

ORLIŃSKI Stanisław, ORLIŃSKI Piotr

OCENA EFEKTYWNYCH WSKAŹNIKÓW PRACY DOŁADOWANEGO SILNIKA ROLNICZEGO ZASILANEGO ESTREM Z LNIANKI

Streszczenie

W referacie przedstawiono wyniki badań oraz ich analizę w aspekcie oceny efektywnych wskaźników pracy turbodoładowanego silnika rolniczego o zapłonie samoczynnym typu PERKINS 1104C-E44T.

Analiza badań eksperymentalnych dotyczyła wybranych problemów związanych z zastosowaniem paliw pochodzenia naturalnego oraz roślinnego do zasilania silników o zapłonie samoczynnym, bez dokonywania kosztownych modernizacji konstrukcyjnych oraz bez zmian regulacyjnych badanego silnika.

Silnik zasilany był estrem metylowym kwasów oleju z lnianki oraz porównawczo węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym. W artykule pokazano wpływ wyżej wymienionych paliw na efektywność pracy silnika rolniczego w stanach ustalonych.

WSTĘP

Obecnie paliwa do zasilania ciepłych silników spalinowych to prawie w całości przetworzone kopaliny głównie ropa naftowa, gaz ziemny i węgiel. Są to źródła nieodnawialne i z całą pewnością, przy takim jak obecnie tempie ich eksploatacji, niebawem się wyczerpią. Najprawdopodobniej pierwsze skończą się zasoby ropy naftowej jako główne źródło energii silników spalinowych [1].

Paliwa ze źródeł kopalnych mają ponadto ogromny, negatywny wpływ na zmiany klimatu. Coraz wyraźniej odczuwalne ocieplenie i nasilające się anomalie klimatyczne zmuszają ludzkość do zastanowienia się, jak temu przeciwdziałać. Racjonalne kierunki działania to przede wszystkim ograniczanie zużycia energii dzięki stosowaniu coraz oszczędniejszych technologii oraz zastępowanie energii ze źródeł kopalnych energią ze źródeł odnawialnych [3].

Warto podkreślić, że biopaliwa są obecnie produkowane niemal w całości z powierzchni, które można by przeznaczyć na produkcję żywności. W miarę wzrostu zapotrzebowania na żywność powierzchnia upraw energetycznych będzie prawdopodobnie ograniczana. Dlatego równoległe do rozwoju technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych trzeba rozwijać technologie pozwalające na oszczędne nią gospodarowanie [4, 5].

Nowa ustawa o biokomponentach i biopaliwach ciekłych prawnie reguluje produkcję i stosowanie biopaliw. Przyczyniło się to do zwiększenia zainteresowania uprawą roślin oleistych, przede wszystkim rzepaku jak również i lnianki. Wiąże się to z coraz większym popytem na olej rydzowy (lniankę) oraz lepszą opłacalnością wskutek przewidywanych dopłat do upraw energetycznych roślin oleistych przeznaczonych na biopaliwa. Obecnie

lnianka na nowo wzbudziła zainteresowanie rolnictwa i przemysłu, jako roślina oleista stanowiąca dobry surowiec do produkcji biopaliw [6, 7].

CEL BADAŃ

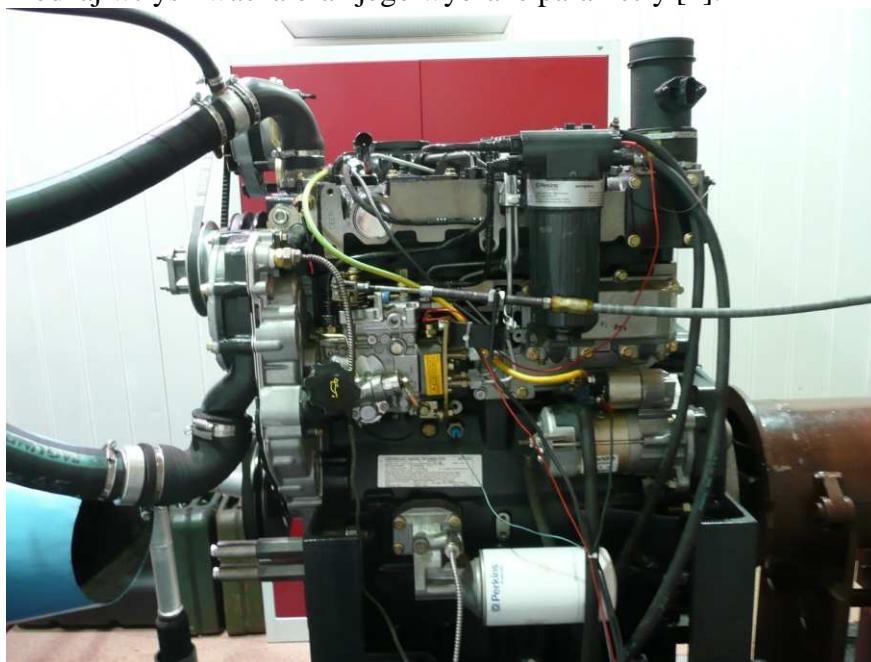
Zamierzeniem autorów było przeprowadzenie i analiza badań eksperymentalnych dotyczących wybranych problemów związanych z zastosowaniem paliw pochodzenia: naturalnego oraz roślinnego do zasilania silników o zapłonie samoczynnym, bez dokonywania kosztownych modernizacji konstrukcyjnych oraz bez zmian regulacyjnych badanego silnika.

Badania eksperymentalne dotyczyły oceny wpływu zasilania silnika PERKINS 1104C-E44T pracującego przy maksymalnej objętościowej dawce paliwa w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika od 1000 do 2200 obr/min, na wskaźniki efektywne tj.: moment obrotowy (M_o , Nm), moc efektywną (N_e , kW) oraz ciśnienie efektywne (p_e , MPa).

Silnik PERKINS 1104C-E44T był zasilany niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B (ON - 100%) oraz estrem metylowym kwasów oleju z lnianki (EST-LN -100%).

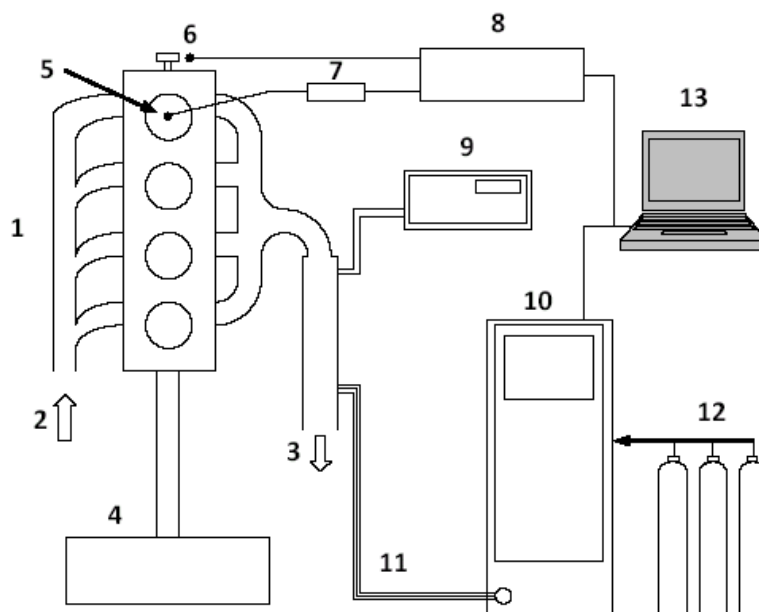
1. STANOWISKO BADAWCZE ORAZ PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE PALIW ZASILAJĄCYCH SILNIK

Badania przeprowadzono na typowym stanowisku hamownianym wyposażonym w silnik o zapłonie samoczynnym typu PERKINS 1104C-E44T z wtryskiem bezpośrednim paliwa. Stanowisko wyposażone było w system pomiarowy umożliwiający pomiar parametrów i ciśnień szybkozmiennych [2]. Zastosowane paliwa badaniach posiadają różne właściwości fizykochemiczne tj. gęstość, lepkość, wartość opałową, napięcie powierzchniowe i inne [3]. Na rys. 1 pokazano obiekt badań silnik Perkins 1104C-E44T zaś na rys. 2 schemat blokowy stanowiska badawczego. Wybrane właściwości fizykochemiczne przedstawiono w tabeli 1 zaś w tabeli 2 rodzaj wtryskiwacza oraz jego wybrane parametry [2].



Rys. 1. Silnik Perkins 1104C-E44T na stanowisku badawczym

Źródło: [2]



Rys. 2. Schemat blokowy stanowiska badawczego - 1 – silnik PERKINS 1104C-E44T; 2 – wlot powietrza; 3 – wylot spalin; 4 – hamulec elektrowirowy SCHENCK; 5 – piezoelektryczny czujnik ciśnienia; 6 – rejestrator kąta obrotu wału korbowego; 7 – wzmacniacz sygnału; 8 – system indykowania AVL IndiSmart; 9 – analizator stężeń cząstek stałych; 10 – analizator spalin AVL CEB II; 11 – droga grzana; 12 – zestaw gazów wzorcowych; 13 – komputer pomiarowy

Źródło: [2]

Tab. 1. Właściwości fizykochemiczne paliw zasilających silnik

PARAMETR	EkoDiesel ULTRA - B (Ekologiczny Letni).	Ester metylowy kwasów oleju rydzowego (lnianka) EST-LN
Gęstość w 20°C [10^3 kg/m^3]	848	848
Lepkość kinematyczna W 40°C [$10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$]	2,75	3,12
Napięcie powierzchniowe $\sigma \cdot 10^{-2} \text{ [N/m]}$	3,74	3,60

Źródło: [9]

Tab. 2. Typ wtryskiwacza oraz jego parametry

Wtryskiwacz: rodzaj	Firmy Delphi z rozpylaczem 5-cio otworkowym o średnicach 0,25 mm
Typ wtryskiwacza/ ciśnienie wtrysku	Delphi 2645K016/ 29±0,5 MPa

Źródło: [2]

2. OPIS METODY BADAŃ

Podczas badań silnik PERKINS zasilany był dwoma paliwami ekologicznymi tj.: olejem napędowym EKODIESEL ULTRA - B oraz porównawczo estrem metylowym kwasów oleju z lnianki EST-LN.

Podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: parametry związane z obciążeniem silnika oraz zużycie paliwa.

Wskazania momentu obrotowego (M_o), mocy efektywnej (N_e), ciśnienia efektywnego (p_e) w czasie badań rejestrowano z modułu pomiarowego stanowiska hamownianego, a następnie obliczano te wskaźniki według zależności (1, 2, 3) w celu potwierdzenia prawidłowości otrzymywanych wyników badań. Wskazania momentu obrotowego i mocy efektywnej silnika były skorygowane za pomocą współczynnika korekcji k_r .

Wskaźniki efektywne:

- zredukowany moment obrotowy M_o , Nm,
- zredukowana moc efektywna N_e , kW.
- ciśnienie efektywne p_e ; MPa.

Zredukowany moment obrotowy może być także obliczony z wykorzystaniem mocy efektywnej N_e oraz prędkości obrotowej silnika n , ze wzoru [1]:

$$M_o = 9550,14 \frac{N_e}{n} \text{ [Nm]} \quad (1)$$

$$M_{oz} = M_o k_r \text{ [Nm]}$$

Wzór na zredukowaną moc efektywną [1]:

$$N_e = \frac{M_o \cdot n}{9550,14} \text{ [kW]} \quad (2)$$

$$N_{ez} = N_e k_r \text{ [kW]}$$

Ciśnienie efektywne p_e , obliczono ze wzoru [1]:

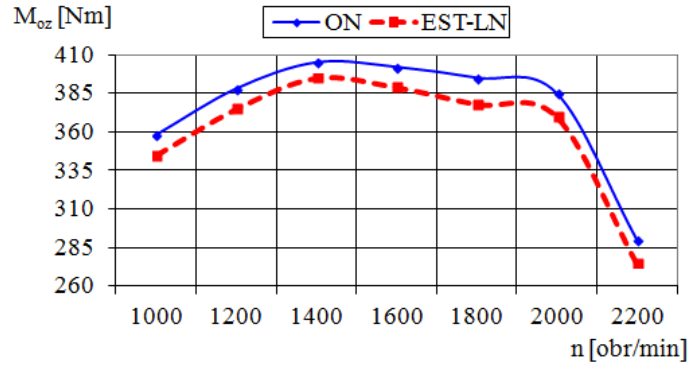
$$P_e = \frac{N_{ez}}{V_{ss} \cdot n} \text{ [MPa]} \quad (3)$$

gdzie:

- V_{ss} - objętość skokowa silnika, dm^3 ,
- k_r - współczynnik korekcji stosowany ze względu na warunki otoczenia: temperatura i ciśnienie otoczenia,
- n - prędkość obrotowa wału korbowego silnika, obr/min.

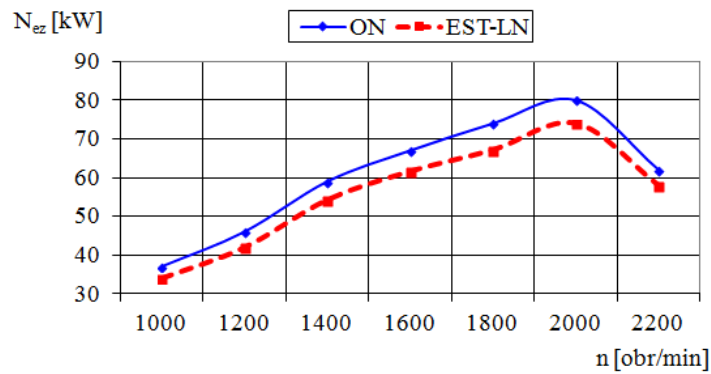
3. GRAFICZNE PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ

Na rys. 2 przedstawiono charakterystykę porównującą moment obrotowy silnika M_o zasilanego badanymi paliwami. Rys. 3 ukazuje przebieg mocy efektywnej N_e zaś na rys. 4 zobaczyć można przebiegi ciśnienia efektywnego p_e .



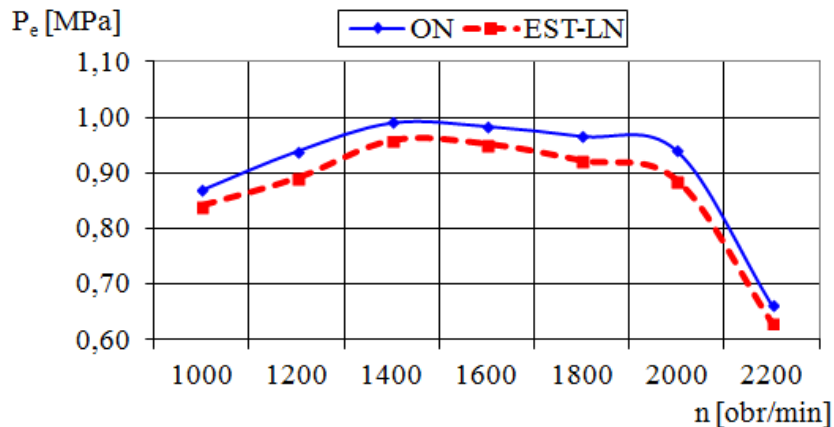
Rys. 2. Porównanie zredukowanego momentu obrotowego M_{oz} , [Nm] w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min - wyznaczony przy maksymalnej objętościowej dawce paliwa

Źródło: [wyk. autorów]



Rys. 3. Porównanie zredukowanej mocy efektywnej N_{ez} [kW] w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min - wyznaczony przy maksymalnej objętościowej dawce paliwa

Źródło: [wyk. autorów]



Rys. 4. Porównanie ciśnienia efektywnego P_e [MPa] w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min- charakterystyka zewnętrzna

Źródło: [wyk. autorów]

WNIOSKI

Na podstawie wyników otrzymanych z przeprowadzonych badań hamownianych sporządzonych przy zasilaniu silnika maksymalną objętościową dawką paliwa można sformułować następujące wnioski:

- większe wskazania momentu obrotowego (M_o) podczas badań w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min występowały dla paliwa EKODIESEL ULTRA B, zaś mniejsze dla estru EST-LN. Bezwzględna różnica procentowa R_p [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL, a estrem EST-LN wynosiła od 4,5% do 5,6%,
- większe wskazania mocy efektywnej (N_e) podczas badań w przedziale prędkości obrotowej silnika od 1000 do 2200 obr/min występowały dla paliwa EKODIESEL ULTRA B zaś mniejsze dla estru EST-LN. Bezwzględna różnica procentowa R_p [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL, a estrem EST-LN wynosiła od 6,2% do 7,8%,
- największe wskazania ciśnienia efektywnego (p_e) w przedziale prędkości obrotowej silnika od 1000 do 2200 obr/min występowały dla paliwa EKODIESEL ULTRA B zaś mniejsze dla estru EST-LN. Bezwzględna różnica procentowa R_p [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL, a estrem EST-LN wynosiła od 5,2% do 6,4%,

Zdaniem autorów zaobserwowane i powyżej wymienione różnice parametrów efektywnych pracy silnika zasilanego badanymi paliwami są spowodowane kilkoma przyczynami. Po pierwsze większą zawartością tlenu chemicznego w paliwach roślinnych co wiąże się z większymi uśrednionymi ciśnieniami czynnika roboczego w przestrzeni nadłokowej cylindra. Mniejszą wartością opałową estru EST-LN powodującą spadek wskaźników efektywnych pracy silnika w stosunku do paliwa węglowodorowego. Istotnym oddziaływaniem: gęstości, lepkości i napięcia powierzchniowego na proces przetłaczania oraz rozpylania badanych paliw, co wpływa na proces spalania i następnie na efektywne wskaźniki pracy silnika. Pomimo tych różnic wskaźniki efektywne pomiędzy stosowanymi paliwami są porównywalne dla całego przebiegu prędkości obrotowych wału korbowego silnika i dlatego ester z lnianki zdaniem autorów mógłby w przyszłości stanowić alternatywę dla oleju napędowego.

BIBLIOGRAFIA

1. Ambrozik A.: Analiza cyklu pracy czterosuwowych silników spalinowych. Monografie, Studia, Rozprawy. M-16. Wydaw. Politechniki Świętokrzyskiej. ISSN 1897-2691, Kielce 2010.
2. Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
3. Merkisz J., Pielecha I.: Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Wyd. I, 2004.
4. Orliński P., Wybrane zagadnienia procesu spalania paliw pochodzenia roślinnego w silnikach o zapłonie samoczynnym, Instytut Naukowo Wydawniczy SPATIUM, Radom 2013.
5. Orliński S., Orliński P., Kruczyński S.: Wpływ zastosowania mieszanin oleju napędowego, estru FAME z etanolem na ekonomiczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika Perkins 1104C-44, Zeszyty Naukowe IP 2(78)/2010, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010, str. 87-102, ISSN 1642-347X,
6. Orliński S.: Wpływ składu paliwa mikroemulsyjnego węglowodorowo-estrowo-etanolowego na efektywne wskaźniki pracy silnika PERKINS-1104C-44, Zeszyty naukowe Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej Wydział SiMR, Warszawa, 2(78)/2010, str.73-86. ISSN 1642-347X.

7. Orliński S., Wpływ zasilania silnika rolniczego Perkins 1104C-44 paliwami estrowo-etanolowymi na wybrane parametry procesu wtrysku i spalania w aspekcie ekologicznym, LOGISTYKA 3/12, str. 1761-1768.
8. Orliński S., Orliński P., Wojs A.: The effect of diesel fuel mixture and camelina oil ester on the process of fuel injection in traction engine. Journal of KONES 2013, Vol. 20, Nr 1, s. 255-261.
9. Świadectwo jakości badanych paliw, Zakład Produktów Naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska, Radom 2011.

ASSESSMENT INDICATORS OF EFFECTIVE WORK TURBOCHARGED AGRICULTURAL ENGINE FUELED ESTER OF CAMELINA

Abstract

This paper presents the results of research and analysis in the context of the assessment of effective indicators agricultural compression ignition engine type PERKINS 1104C-E44T.

Analysis of experimental research related to selected problems associated with the use of natural and plant fuels power for diesel engines, without expensive structural modernization and regulatory changes test engine..

Engine was supplied fatty acid methyl ester from camelina oil and comparatively hydrocarbon fuel, low sulfur diesel. In this paper shows the effect of fuel work efficiency agricultural engine in the steady state.

Autorzy:

**dr inż. Piotr ORLIŃSKI, Instytut Pojazdów, Wydział SIMR, Politechnika
Warszawska.**

**dr inż. Stanisław ORLIŃSKI, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, Wydział
Mechaniczny, Radom**

Artykuł został opracowany w oparciu o wyniki badań uzyskane w ramach projektu badawczego własnego N N504 701 340