

Wpływ modułu zewnętrznego tzw. Box'a na skład spalin silnika z zapłonem samoczynnym

Konrad Prajowski

Słowa kluczowe: silniki spalinowe, moc, moment obrotowy, spaliny, chiptuning, box.

Streszczenie

W artykule opisany został wpływ modułu zewnętrznego tzw. Box'a na skład spalin silnika Fiat 1.3 JTD MultiJet oraz ROVER 2.0 CDTi przy jednoczesnym pomiarze mocy i momentu obrotowego.

Wstęp

Wraz z pojawieniem się na rynku pojazdów wyposażonych w układy wtryskowe z elektronicznym układem sterowania EDC (Electronic Diesel Control) pojawiła się możliwość wprowadzania zmian w fabrycznym programie sterującym pracą silnika. Daje to możliwość dokładnego oraz zróżnicowanego kształtowania przebiegu spalania.

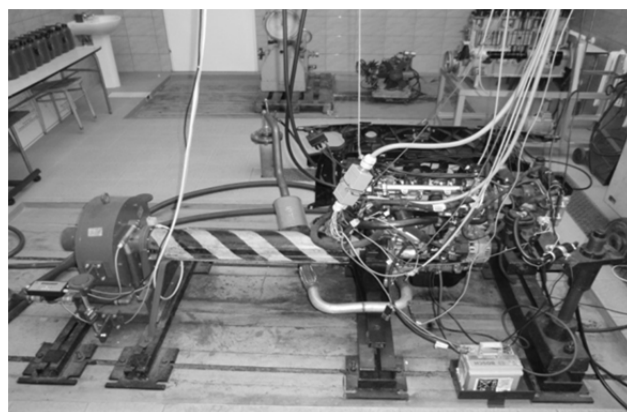
Z stopniowym rozwojem EDC pojawiły się różne metody ingerencji w program sterujący silnikiem m.in. wymiana programu w pamięci EEPROM, podłączenie zewnętrznych modułów tzw. box'y, oraz najbardziej popularne obecnie programowanie przez złącze diagnostyczne EOBD (European On Board Diagnosis).

W Katedrze Eksploatacji Pojazdów Samochodowych podczas badań na silniku 1.3 JTD zastosowano box zmieniający parametry czujnika ciśnienia na zasobniku wysokiego ciśnienia paliwa Common Rail. Moduł ten został podłączony pomiędzy czujnik ciśnienia, a złącze tego czujnika. Natomiast podczas badań na silniku 2.0.CDTi Rover 75 zastosowano box zmieniający czas wtrysku w wtryskiwaczach układu Common Rail. Moduł ten został podłączony pomiędzy przyłącze wtryskiwacza, a sam wtryskiwacz. W ten sposób nie uszkodzono instalacji elektrycznej ani nie ingerowano bezpośrednio w mapy wtrysku paliwa.

Zastosowanie box'ów w pojazdach na gwarancji posiada wady i zalety w zależności od punktu spojrzenia serwisu czy użytkownika. W przypadku stosowania zewnętrznych modułów w pojazdach na gwarancji i uszkodzenia jakiegoś zespołu, jest to nie do udowodnienia użytkownikowi, że stosował box'a do zwiększenia mocy i momentu silnika [1].

1. Stanowisko badawcze

Ośrodki badawcze w celu określenia rzeczywistych parametrów silnika takich jak: moc, zużycie paliwa, itp. noszących nazwę parametrów roboczych silnika wykonują określone eksperymenty w specjalnym laboratorium na stanowisku badawczym, zwanym hamownią silnikową przy pomiarze bezpośrednim na wale korbowym silnika lub pomiarze pośrednim za pomocą hamowni podwoziowej mierząc parametry na kole i uwzględniając straty w układzie napędowym.



Rys. 1. Stanowisko badawcze z silnikiem FIAT 1.3JTD MultiJet



Rys. 2. Pomiar na hamowni podwoziowej VT-2 w firmie V-tronic

Zależnie od potrzeb, zakres badań może być bardzo rozmaity: od prymitywnych pomiarów mocy i zużycia paliwa, do skomplikowanej problematyki naukowej w zależności od wyposażenia hamowni silnikowej.

W Katedrze Eksploatacji Pojazdów Samochodowych ZUT w Szczecinie przeprowadzono doświadczenia dla silnika Fiat 1.3 JTD z układem zasilania paliwa typu Common Rail na stanowisku badawczym przedstawionym na rysunku 1.

Dla silnika Rover 2.0.CDTi wyposażonego w układ zasilania paliwem typu Common Rail badania zostały przeprowadzone na hamowni podwoziowej jednoosiowej V-tech VT-2 w firmie

V-tronic w Szczecinie. Hamownia ta umożliwia pomiar mocy i momentu obrotowego w trybie inercyjnym i przedstawia parametry za pomocą programu DynaVTECH.

Podczas badań wykorzystano manometr (rys.3.) do pomiaru rzeczywistego ciśnienia paliwa w zasobniku wysokiego ciśnienia Common Rail oraz interfejs CDIF2 z programem w celu



Rys. 3. Manometr do badania wysokiego ciśnienia Common Rail na silniku FIAT 1.3JTD

podglądu parametrów na sterowniku silnika FIAT 1.3 JTD MultiJet, natomiast do badań silnika Rover 2.0 CDTi wykorzystano interfejs oraz oprogramowanie TestBook T4 do pomiaru rzeczywistych parametrów na sterowniku (rys. 4.).



Rys. 4. Odczyt danych sterownika za pomocą TestBooka T4

Natomiast do pomiaru zadymienia wykorzystano dymomierz MAHA MDO2 oraz analizator spalin IMR 1500 (rys. 5).

2. Zewnętrzny moduł typu „box”



Rys. 5. Odczyt danych za pomocą analizatora spalin IMR 1500

Jest to zarazem najprostsza i najmniej efektywna metoda zwiększania osiągnięć pojazdu. Jej prostota polega na tym, że taką modyfikację może wykonać każdy stosując się do instrukcji montażu. Nie potrzeba przeprowadzać odczytu programu jak w przypadku opisywanych poprzednich metod. Zewnętrzny moduł (box) jest podłączany między sterownik EDC a czujnik ciśnienia lub wtryskiwacze paliwa. Zatem nie ulega zmianie program sterujący, ale zostaje on „oszukany” przez moduł wymuszając na EDC inne wartości sygnałów sterujących urządzeniami wykonawczymi.



Rys. 6. Klasyczny box wykorzystany dla silnika Fiat 1.3 JTD

Zważywszy, że takie moduły mają na stałe wgrane ustawienia nie w każdym przypadku efekt jest zauważalny. Przyrost mocy i momentu obrotowego waha się w granicach 2-10% w przypadku silników doładowanych, w jednostkach wolnosących przyrosty osiągnięć będą jeszcze mniejsze.



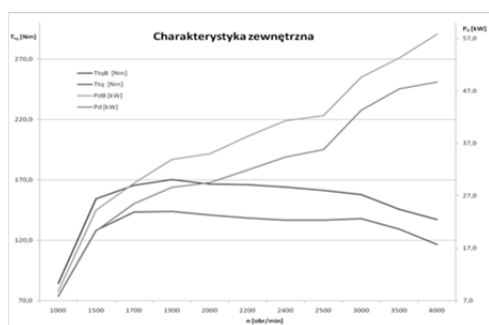
Rys. 7. Podłączenie boxa PBCR4B1-CDTI 96 do wtryskiwaczy
Wynika to z sposobu realizacji modyfikowanego programu. Nie podlegają zmianie wszystkie mapy bitowe elementów wykonawczych, ale tylko wybrane takie jak dawka wtrysku czy ciśnienie powietrza doładowanego. Nie dokonywane są również niezbędne dla poprawności pracy silnika korekty w modyfikowanych mapach. Niski przyrost osiągnięć jest adekwatny do niskiej ceny takiego modułu..

Dla silnika Fiat 1.3 JTD wykorzystany został klasyczny box(rys.6.), który oszukiwał sterownik o rzeczywistym ciśnieniu paliwa w zasobniku Common Rail. W przypadku boxa PBCR4B1-CDTI 96 jest to moduł dedykowany do tego konkretnego silnika Rovera 2.0 CDTi (rys.7.), który nie ingeruje w program sterujący silnika. Program sterujący z box'a wprowadzał zmiany w czasie wtrysku, a dokładnie wydłużał ten czas.

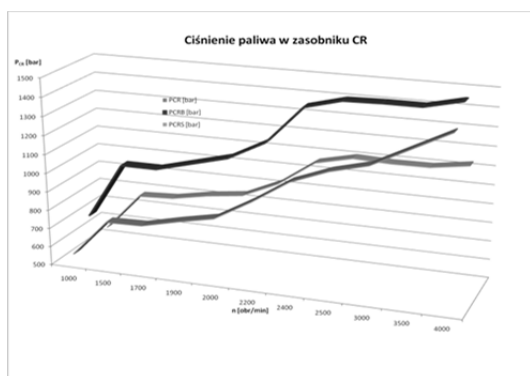
Największą wadą box'ów oraz Digital Power Pack'ów jest ich wpływ na trwałość jednostki napędowej. Silniki z mocno zmodyfikowanymi box'ami są narażone na usterki spowodowane głównie przekroczeniem wartości krytycznych obrotów turbosprężarki oraz złym dawkowaniem paliwa [2].

3. Analiza otrzymanych wyników

Podczas badań przeprowadzono modyfikacje parametru ciśnienia paliwa na zasobniku paliwa Common Rail dla sterownika Magneti Marelli 6.JF.S1 1.3 JTD za pomocą klasycznego urządzenia zewnętrznego tzw. box'a (rys.6.) w celu zwiększenia mocy oraz momentu obrotowego w całym zakresie prędkości obrotowych.

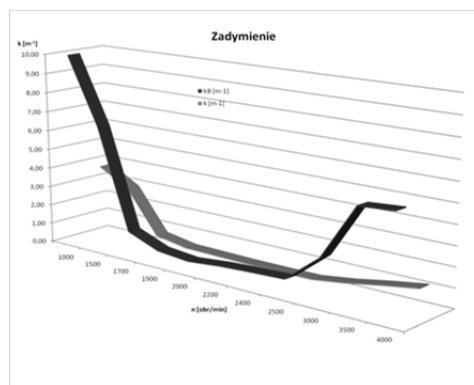


Rys. 8. Zestawienie charakterystyk zewnętrznych dla silnika Fiat 1.3 JTD



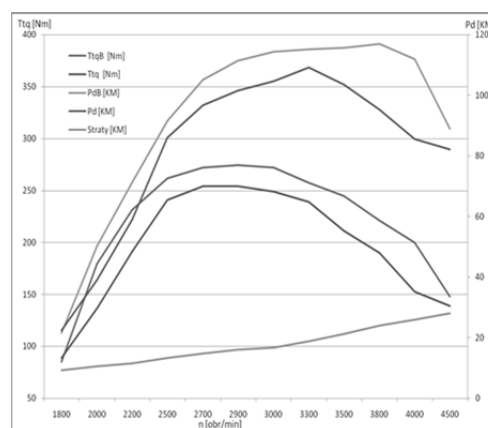
Rys. 9. Zestawienie ciśnienia paliwa dla silnika Fiat 1.3 JTD PCR – ciśnienie paliwa w zasobniku oraz sterowniku bez box'a, PCRB – ciśnienie paliwa w zasobniku z box'em, PCRS – ciśnienie paliwa w parametrach sterownika silnika z box'em

Na podstawie pomiarów uzyskanych przy użyciu hamowni podwozowej dla silnika Fiat 1.3 JTD sporządzono wykresy z porównaniem charakterystyk zewnętrznych (rys. 8.), ciśnienia paliwa (rys.9.) oraz zadymienia.(rys.10.)



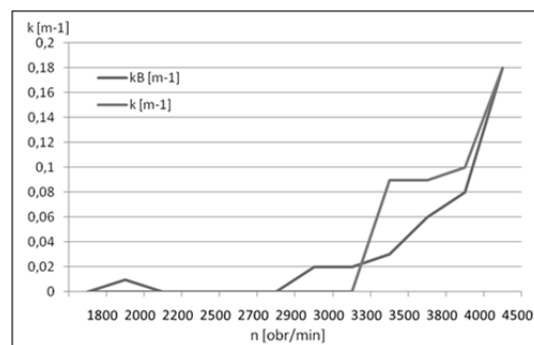
Rys. 10. Wykres zadymienia spalin dla silnika Fiat 1.3 JTD

W trakcie badań silnika Rovera 2.0 CDTi przeprowadzono modyfikacje parametru wydłużenia czasu otwarcia wtryskiwacza Common Rail w stosunku do czasu wyjściowego ze sterownika silnika za pomocą tzw. box'a (rys.7) w celu zwiększenia mocy oraz momentu obrotowego w całym zakresie prędkości obrotowych.

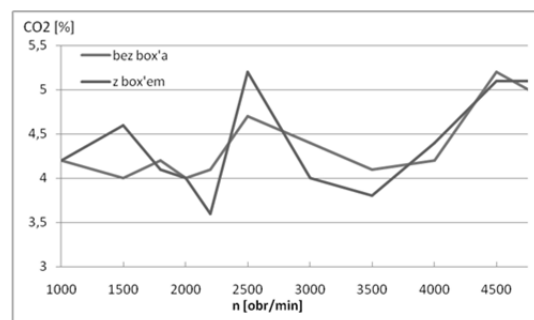


Rys. 11. Zestawienie charakterystyk zewnętrznych dla silnika Rovera 2.0 CDTi

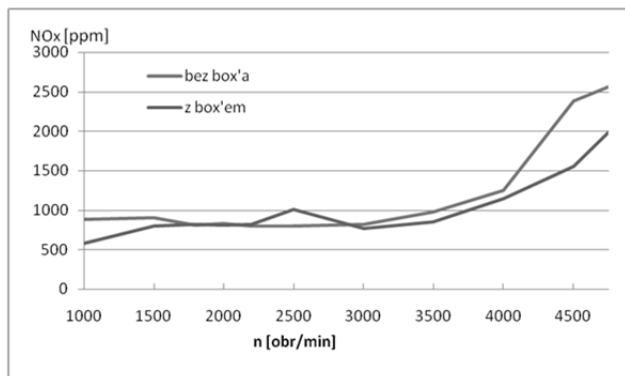
Pomiary uzyskane przy użyciu hamowni podwozowej jednoosiowej V-tech VT-2 wykorzystano do sporządzenia wykresów z porównaniem charakterystyk zewnętrznych (rys. 11.), zadymienia spalin (rys. 12.), dwutlenku węgla (rys. 13.) oraz tlenków azotu w spalinach (rys. 14.).



Rys. 12. Wykres zadymienia spalin dla silnika Rovera 2.0 CDTi



Rys. 13. Wykres dwutlenku węgla w spalinach dla silnika Rovera 2.0 CDTi



Rys. 14. Wykres tlenków azotu w spalinach dla silnika Rovera 2.0 CDTi

4. Wnioski

W artykule opisane zostały moduły zewnętrzne tzw. box'y i ich wpływ w pierwszym przypadku na zmianę ciśnienia w zasobniku wysokiego ciśnienia Common Rail, a zarazem na przyrost mocy o około 18,7% oraz momentu obrotowego o 18,37% (rys.8.) silnika Fiat 1.3 JTD MultiJet przy nieznacznym zwiększeniu zadymienia spalin (rys.10) przy 1700÷2500 obr/min i znaczącym do 1700 obr/min oraz powyżej 2500 obr/min, co zwiększa zanieczyszczenie otaczającego nas środowiska.

W drugim przypadku wpływ na przyrost mocy o około 7,25% oraz momentu obrotowego o 7,94% (rys.11.) silnika Rover 2.0 CDTi przy nieznacznym zmniejszeniu zadymienia spalin średnio o $0,11\text{m}^{-1}$ przy 3500÷4000 obr/min (rys.12). Podczas przyspieszania rzeczywiście można było zaobserwować większą zmianę zadymienia (zarówno bez podłączonego box'a, jak i przy podłączeniu), jednak było to wahanie rzędu $\pm 0,3\text{m}^{-1}$. Sama różnica między dwoma pomiarami zadymienia jest nieznaczna, właściwie nie dostrzegamy tego. Jedyną różnicą jest taka, że w samochodzie przy zamontowanym box'ie już przy 2000 obr./ min. dostrzegamy niewielkie zadymienie, a przy zdemonstrowanym box'ie zadymienie silnika widoczne jest przy 3500 obr./ min. Jednak po wyliczeniu średniej z tych pomiarów otrzymujemy ten sam wynik, a więc $0,06\text{m}^{-1}$. Właściwie można w tym momencie wnioskować, iż zadymienie uległo niewielkiej zmianie. Świadczy o tym również inny parametr jakim jest dwutlenek węgla (CO_2) w spalinach. Średnia wartość udziału

dwutlenku węgla w spalinach przed montażem box'a wynosiła 4,4%, a po jego montażu już 194,3%. Jest to niewielka różnica udziału dwutlenku węgla tylko o 0,1%. Szczególnie w zakresie od 2000 obr/min do 3000 obr/min wartości te różnią się względem siebie nawet dwukrotnie, co widać na wykresie dwutlenku węgla w spalinach (rys.13.). Ponadto można zaobserwować, że po podłączeniu box'a spadła ilość tlenu azotu (NO) średnio o 14,9% oraz zmniejszyła się ilość tlenków azotu (NO_x) średnio o 9,3% w porównaniu do pomiaru przed podłączeniem box'a (rys.14.).

Jak widać z wykresów charakterystyk zewnętrznych, to większy przyrost mocy i momentu obrotowego jest dla box'a uniwersalnego zmieniającego ciśnienie paliwa, niżeli czas otwarcia wtryskiwacza.

Bibliografia

1. Słupska E., Słupski M.: „Chip-tuning”, Auto Moto Serwis nr 12/2010, Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa 2007
2. <http://www.44tuning.pl/powerbox-chip-tuning-na-gwarancji-digital-power-pack>
3. Prajwowski K.: Impact of an external, so called Box, module on power and torque of the FIAT 1.3 JTD motor, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 19, No. 1, 2012.
4. Prajwowski K.: Impact of an external, so called Box, module on gases composition of the ROVER 2.0 CDTi engine, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 20, No. 3 2013.

Autorzy:

Dr inż. **Konrad Prajwowski** - Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Influence external Box module on the Diesel engine exhaust

The article described the influence of external module called Box on the engine exhaust Fiat 1.3 JTD MultiJet and ROVER 2.0 CDTi during measure power and torque.

Key words: combustion engines, power, torque, exhaust, Chiptuning, box.