

Możliwości diagnozowania silnika Fiat 1.3 JTD MultiJet

Konrad Prajowski

Streszczenie

W artykule przedstawiono przykładowe pomiary czujników oraz elementów wykonawczych silnika o zasilaniu systemem Common Rail na przykładzie silnika Fiat 1.3 JTD MultiJet. Pomiarów dokonano za pomocą różnych urządzeń diagnostycznych jak np. multimetrem czy oscyloskopem. Czasami sam odczyt kodów błędów za pomocą testera diagnostycznego nie wystarcza i trzeba sprawdzić przebiegi sygnałów za pomocą oscyloskopu, co przedstawiono w niniejszym artykule.

Słowa kluczowe: diagnostyka silnika, sensoryka, aktoryka, przebiegi sygnałów oscyloskopowych.

Wstęp

Współczesny samochód jest systemem technicznym budowanym przy wykorzystaniu najnowszych osiągnięć wielu dziedzin nauki, a przede wszystkim mechaniki i budowy maszyn, elektrotechniki, elektroniki, informatyki oraz chemii. [1]

Wzrost wymagań dotyczących silników spalinowych i dynamiczny rozwój elektroniki sprzyja wprowadzaniu na coraz szerszą skalę elektronicznych układów sterujących wykorzystujących mikroprocesory. Dostępność procesorów elektronicznych o coraz większych możliwościach spowodowała zastosowanie tych układów w systemach kontrolujących różne parametry pracy silnika. Powstała możliwość przechowywania charakterystyk zmian poszczególnych parametrów w zależności od wielu danych wejściowych, a więc jest możliwa wieloparametrowa optymalizacja pracy silnika. Implementacja licznych czujników w połączeniu z dużą mocą obliczeniową komputera pokładowego umożliwiły stałe nadzorowanie pracy silnika i bardzo wczesne wykrywanie ewentualnych niesprawności. [2]

1. Obiekt badań

Jako obiekt badań wybrano silnik Fiata 1.3 JTD, jest to rzędowy, czterocylindrowy, doładowany turbosprężarką z chłodnicą powietrza. Silnik posiada system wysokociśnieniowego elektronicznego wtrysku Common Rail i jest całkowicie sterowany przez centralkę MJD 6JF. Dany obiekt badań znajduje się na wyposażeniu Katedry Eksploatacji Pojazdów Samochodowych Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego.

W celu zrealizowania przyjętego zakresu badań wykorzystano urządzenia diagnostyczne takie jak:

- Multimetr – Brymen BM 338,
- Oscyloskop – Escort 328, Finest 1006,
- Interfejs – CDIF/2.

Celem badań było przedstawienie metod i problematyki diagnozowania urządzeń elektronicznych przy wykorzystaniu różnych urządzeń a na podstawie wyników stwierdzić prawidłowe bądź nieprawidłowe działanie danego elementu oraz ocenę możliwości urządzeń diagnostycznych.



Rys. 1. Obiekt badań - silnik 1.3 JTD MultiJet

2. Sensoryka oraz aktoryka silnika

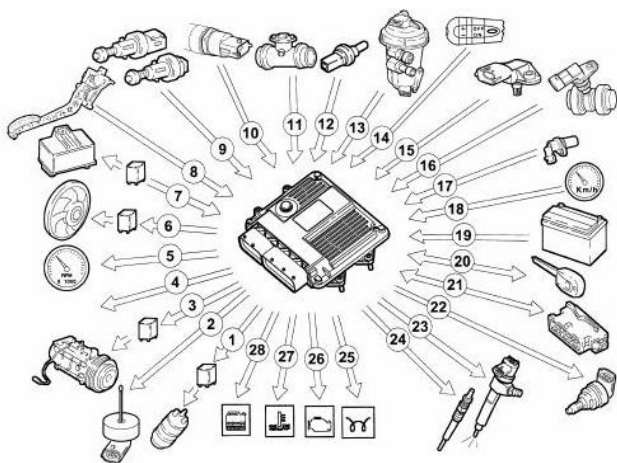
W silniku 1.3 JTD z układem wtryskowym typu Common Rail skomplikowaniu uległ elektroniczny układ sterowania. Sterownik zbiera informacje z szeregu czujników dotyczące m.in. prędkości wału korbowego, położenia wału rozrządu, położenia pedału przyspieszenia, temperatury zassanego powietrza, cieczy chłodzącej itp. i na ich podstawie steruje wszystkimi parametrami silnika, optymalizując osiągi, zużycie paliwa w wyniku reakcji w czasie rzeczywistym na warunki pracy silnika.

Stosowane w pojazdach czujniki mają zbierać informacje o parametrach pracy silnika oraz przetwarzać tę informację na sygnał elektroniczny i dostarczyć do jednostki sterującej. W czasie przetwarzania przez czujniki wielkości fizycznych ϕ i chemicznych w wielkości elektryczne E uwzględniane są zakłócenia Y . Jako wielkości elektryczne rozumieć należy nie tylko prąd i napięcie ale również amplitudę natężenia i napięcia, okres, częstotliwość, czas trwania impulsu drgań elektrycznych, indukcyjność, rezystancję i pojemność [3].

Czujniki można opisać równaniem:

$$E = f(\phi, Y1, Y2, \dots) \quad (1)$$

Występują dwa rodzaje czujników – pasywne i aktywne. Czujnik pasywny przekazuje do sterownika sygnał niezmieniony, dlatego wystarczają im tylko dwa styki elektryczne. Przykładem takiego czujnika może być czujnik indukcyjny prędkości obrotowej, czujnik temperatury. Natomiast sygnał czujnika aktywnego zanim dotrze do sterownika jest przekształcany w układzie elektronicznym.



Rys. 2. Przepływ informacji na wejściu/wyjściu sterownika[4]

Czujniki muszą zapewnić wysoką dokładność pomiarową, poza tym muszą charakteryzować się trwałością, niskimi kosztami wytworzenia i eksploatacji. Wymagana trwałość wynika z warunków pracy takich jak wysoka i niska temperatura w zakresie od -40 do +140°C, zanieczyszczenie takie jak piasek, pyły, sól, woda i płyny eksploatacyjne, przyspieszenia wibracyjne do 30 g oraz wysoki poziom zakłóceń elektromagnetycznych. [5]

Na podstawie sygnałów otrzymanych z licznych czujników, centralka steruje siłownikami do niej połączonymi, zarządzając układami:

- zasilania paliwem,
- zasilania powietrzem,
- podgrzewaniem świec żarowych,
- chłodzeniem silnika,
- podgrzewaniem paliwa.

3. Diagnostyka elementów elektronicznych

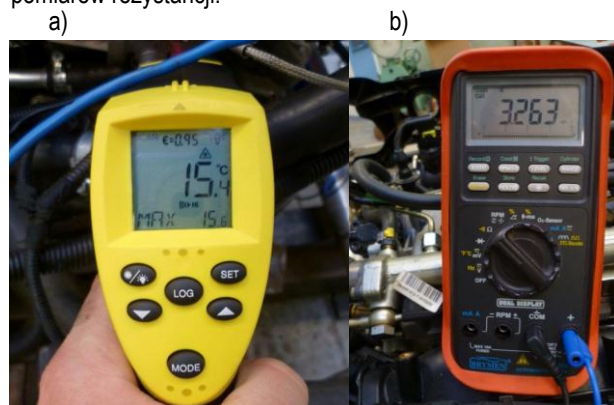
Czujniki i nastawniki w otoczeniu sterownika składają się między innymi z rezystorów i cewek, które z punktu widzenia techniki pomiarowej są dobrze mierzalne za pomocą miernika uniwersalnego, a w trudniejszych przypadkach za pomocą oscyloskopu.

Podczas badania świecy żarowej należy zmierzyć rezystancję pomiędzy końcówką łączącą, a obudową metalową jak na rysunku poniżej. Przed pomiarem należy świecę starannie oczyścić z korozji, zanieczyszczeń, oleju oraz lakieru.

Diagnostyka czujnika temperatury cieczy chłodzącej w pierwszej kolejności polega na sprawdzeniu wykazu parametrów bieżących i porównaniu ze wskazaniem termometru. Jeżeli czujnik podaje fałszywą wartość

temperatury, a w pamięci diagnostycznej nie zarejestrowano usterki, należy zmierzyć napięcia na włożonej wtyczce czujnika.

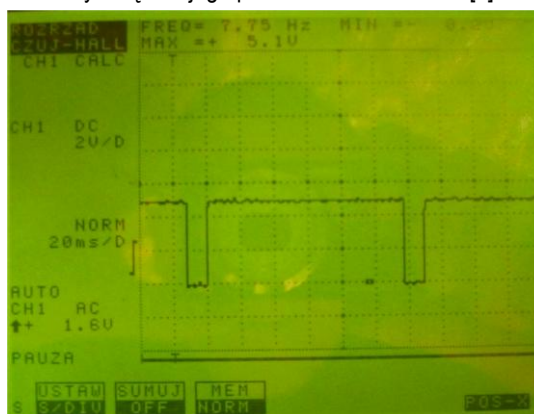
Wartość pomiarowa 0V oznacza przerwanie przewodu do sterownika lub uszkodzenie sterownika. Czujnik oraz przewody prowadzące do sterownika, można również mierzyć za pomocą pomiarów rezystancji.



Rys. 3. Wynik pomiaru, a – temperatury silnika, b – rezystancji czujnika

Często pomiar prądu czy napięcia nawet wysokiej klasy multimetrem nie jest wystarczający i nie daje jednoznacznej odpowiedzi na pytanie dotyczące stanu i działania badanego urządzenia. Przy szybkich zmianach napięcia i prądu multimetr jest bezradny, ponieważ dokonuje tylko od dwóch do trzech pomiarów na sekundę. Do pomiaru sygnałów szybkozmiennych lub krótkotrwałych przerw spowodowanych chwiejnym stykiem jest niezbędny oscyloskop. Tym bardziej, że możemy mieć do czynienia z prądem impulsowym, przemiennym, odkształconym. Wtedy konieczna będzie obserwacja postaci sygnału przy użyciu oscyloskopu.

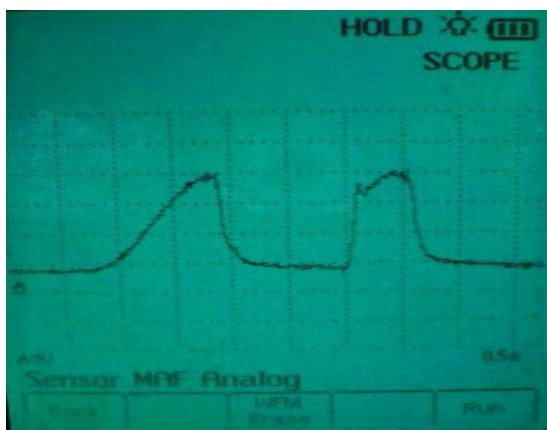
Pierwszy etap posługiwania się oscyloskopem, polega na sprawdzeniu czy dany element wysyła prawidłowy sygnał. Przykładem może być czujnik Halla pracujący jako czujnik prędkości i położenia wałka rozrządu. Na ekranie oscyloskopu należy spodziewać się prostokątnego przebiegu sygnału o amplitudzie zbliżonej do napięcia zasilania czujnika. Brak takiego przebiegu sygnału świadczyć będzie o jego uszkodzeniu. Silnik z uszkodzonym czujnikiem nie da się uruchomić. Natomiast jeżeli do uszkodzenia dojdzie w czasie pracy silnika nie spowoduje to jego zatrzymania lecz niemożliwym będzie jego ponowne uruchomienie [6].



Rys. 4. Przebieg sygnału z czujnika Halla, uzyskanego podczas badania na biegu jałowym

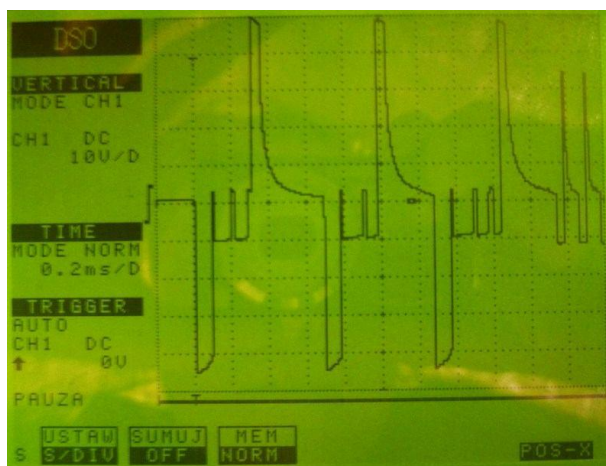
W celu weryfikacji poprawności działania czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej wału korbowego należałoby przeprowadzić następujące czynności:

- sprawdzenie kształtu zębów i szczeliny powietrznej,
- kontrole wzrokową kształtu czujnika,
- pomiar rezystancji cewki czujnika na czujniku odłączonym i wyłączonym silniku a następnie porównaniu wyników z danymi producenta,
- sprawdzenie indukowanego sygnału z użyciem oscyloskopu przy uruchomionym silniku w różnych zakresach jego pracy poprzez pomiar częstotliwości, amplitudy napięcia i stabilności sygnału oraz obserwację kształtu przebiegu i porównanie z danymi producenta.



Rys. 5. Uzyskany przebieg sygnału z przepływomierza powietrza podczas przyspieszania

Pierwszym testem, jakiemu poddawane są wtryskiwacze systemu Common Rail jest badanie ich parametrów elektrycznych. W tym celu należy posłużyć się multimetrem,

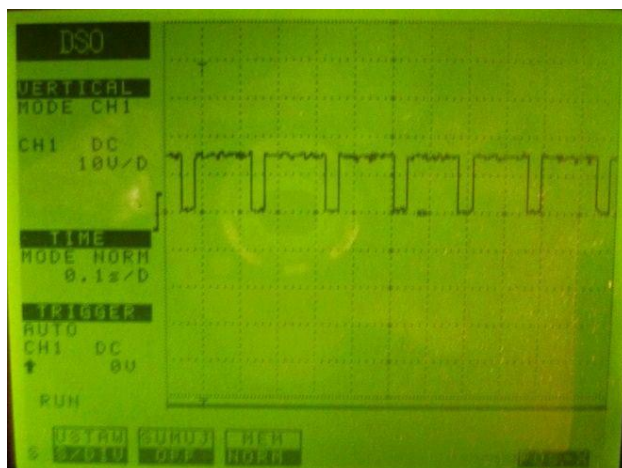


Rys. 6. Przebieg sygnału na wtryskiwacza podczas badania

którym można zmierzyć oporność czy indukcyjność wtryskiwacza. Niezależnie od typu wtryskiwacza rezystancja pomiędzy stykami elektrycznymi, a jego korpusem powinna być nieskończenie duża. Następnie sprawdza się przewody elektryczne od wtryskiwacza do sterownika czy aby nie są zwarte wzajemnie, lub czy nie są zwarte z masą. Jeżeli parametry elektryczne wtryskiwacza są właściwe i przewody

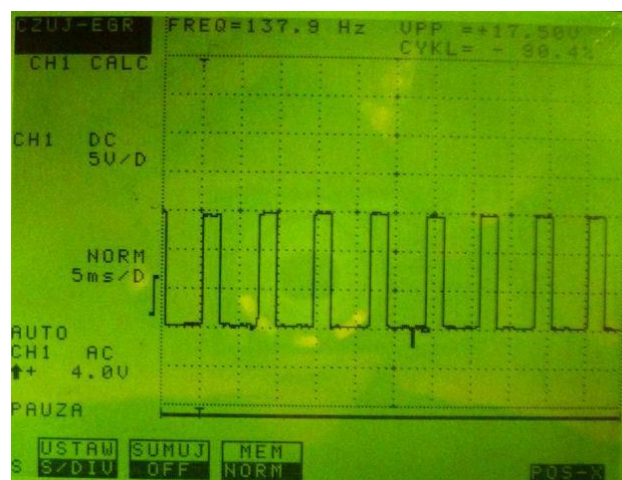
elektryczne są sprawne pozostaje tylko sterownik jako możliwa przyczyna usterki.[7]

Diagnostowanie regulatora ciśnienia paliwa odbyć się może poprzez podłączenie oscyloskopu do styków regulatora i odczytaniu wartości stopnia jego otwarcia. Podczas pracy na biegu jałowym powinien on wynosić około 18-20%, a przy silniku wyłączonym około 25%. Ze względu na to, że czujnik ciśnienia paliwa i regulator ciśnienia znajdują się w zasobniku paliwa mają one wspólny parametr. Na tej podstawie ich wartości w pewnym zakresie powinny sobie odpowiadać. Do zweryfikowania tego można oprzeć się na parametrach bieżącej pracy silnika.[8]



Rys. 7. Przebieg sygnału na regulatorze ciśnienia paliwa uzyskany podczas pomiarów

Diagnostykę zaworu EGR przeprowadzono sprawdzając przebieg sygnału oscyloskopem wpinając się w gniazdo zaworu. W czasie diagnostyki silnik pracował na biegu jałowym oraz na podwyższonych obrotach. Dodatkowo korzystając z interfejsu diagnostycznego CDIF/2 przeprowadzono test zaworu w czasie zatrzymanego silnika, który polegał na kilkakrotnym załączeniu zaworu. W czasie testu wyraźnie słyszalna była jego praca, co świadczy o jego dobrym stanie.



Rys. 8. Przebieg sygnału na zaworze EGR

Wnioski

Zasadniczym celem badań opisanych w artykule jest przedstawienie metod diagnostyki oraz pomiarów sensoryki i aktoryki w poszukiwaniu ich usterek. Ponadto podjęto się interpretacji niektórych wyników badań.

Multimetru użyto jedynie do pomiaru rezystancji świec żarowych, czujnika temperatury silnika, czujnika temperatury paliwa oraz nagrzewnicy paliwa. W przypadku świec żarowych i nagrzewnicy paliwa był to pomiar wystarczający do stwierdzenia ich stanu sprawności. Natomiast w przypadku czujników temperatury silnika i paliwa należałoby przeprowadzić kilka pomiarów przy różnych temperaturach. Pozwoliłoby to zaobserwować czy rezystancja zmienia się wraz z temperaturą i czy zmiana ta przebiega podobnie z charakterystyką danego czujnika. Oscyloskopu użyto do diagnostyki czujników: indukcyjnego, Halla, ciśnienia paliwa, ciśnienia czynnika w kolektorze dolotowym. Wykorzystano go również do diagnostyki trzech elementów wykonawczych a mianowicie zaworu EGR, regulatora ciśnienia paliwa i wtryskiwaczy paliwa.

Przy pomocy interfejsu CDIF/2 sprawdzono czy w pamięci sterownika zostały zapisane kody błędów. Następnie dokonano obserwacji parametrów bieżących. Funkcja ta pozwala określić czy czujniki wytwarzają prawidłowe sygnały.

Na koniec dokonano testu elementów wykonawczych, który w przypadku badanego silnika ograniczał się do zaworu EGR, silniczka wentylatora. W czasie testu słyszalna była praca wymienionych elementów.

Bibliografia

1. Gajek A., Juda Z.: *Czujniki*. WKiŁ, Warszawa 2009.
2. Merkiś J., Mazurek St.: *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych*. WKiŁ, Warszawa 2007.
3. Bosch: *Czujniki w pojazdach samochodowych*. WKiŁ, 2002.
4. Zembowicz J.: *Fiat Panda*. WKiŁ, Warszawa 2008.
5. Dziubiński M.: *Elektroniczne układy pojazdów samochodowych*. Lublin 2003.
6. Myszkowski S.: *Diagnostyka czujnika ciśnienia absolutnego w kolektorze dolotowym silnika-cz.1*. Auto Elektro NR 100/02.2009.
7. Günther H.: *Układy wtryskowe Common Rail w praktyce warsztatowej*. WKiŁ, Warszawa 2010.
8. Chmiel D.: *Diagnostyka układu zasilania common rail w silnikach ZS*. Auto Moto Serwis 6/2009.

Possibilities of diagnose Fiat 1,3 JTD MultiJet engine

Abstract

Article describes examples sensors measurements and performances elements Common Rail Fiat 1,3 JTD MultiJet engine. Measurements has been carried out with various diagnostic devices for example multimeter or oscilloscope. Sometimes error code reading by using diagnostic testing machine is not enough and it is necessary to check signals oscilloscope graphs what describes present article.

Key words: engine diagnostic, sensory testing, actuator technology, oscilloscope signals graphs.

Autorzy:

Dr inż. **Konrad Prajowski** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie