

CORRECTION GENERAL PROFICIENCY OF ENGINE DRIVING HEAVY LOADED TRUCK

Jaromir Mysłowski

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych
Piastów Av. 19, 70-310 Szczecin, Polska
tel.: + 48 91 4494811, fax + 48 91 4494820
e-mail: keps@ ps.pl

Abstract

In paper we present information about method of decrease individual expenditure of fuel by the some types turbocharging We present results of research of engines with different type of charging. We comparis of results and show some trends

More and sharper normalizations in reference to fuel consumption, emission of exhausts gases and the noise determine challenges for designers of vehicles and especially their powertrains. Especially in Europe it becomes visible the intensive activity toward decreasing of the fuel consumption and CO₂ emission. Requirements made an appearance contemporary engines are often opposed, what can be seen clearly if will take under the attention the constantly growing number of cars and difficulties on the run with this connected, and on the other hand, the necessity to limitation of the quantity fuel used up and dismissed to the environment of exhausts gases. The paper concentrates on performance of Volvo engines of the D13A series, in the turbocharged version conventionally, turbocharged additionally sequentially with the utilization of turbo-compressors of the different size and on the comparison of the specific fuel consumption of different engines.

Keywords: combustion engine, turbocharging, individual expenditure of fuel

POPRAWA SPRAWNOŚCI OGÓLNEJ SILNIKÓW NAPĘDZAJĄCYCH SAMOCHODY CIĘŻAROWE DUŻEJ ŁADOWNOŚCI

Streszczenie

W pracy omówiono przykłady dążenia do zmniejszenia jednostkowego zużycia paliwa przez praktyczne zastosowanie doładowania turbosprężarkowego w różnych jego odmianach. Przedstawiono wyniki badań symulacyjnych oraz eksploatacyjnych silników z tymi rodzajami doładowania. Opisano porównanie uzyskanych rezultatów i wynikający z nich trend.

Coraz ostrzejsze unormowania odnośnie do zużycia paliwa, emisji spalin oraz hałasu stanowią wyzwania dla konstruktorów pojazdów a szczególnie ich jednostek napędowych. Szczególnie w Europie daje się zauważyć intensywną działalność w kierunku zmniejszenia zużycia paliwa oraz emisji CO₂. Wymagania stawiane współczesnym silnikom są często przeciwstawne, co widać wyraźnie jeśli weźmie się pod uwagę stale rosnącą liczbę samochodów i utrudnienia w ruchu z tym związane, a z drugiej zaś strony konieczność ograniczania ilości zużywanego paliwa i wydalanych do otoczenia spalin. Artykuł koncentruje się na charakterystykach silników Volvo serii D13A, w wersji turbodoładowanej konwencjonalnie, doładowanej sekwencyjnie z wykorzystaniem turbosprężarek różnej wielkości oraz na porównaniu jednostkowego zużycia paliwa różnych silników.

Słowa kluczowe: silnik spalinowy, doładowanie, jednostkowe zużycie paliwa

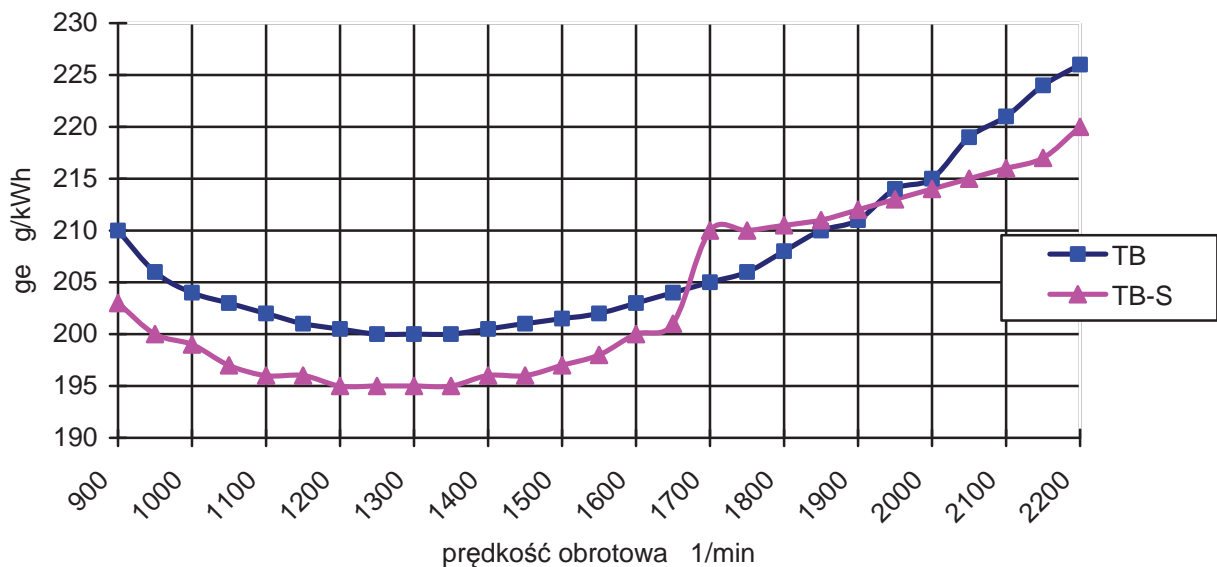
1. Wprowadzenie

Coraz ostrzejsze unormowania odnośnie do zużycia paliwa, emisji spalin oraz hałasu stanowią wyzwania dla konstruktorów pojazdów a szczególnie ich jednostek napędowych. Szczególnie w Europie daje się zauważyć intensywną działalność w kierunku zmniejszenia zużycia paliwa oraz emisji CO₂. Wymagania stawiane współczesnym silnikom są często przeciwstawne, co widać

wyraźnie jeśli weźmie się pod uwagę stale rosnącą liczbę samochodów i utrudnienia w ruchu z tym związane, a z drugiej zaś strony konieczność ograniczania ilości zużywanego paliwa i wydalanych do otoczenia spalin. Zaproponowano w wyniku rewolucji technologicznej sterowanie fazami rozrządu, downsizing oraz sterowanie elektroniczne pracą silnika. Wszystkie nowości muszą być powiązane z kosztami produkcji, powtarzalnością w produkcji masowej oraz wymaganiami marketingowymi. Jedną ze znanych firm samochodowych jaką jest Volvo prowadzi od lat działania zmierzające do obniżenia zużycia paliwa oraz hałasu swoich silników przeznaczonych do napędu samochodów ciężarowych o dużej ładowności. Wpływ działań skierowanych na obniżenie jednostkowego zużycia paliwa przedstawiono w niniejszym artykule.

2. Badanie zużycia paliwa

W celu uniezależnienia się od danych dotyczących zużycia paliwa wg charakterystyki zewnętrznej prezentowanych silników w przypadku gdy nie podano pełnej charakterystyki, badania przeprowadzono metodą symulacyjną w oparciu o wzory Brandstetera [3]. Porównania rozpoczęto od sześciocylindrowego silnika o wtrysku bezpośrednim TD 121 FD [2, 4] o objętości skokowej 12 dm^3 dla którego uzyskano przy zastosowaniu dwóch jednakowych turbosprężarek zachęcające rezultaty. Doładowanie to znane jest w literaturze pod nazwą sekwencyjnego lub zakresowego [1, 5, 6] ostatnio. Znacznie lepsze rezultaty z punktu widzenia eksploatacji uzyskano dla doładowania tego silnika dwoma turbosprężarkami o różnej wielkości. Przy włączeniu drugiej (mniejszej) turbosprężarki jednostkowe zużycie paliwa początkowo nieznacznie rośnie lecz w sumie jest ono mniejsze niż dla silnika doładowanego konwencjonalnie Rys. 1.



Rys. 1. Charakterystyka zewnętrzna zużycia paliwa silnika TD121FD: ■ - silnik turbodoładowany konwencjonalnie, ▲ - silnik doładowany sekwencyjnie z wykorzystaniem turbosprężarek różnej wielkości, włączenie drugiej turbosprężarki 1650 1/min

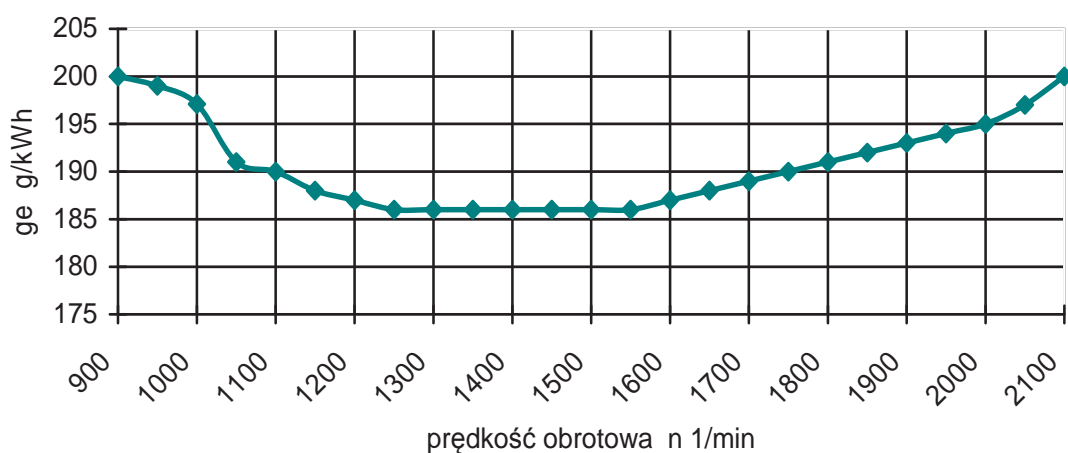
Fig. 1. External Characteristic of expenditure of fuel of engine TD121FD: ■ - conventionally turbocharged engine, ▲ - Engine finished loading sequence using different largeness of turbocompressor, Start of second compressor 1650 1/min

Charakterystyczny uskok występujący po włączeniu drugiej turbosprężarki [1, 5, 6] przy prędkości obrotowej 1650 do 1700 1/min, wywołany jest nieciągłością przepływu strumienia gazów spalinowych i w związku z tym potrzebą rozpędzenia drugiej turbosprężarki do prędkości obrotowej przy której ustaje urywanie się strug powietrza z wirnika sprężarki a więc jej stabilna praca. Daje to w efekcie niższe jednostkowe zużycie paliwa od prędkości obrotowej 1850 1/min,

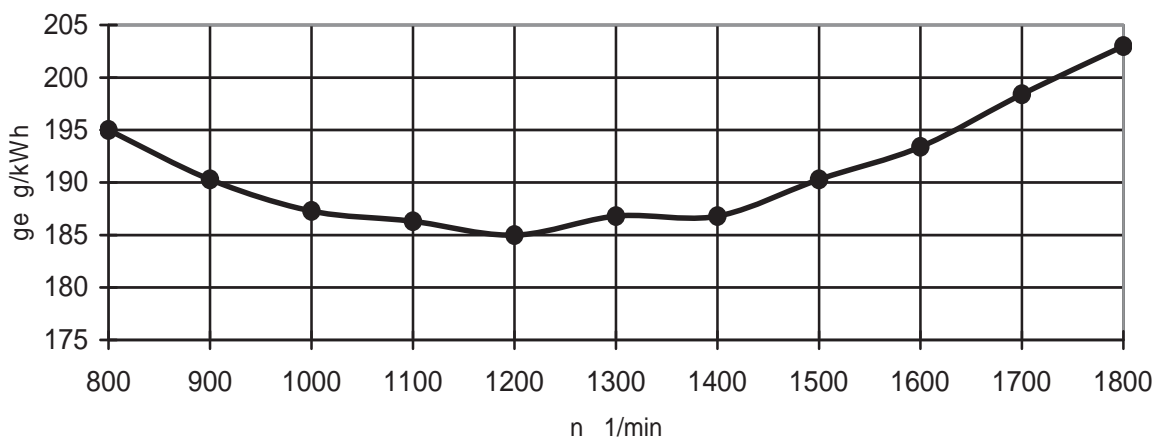
w porównaniu z turbodoładowaniem jedną turbosprężarką.

Kolejnym krokiem firmy Volvo na drodze obniżania jednostkowego zużycia paliwa były silniki z serii D13A o mocach 294 do 382 kW przy znamionowej prędkości obrotowej 2100 1/min. Średnią wartość jednostkowego zużycia paliwa dla silników tej serii przedstawiono na Rys. 2. Zwraca uwagę fakt, że najniższe zużycie paliwa wynoszące 196 g/kWh występuje przy prędkości obrotowej silnika od 1250 do 1550 1/min, a więc na znacznej części charakterystyki zewnętrznej, co jest zjawiskiem korzystnym z punktu widzenia eksploatacji.

Dalszym krokiem było zastosowanie doładowania turbocompaund w silniku D12D500 (którego moc odpowiadała mocy silników serii D13A) czyli wyposażono silnik w dodatkową turbinę mocy. W przypadku silników Volvo była to turbina o przepływie osiowym w odróżnieniu do podobnych silników Scania gdzie zastosowano turbinę o przepływie promieniowym. Rozwiązanie to dało jeszcze korzystniejsze wyniki jeśli chodzi o jednostkowe zużycie paliwa, co przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 2. Charakterystyka zewnętrzna zużycia paliwa silników Volvo serii D13A
Fig. 2. External characteristic of expenditure of fuel of Volvo engine series D13A

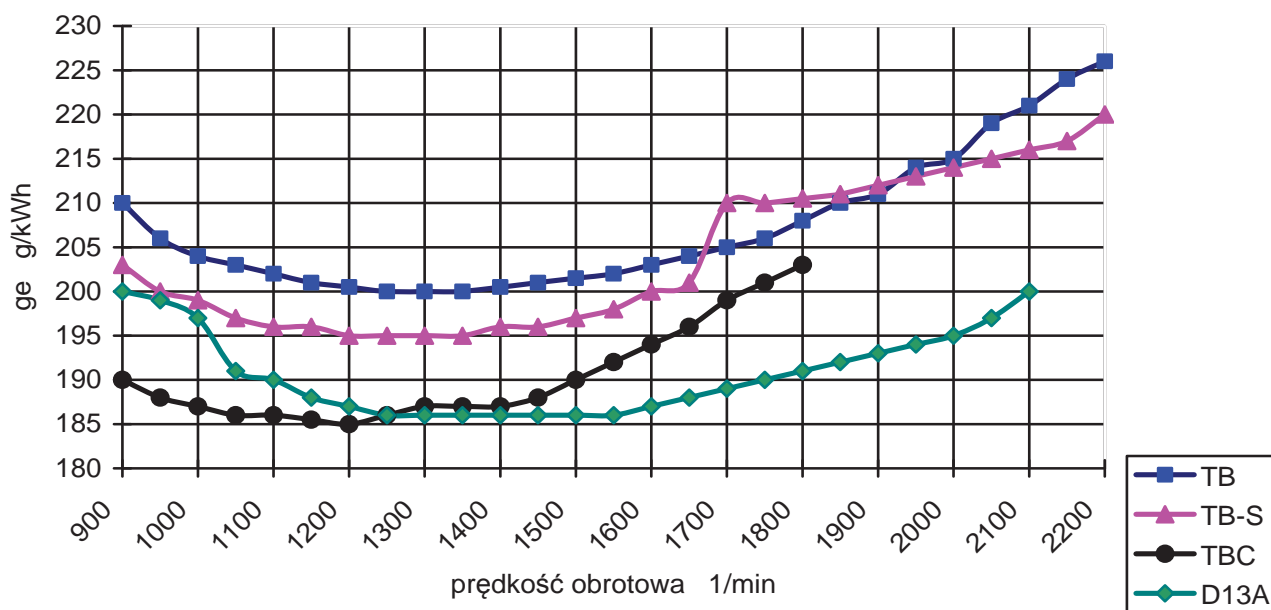


Rys. 3. Charakterystyka zewnętrzna zużycia paliwa silnik Volvo D12D500
Fig. 3. External characteristic of expenditure of fuel of Volvo engine D12D500

Minimalną wartość jednostkowego zużycia paliwa wynoszącą 185 g/kWh uzyskano przy 1200 1/min, a więc zanotowano dalszy postęp.

Porównanie jednostkowego zużycia paliwa opisywanych silników w postaci charakterystyki zbiorczej przedstawiono na Rys. 4. Widać na nim wyraźny postęp w dziedzinie obniżania jednostkowego zużycia paliwa uzyskany przez firmę Volvo w odniesieniu do silników przeznaczonych do napędu autobusów oraz samochodów ciężarowych o dużej ładowności. Porównując przebieg charakterystyki zewnętrznej jednostkowego zużycia paliwa silników TBC

i serii D13A, które jeśli chodzi o wartość minimalną znacznie przewyższają dwa pierwsze sposoby doładowania bo o około 5,1 do 7,7%. Biorąc pod uwagę zakres prędkości obrotowych od 900 do 1250 1/min znacznie korzystniej przedstawia się silni z doładowaniem turbocompaund niż silniki nowej serii D13A z tradycyjnym turbodoładowaniem. Przewaga ta wynosi 5,2% w najkorzystniejszym przypadku i jest spowodowana zastosowaniem dodatkowej turbiny mocy, która wykorzystuje energię spalin uchodzących z turbosprężarki. Przy wzroście prędkości obrotowej silnika powyżej 1400 1/min jednostkowe zużycie paliwa gwałtownie rośnie, a energia spalin jest wykorzystywana głównie przez turbosprężarkę i tylko niewielka jej część napędza turbinę mocy.



Rys. 4. Porównanie jednostkowego zużycia paliwa opisywanych silników
Fig. 4. Compare individual expenditure of fuel of engines

Należy przy tym pamiętać, że zastosowana turbina mocy o przepływie osiowym znacznie wolniej reaguje na zmiany prędkości obrotowej silnika i tym samym silnik ma gorsze właściwości dynamiczne. Z tego powodu silniki Volvo z doładowaniem turbocompaund nie sprawdziły się jako jednostki napędowe autobusów miejskich, gdzie wymagane są częste zmiany prędkości obrotowej jednostki napędowej. Niemniej jednak w porównaniu do podobnego silnika firmy Scania silniki Volvo ma niższe zużycie paliwa mimo stosowania przez Skanię promieniowej turbiny mocy, a więc korzystniejszej z punktu widzenia właściwości dynamicznych silnika. Silnik Scania ma w całym zakresie użytecznych prędkości obrotowych jednostkowe zużycie paliw o 2,5% większe niż odpowiadający mu silnik Volvo.

3. Zakończenie

Widać wyraźny „stały” postęp w dziedzinie zmniejszenia jednostkowego zużycia paliwa, a tym samym poprawy sprawności ogólnej silników wysokoprężnych przeznaczonych do samochodów o dużej ładowności. Zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi wyniki uzyskiwane przez silniki turbocompaund powinny być lepsze, bo minimalne jednostkowe zużycie paliwa miało wynosić 182-183 g/kWh w dość szerokim zakresie prędkości obrotowej, ale przewidywany wynik został urealniony w wyniku eksploatacji tych silników. Niemniej jednak trzeba przyznać, że starania firm szwedzkich w tej dziedzinie są godne uwagi. Jedynie Rosjanie byli swego czasu zainteresowani rozwojem tego typu doładowania, ale ich badania poza sferę rozważań teoretycznych i prób na

jednocylindrowym silniku badawczym nie znalazły potwierdzenia w eksploatacji takich silników.

Literatura

- [1] Danilecki, K., *Kierunki rozwoju systemów doładowania samochodowych*, Combustion Engines, 2, (133), 2008.
- [2] Majak, M., *Volvo FH 12 ciężarówka roku 2000*, Auto Transport 2, 2000.
- [3] Mysłowski, J., *Ocena właściwości eksploatacyjnych silników wysokoprężnych na podstawie jednostkowego zużycia paliwa*, Praca Doktorska niepublikowana, Politechnika Szczecińska, 2005.
- [4] *Volvo FM i FH na następne tysiąclecie*, Transport – Technika Motoryzacyjna 5, 1998.
- [5] Wisłocki, K., *Systemy doładowania szybkoobrotowych silników spalinowych*, WKiŁ, Warszawa 1991.
- [6] Zinner, K., *Aufladung von Verbrennungsmotoren*, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1980.

