BED TESTS OF DIESEL ENGINE 4CT107 EQUIPPED WITH TURBOCHARGER, MADE BY DOMESTIC COMPANY AND GARRET, IN SCOPE OF EURO III REQUIREMENTS

Jerzy Jaskólski*, Grzegorz Budzik**
**Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych*
Politechnika Krakowska
31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, tel. (012) 628 26 42
e-mail: jaskolsk@usk.pk.edu.pl
***Katedra Konstrukcji Maszyn*
Politechnika Rzeszowska
35-959 Rzeszów, ul. Wincentego Pola 2, tel. (017) 865 16 62
e-mail: gbudzik@prz.rzeszow.pl

Abstract

The investigation on test bed has been performed on compression-ignition engine4CT107. The engine was tested with two turbochargers, B65-1 type (domestic) andGT35 and TF2 type (Garret, France). The scope of tests was to determine whetherthe engine, being equipped with different types of turbochargers, can meetrequirements of EURO III specification.

BADANIA HAMOWNIANE SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO 4CT107 Z TURBOSPRĘŻARKĄ PRODUKCJI KRAJOWEJ I FIRMY GARRETT POD KĄTEM WYMAGAŃ NORM EURO III

Streszczenie

Obiektem badań był silnik wysokoprężny 4CT107 umieszczony na hamowni silnikowej. Silnik poddany był badaniom z dwoma turbosprężarkami, turbosprężarką produkcji krajowej B65-1 oraz turbosprężarką Firmy Garret – Francja typ GT35 i TF2. Badania przeprowadzone były w celu określenia spełnienia nor EURO III przez silnik przy zastosowaniu różnych turbosprężarek.

1. Program badań

W ramach programu przeprowadzono następujące badania:

- Charakterystykę zewnętrzną szybkościową
- Komplet charakterystyk obciążeniowych 1000 do 2400 obr/min co 200 obr/min
- Charakterystykę uniwersalną
- Charakterystykę biegu luzem
- Pomiar zadymienia spalin przy swobodnym przyspieszaniu na biegu luzem
- Optymalizację kąta początku tłoczenia pod kątem poziomu hałasu (Euro III)
- Pomiar zużycia oleju silnikowego do 100% obciążenia i 2160 obr/min wg instrukcji is-OSA/TAJ99) - 6 godzin - Pomiar luzów zaworowych po próbie zużycia oleju silnikowego
- Wymiana turbosprężarki na egzemplarz o zmiennej geometrii - typ TF2, A1R062M492B100 – axialna zmiana geometrii na podciśnienie marki Garrett i wykonanie charakterystyki zewnętrznej szybkościowej

2. Dane techniczne silnika wysokoprężnego 4CT107/A9

- Czterosuwowy, turbodoładowany z wtryskiem bezpośrednim, bez chłodzenia powietrza doładowującego,
- Liczba i układ cylindrów: 4 pionowy,
- Średnica cylindra: 107,19 mm,
- Skok tłoka: 120,65 mm,
- Objętość skokowa: 4360 mm^3,
- Stopień sprężania: 16,5
- Założona przez producenta moc znamionowa brutto, bez wentylatora: 100 kW,
- Znamionowa prędkość obrotowa: 2400 obr/min
- Minimalna prędkość obrotowa na biegu jałowym: 650 obr/min
- Maksymalna prędkość obrotowa: 2860 obr/min
- Maksymalny moment obrotowy (założony przez producenta): 400Nm, przy prędkości obrotowej 1600 obr/min
- Jednostkowe zużycie paliwa (minimalne na charakterystyce zewnętrznej, po dotarciu całkowitym, założone przez producenta: 215 g/kWh
- Założone zużycie paliwa po dotarciu eksploatacyjnym (150h): 60g/h
- Kierunek obrotów silnika: lewy, patrząc od strony koła zamachowego,
- Rozruch silnika: elektryczny, wspomagany świecą płomieniową,
- Odbiór mocy: z koła zamachowego, za pośrednictwem sprzęgła 14"
- Rodzaj smarowania: mieszane, pod ciśnieniem i rozbryzgowo,
- Zakładanie ciśnienie oleju w rozgrzanym silniku przy minimalnej prędkości obrotowej na biegu jałowym: 0,10 MPa
- Ciśnienie oleju w rozgrzanym silniku przy obrotach 1000 obr/min i wyższych: 0,38 0,45 MPa
- Maksymalna temperatura oleju: 110 °C, krótkotrwale 120 °C
- Ilość oleju w silniku: 10,5 litra przy stanie "max", 7,5 litra przy stanie "min"
- Maksymalne temperatury cieczy chłodzącej: 75 °C - 85 °C, krótkotrwale 95 °C
- Ustawienie fazy rozrządu: początek otwarcia zaworu ssącego: 10°±4° przed GMP koniec zamknięcia zaworu ssącego: 50° ± 4° po DMP początek otwarcia zaworu wydechowego: 46° ± 4° przed DMP koniec zamknięcia zaworu wydechowego: 14° ± 4° po GMP
- Wartość luzu zaworowego dla zaworów ssących i wydechowych na zimnym silniku
- Kolejność wtrysku: 1 - 3 - 4 – 2
- Ciśnienie otwarcia wtryskiwacza: 27 MPa
- Kąt początku tłoczenia: 5°
- Masa suchego silnika: 465 kg
- Pompa wtryskowa: rzędowa PP4M101T1 i (Motorpal - Czechy) z nadciśnieniowym korektorem dymienia LDA
- Instalacja elektryczna 24V, minus na masie
- Rozrusznik R10a
- Alternator: 443.113.516.902 (Magneton - Czechy)
- Świeca płomieniowa: Beru A101.233.483 24V
- Zawór elektromagnetyczny świecy płomieniowej: ZP-24
- Sprężarka powietrza: 601.24.921
- Pompa hydrauliczna: PZK2D-7BK
- Turbosprężarka (oryginalnie): B65-1 z zaworem upustowym, zamontowana na

kolektorze wydechowym

- Pompa wody: PWO 142 BK 1
- Tuleje cylindrowe: suche, wymienne,
- Głowica: z wysokogatunkowego żeliwa, wspólna dla wszystkich cylindrów,
- Wał korbowy: odkuty ze stali stopowej, ulepszany cieplnie, osadzony w pięciu łożyskach, azotowany po obróbce mechanicznej,
- Tłoki: ze specjalnego stopu aluminiowego, z wkładką z żeliwa, w miejscu pierwszego pierścienia uszczelniającego, posiadają komorę spalania. RZ 5320,
- Układ smarowania składa się z zębatej pompy oleju napędzanej od wału rozrządu, kosza ssącego stanowiącego jednocześnie wstępny filtr oleju, chłodnicy oleju z właściwego pełnoprzeplywowego filtra oleju, zaworu przelewowego umieszczonego w dolnej części kadłuba oraz głównej magistrali olejowej. Z niej smarowany jest pod ciśnieniem wał korbowy, wałek rozrządu, wspornik osi dźwigienek. Pozostałe elementy wewnątrz silnika smarowane są mgłą olejową. Oddzielnymi przewodami doprowadzany jest olej smarujący wałek turbosprężarki, pompy wtryskowej oraz sprężarki powietrza. Ponadto w silniku znajduje się dodatkowa magistrala olejowa z której chłodzone są denka tłoków metodą natryskową,
- Układ zasilania składa się z pompy wtryskowej rzędowej z wielozakresowym regulatorem obrotów. Ponadto pompa wyposażona jest w nadciśnieniowy korektor dymienia LDA i siłownik elektromagnetyczny włączania dawki rozruchowej 24V a także niezależne urządzenie STOP z siłownikiem elektromagnetycznym 24V. Pompa napędzana jest od wału korbowego za pośrednictwem kół zębatych.

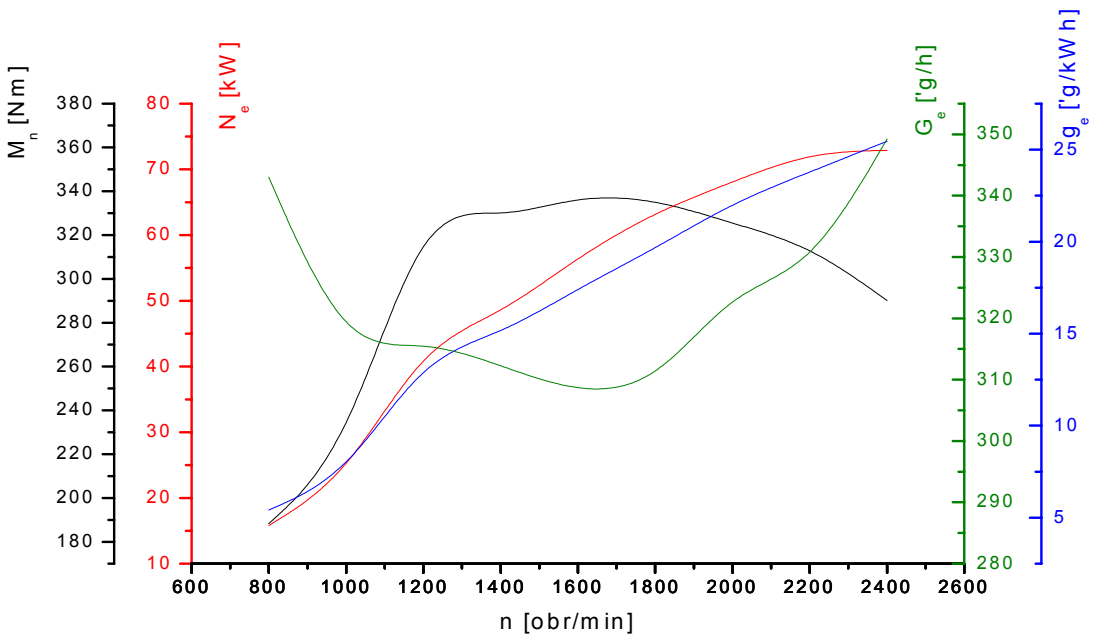
Parametry odczytane z korpusu turbosprężarki o zmiennej geometrii układu firmy Garrett Sterowanie podciśnieniowe - Honeywell Engine Boosting Systems Controlleur nr 123.

Dane z części odlewu spiżarki - FJR M53 - 42 GT 15490

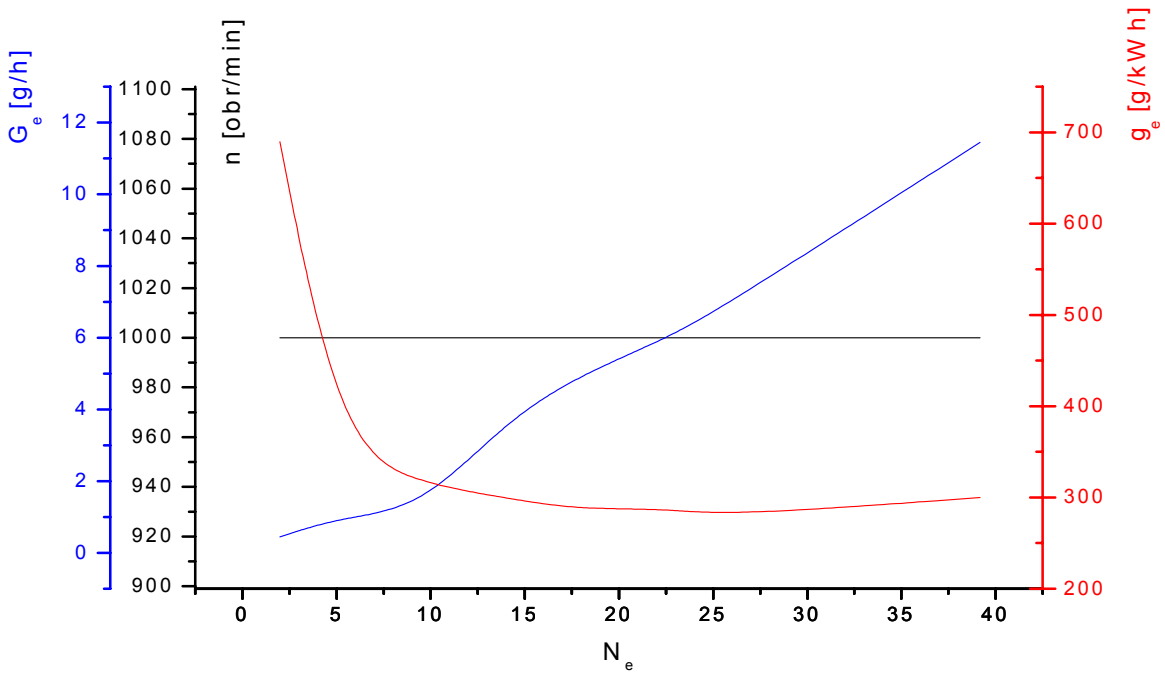
Dane z części odlewu turbiny - TFZ A/R 062 M49 2B 1~0

Numer seryjny urządzenia - H103458 - 8200052297 - 701164 - 2 - ED 101300F

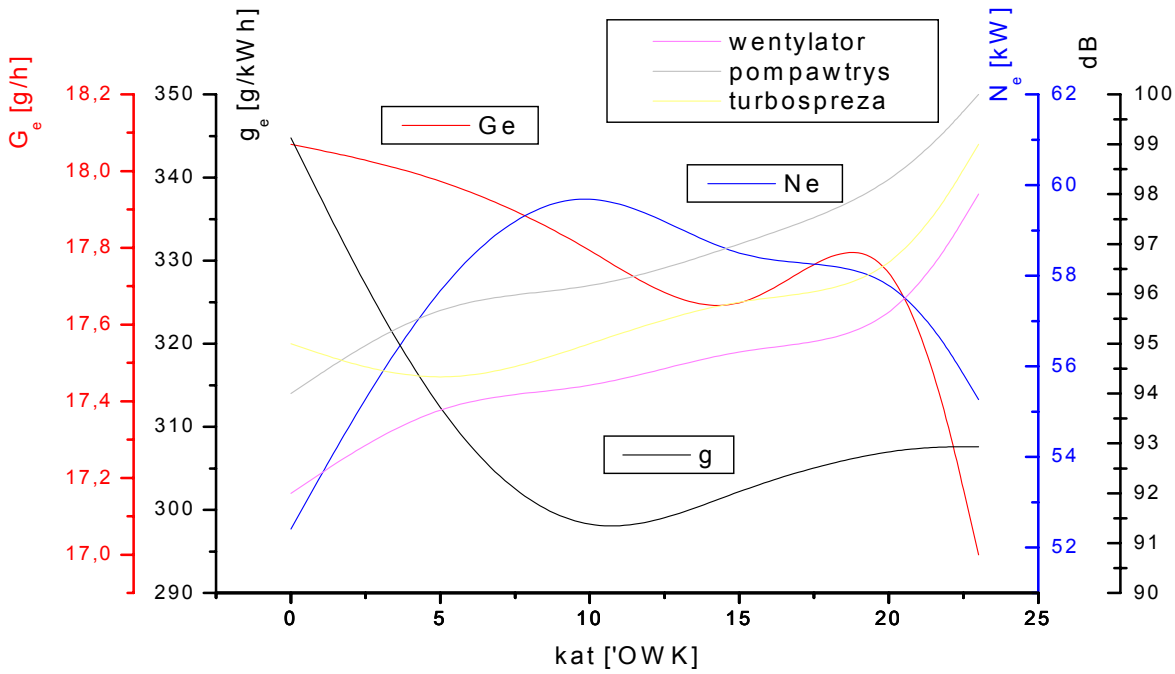
3. Wyniki badań



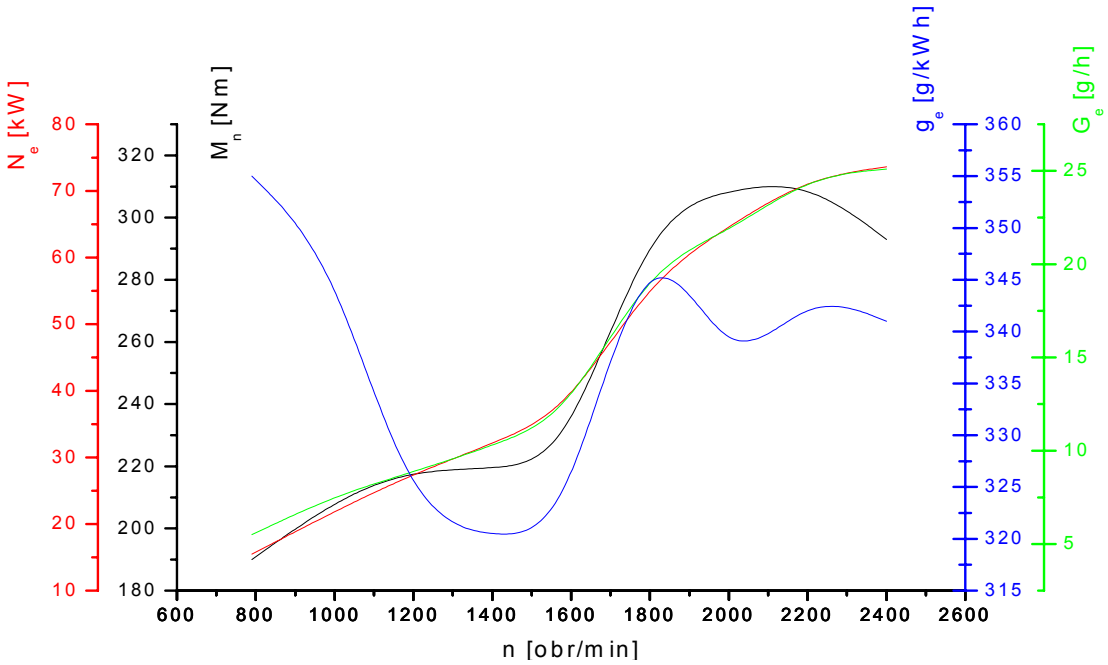
Rys. 1. Wykres charakterystyki prędkościowej
Fig.1. The speed characteristic of 4CT107 engine



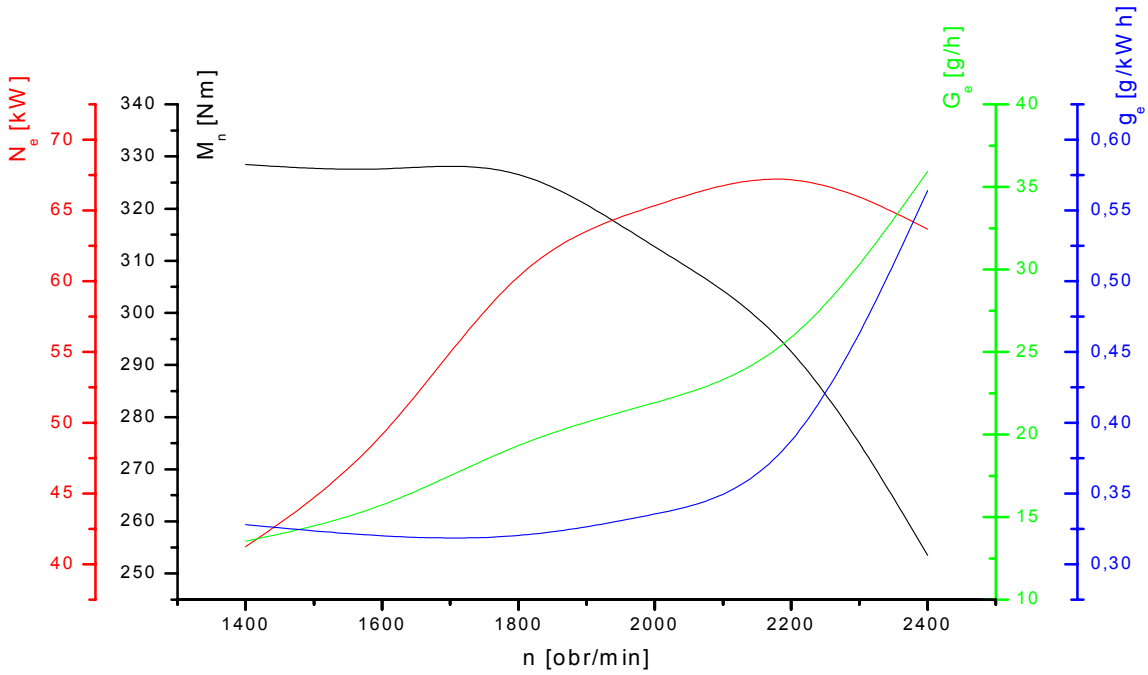
Rys. 2. Wykres charakterystyki obciążeniowej przy 1000 obr/min
Fig.2. The loads characteristic of 4CT107 engine, 1000 rpm



Rys. 3. Charakterystyka regulacyjna dla prędkości obrotowej 2400 obr/min
Fig.3. The regulations characteristic of 4CT107 engine, 2400 rpm



Rys. 4. Charakterystyka zewnętrzna silnika 4CT107 z turbosprężarką firmy Garrett typ GT35
Fig.4. The outside characteristic of 4CT107 engine with turbocharger Garrett GT35



Rys. 5. Charakterystyka zewnętrzna silnika 4CT107 z turbosprężarką firmy Garrett typ TF2
Fig.5. The outside characteristic of 4CT107 engine with turbocharger Garrett TF2

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań silnika 4CT107/A9 na hamowni silnikowej w Politechnice Krakowskiej można stwierdzić co następuje:

- silniki posiada dobre własności eksploatacyjne przy zastosowaniu aparatury wtryskowej

firmy Motorpal

- zmierzone zużycie oleju silnikowego w próbie 6-godzinnej przy pełnej mocy jest niższe od danych technicznych i wynosi 41.0 g/h a jednostkowe zużycie olej u wynosi 0.57 g/kWh
- przeprowadzone badania przy zastosowaniu turbosprężarki o zmiennej geometrii firmy Garrett dały chwilowy wzrost mocy silnika (przy pełnym obciążeniu) natomiast przy ciągłej pracy nie dała zadowalających efektów wyrzuceni oleju silnikowego do układu wylotowego i przerwanie prób.

Turbosprężarka o zmiennej geometrii tryb TF2A/R062M492B 100 axialna zmiana geometrii na podciśnienie firmy Garrett nie nadaje się do współpracy z silnikiem typu 4CT107/A9 natomiast duże możliwości może dać jej zastosowanie do silnika 4CT90 w aspekcie zmniejszenia toksyczności spalin na okoliczność wymogów Euro IV.

Przeprowadzono także badania silnika 4CT107 z turbosprężarką o większej wydajności typu GT35 firmy Garett wykazały wzrost mocy przy parametrach nominalnych tj. n = 2400 [obr/min] o około 3 [kW] przy czym działanie turbosprężarki występuje przy prędkości obrotowej 1600 [obr/min].

Istnieje możliwość poprawy własności ekologicznych silnika 4 CT107 pod kątem Euro III poprzez zastosowanie innych turbosprężarek nowej generacji firmy Garrett. Badanie kolejnych egzemplarzy najnowszych turbosprężarek produkowanych przez firmę Garrett mogą spełnić warunki ekologiczne wymagane przez normy Euro III.

Literatura

[1] Khair M. K.: *Air-to-Air Intercoling of the Ford 7.8L Mid-Range Truck Diesel Engine*, SAE 870534, 1987.

[2] Kowalewicz A.: *Systemy Spalania szybkoobrotowych tłokowych silników spalinowych,* WKŁ, Warszawa 1990.

[3] Postrzednik S., Żmudka Z., Ogierman L.: *Ocena emisji oraz struktura węglowodorów w spalinach silnikowych*, Perspektywy Rozwojowe Konstrukcji, Technologii i Eksploatacji Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych, KONMOT'96, Kraków 1996.

[4] Stebler H., Weisser G., Horler H.U., Bouloucht K.: *Reduction of NO_X Emission of D.I. Diesel Engines by Aplication of the Miller-System An Experimental and Numerical Investigation,* SAE 960844, 1996.

[5] Wajand J. A. *Silniki o zapłonie samoczynnym*, WNT, Warszawa 1980.

[6] Werner J., Wajand J. A.: *Silniki spalinowe małej i średniej mocy,* WNT, Warszawa 1883.

[7] Zabłocki M.: *Wtrysk i spalanie paliwa w silnikach wysokoprężnych*, WKL, Warszawa 1976.