrical Engineering” Poznan University Of Technology, Poznan, April 19-21, 2010, pp. 255-256.
3. Duer S., Duer R., Duer P.: *Tor pomiarowy dla systemu diagnozującego układ sterowania silnikiem samochodowym typu Motronic.* Słupskie XII Forum Motoryzacji „Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska” Słupsk, 2009, str. 79-86.
4. Duer S., Zajkowski K.: *Laboratorium Elektrotechniki samochodowej Tom II.* Wyd. Politechniki Koszalińskiej. Koszalin, 2010, str. 210.
5. Duer S.: *Laboratorium mechatroniki samochodowej.* Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2014. str. 196.
6. Gajek A., Juda Z.: *Czujniki.* WKŁ, Warszawa, 2008.
7. Gładyszek J., Gładyszek M.: *Poradnik diagnostyki samochodowej.* Wyd., Kraków, 2008.
8. Kamiński G., Kosk J., Przyborowski W.: *Laboratorium maszyn elektrycznych.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
9. Kneba Z., Makowski S.: *Zasilanie i sterowanie silników.* WKiŁ Warszawa 2004
10. *Podstawy działania samochodowych instalacji elektrycznych.* Poradnik Serwisowy, nr 1/2006.
11. www.auto-online.pl.

Examination of the air flow meter based on information from the CAN network

Abstract

The article presents the problems of the air flow meter performance testing and its impact on the quality of exhaust gases. It also presents the features and place this device in the engine control system. Also it shows that the signal from the sensor is basic information for the driver in the process of developing fuel delivery. The study of air flow were based on research using information from the CAN network'

Key words: engine sensors, engine control, the engine working maps, vehicle diagnostics.

Prof. nadzw. dr hab. inż. **Stanisław DUER** – Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny

Dr inż. **Konrad ZAJKOWSKI** – Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny

Prof. dr hab. inż. **Zuzana PALKOVA** – Slovaca University Agriculture of Nitra, Department of Technical

Dr hab. inż. **Ondrej LUKAC** – Slovaca University Agriculture of Nitra, Department of Technical