

Stanisław Kruczyński
Instytut Transportu Samochodowego
Stanisław Orliński
Wyższa Szkoła Biznesu
Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska
Ewa Fudalej-Kostrzewa
Politechnika Poznańska
Maciej Gis
Instytut Transportu Samochodowego

WPLYW ZASTOSOWANIA PALIWA MIKROEMULSYJNEGO WĘGLOWODOROWO-ESTROWO-ETANOLOWEGO NA EFEKTYWNE WSKAŹNIKI PRACY SILNIKA PERKINS-1104C-44

W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań ciśnień spalania silnika PERKINS 1100 zasilanego mieszaniną paliwa mikroemulsyjnego: węglowodorowo-estrowo-etanolowego oraz porównawczo węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B i estrem metylovym kwasów oleju rzepakowego FAME (100%).

Zastosowanie paliw o różnych właściwościach fizykochemicznych do silników wysokoprężnych wymaga dużych dokładności pomiarów parametrów diagnostycznych celem poznania występujących różnic w procesach wtrysku i spalania silników zasilanych tymi paliwami. Spełnianie coraz bardziej rygorystycznych norm w emisji składników toksycznych spalin zmusza współczesnego użytkownika silników spalinowych o zapłonie samoczynnym do posiadania szybkich i precyzyjnych metod oceny jego stanu technicznego, a szczególnie procesu spalania oraz stanu technicznego aparatury wtryskowej.

Analiza eksperymentalnie wyznaczonych wykresów indykatorowych ciśnienia spalania wykazała wpływ właściwości fizykochemicznych badanych paliw: mineralnych, roślinnych i ich mieszanin z etanolem na ciśnienia spalania oraz na wskaźniki efektywne pracy badanego silnika. Wykazano, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych ma istotny wpływ na proces wtrysku paliwa i jego spalanie. Wpływ ten przejawia się w oddziaływaniu na wskaźniki efektywne, zużycie paliwa, na wskaźniki energetyczne, emisję toksycznych składników ze spalinami.

IMPACT OF FUEL APPLICATIONS MICROEMULSION THE HYDROCARBON -ESTER - ETHANOL INDICATORS FOR EFFECTIVE WORK ENGINE PERKINS - 1104C -44

The paper presents investigation results of the engine PERKINS 1100. The engine was powered a mixture of microemulsive fuel: hydrocarbon-ester-ethanol and comparatively with hydrocarbon, low-sulphuric EKODIESEL ULTRA B diesel and the methylic ester of acids of the FAME rape oil (100%).

Using fuels about different properties physicochemical to diesel engines requires the big accuracies of the measurements of diagnostic parameters in order to get to know appearing differences in processes of injection and burning engines out powered with these fuels. Fulfilling rigorous norms more and more in emission of elements of the toxic

exhaust fumes is forcing the contemporary user of internal-combustion engines about the self-ignition to have fast and precise methods of estimation of its technical state, particularly of the process of burning and the technical state of injection apparatus. Analysis of graphs experimentally outlined indicator demonstrated pressures of burning influence of the property physicochemical of examined fuels: mineral, plant and of their mixtures with the ethanol on pressures of burning and the engine to effective signs of the work examined. They demonstrated, that kind of fuel about different properties physicochemical an essential influence on the process has burning fuel injection and it. This influence is showing in the influence to effective signs, the fuel consumption, for energy signs, the broadcasting of toxic ingredients with the exhaust fumes.

1. Wstęp

Pod koniec dwudziestego wieku obserwuje się duży wzrost zapotrzebowania, na paliwa alternatywne. Celem zastosowania do zasilania silników tych paliw jest zapewnienie własnej dla danego kraju możliwie największej bazy paliwowej. Jedną z dróg służących do rozwiązania tego problemu jest wykorzystanie paliw ekologicznych: niskosiarkowych olejów napędowych, olejów roślinnych i ich estrów oraz ich mieszanin z etanolem. Daje to możliwość rozwoju w danym kraju nowych technologii produkcji paliw, dodatkowe miejsca pracy i pozytywne efekty ekologiczne. Ekologiczne paliwa naturalne, roślinne i ich mieszaniny z etanolem charakteryzują się innymi właściwościami fizykochemicznymi w stosunku do paliw węglowodorowych, powodują one występowanie różnic w procesie tłoczenia i rozpylania paliwa oraz procesie ich spalania w przestrzeni nadłokowej silnika o zapłonie samoczynnym (ZS) [1].

Lepkość i gęstość wpływają na jakość rozpylenia paliwa, a to z kolei decyduje o przebiegu spalania i w rezultacie o emisji toksycznych składników ze spalinami. Napięcie powierzchniowe wpływa na średnicę kropeł i zasięg strugi rozpylonego paliwa. Większe wymiary kropeł i bardziej zwarty kształt strugi powodują wzrost jej zasięgu. Im większa lepkość i napięcie powierzchniowe tym większy jest zasięg strugi rozpylonego paliwa.

Lepkość paliwa wpływa na takie parametry wtrysku jak [2]:

- wielkość dawki wtryskiwanego paliwa,
- wznios iglicy rozpylacza,
- ciśnienie i czas trwania wtrysku, które istotnie wpływają na proces rozpylenia paliwa.

Paliwo przeznaczone do zasilania szybkoobrotowych silników o ZS powinno zapewniać [2]:

- prawidłowe funkcjonowanie całego układu zasilania, w tym szczególnie aparatury wtryskowej,
- prawidłowy efektywny proces rozpylania i spalania,
- tworzenie możliwie jak najmniejszej ilości szkodliwych składników spalin.

2. Cel badań

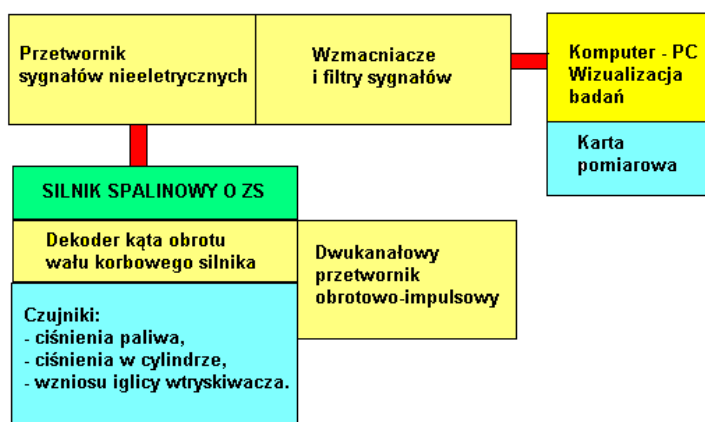
Zamierzeniem autorów było przeprowadzenie i analiza badań eksperymentalnych oraz symulacyjnych, wybranych problemów związanych z zastosowaniem zasilania silników o zapłonie samoczynnym (o ZS) paliwami pochodzenia: naturalnego, roślinnego oraz ich mieszanin z etanolem, bez dokonywania modernizacji konstrukcyjnej i bez zmian regulacyjnych badanego silnika.

Badania eksperymentalne dotyczyły oceny wpływu zasilania silnika PERKINS-1104C-44 pracującego w ustalonych warunkach zewnętrznej charakterystyki prędkościowej, pracującego według zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego od 1000 ÷ 2200 obr/min, na proces spalania tj.: wyznaczenie maksymalnego ciśnienia spalania ($P_{c,max}$, MPa) oraz na wskaźniki efektywne tj.: moment obrotowy (M_o , Nm), moc efektywną (N_e , kW) oraz ciśnienie efektywne (P_e , MPa).

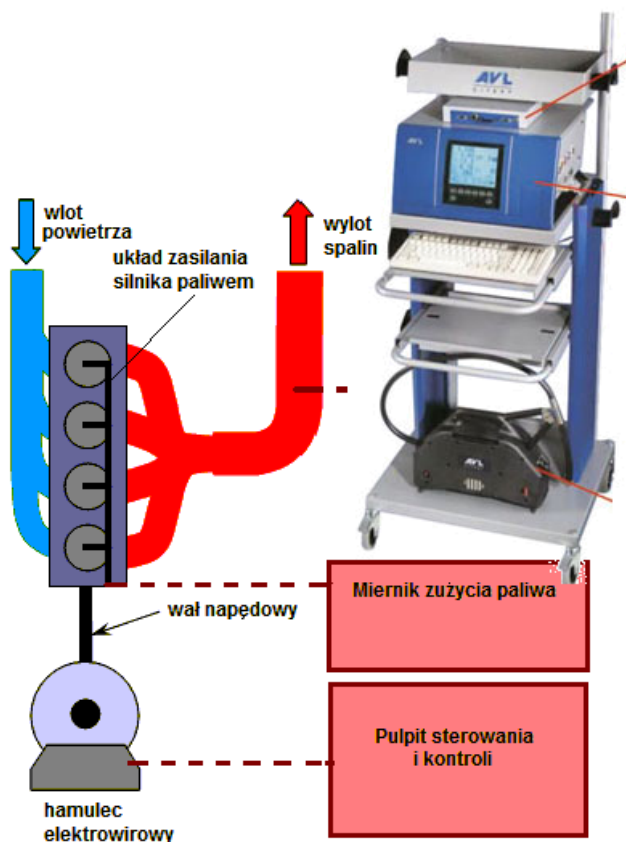
3. Stanowisko badawcze, charakterystyka badanych paliw oraz opis metody badań

Badania przeprowadzono na stanowisku hamownianym wyposażonym w silnik o zapłonie samoczynnym typu PERKINS-1100 z wtryskiem bezpośrednim paliwa.

Stanowisko wyposażone było w system pomiarowy umożliwiający pomiar parametrów i ciśnień szybkozmiennych.



Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego [3]
 Fig. 1. Block diagram of the test bench [3]



Rys. 2. Schemat blokowy stanowiska badawczego [3]
 Fig. 2. Block diagram of the test bench [3]

Podczas badań silnik zasilany był trzema rodzajami paliw ekologicznych tj.: mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolową (MECHEE) oraz porównawczo: węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B (ON) i estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B. Mikroemulsja węglowodorowo-estrowo-etanolowa (MECHEE) zastosowana w badaniach to mieszanina objętościowa: 34% etanolu, 33% niskosiarkowego oleju napędowego EKODIESEL ULTRA B i 33% estru metylowego kwasów oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B.

Wyboru badanych paliw dokonano ze względu na ich dostępność na rynku oraz na niejednorodne właściwości fizykochemiczne, które wywierają istotny wpływ na przebieg procesu wtrysku tj. gęstość, lepkość i napięcie powierzchniowe [2].

Schemat blokowy stanowiska badawczego pokazano na rys. 1 zaś schemat stanowiska badawczego na rys. 2. W tabeli 1 przedstawiono porównanie wybranych właściwości fizykochemicznych zastosowanych do badań paliw.

Tabela 1
Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw [4, 5]
Table 1
Selected physico-chemical properties of fuels studied [4, 5]

Właściwości Fizykochemiczne	Ester metylowy oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B (FAME)	Mikroemulsja węglowodorowo-estrowo-etanolowa (MECHEE)	Olej napędowy EKODIESEL ULTRA B (ON)
Gęstość [kg/m ³]	878	837,3	838
Lepkość kinematyczna [mm ² /s]	4,64	2,12	3,12
Wartość energetyczna [MJ/kg]	38,4	36,1	43,0

Badania przeprowadzono dla danych regulacyjnych silnika określonych wg. zaleceń producenta, a dotyczących pomiaru: ciśnienia sprężania i szczelności przestrzeni nadtlokowej, dawkowania pompy wtryskowej, ciśnienia roboczego wtryskiwaczy. Przed przystąpieniem do pomiarów, silnik doprowadzono do stanu równowagi cieplnej, a następnie sprawdzono ustawienie nadajnika kąta obrotu wału korbowego względem GMP, przeprowadzono skalowanie torów pomiarowych oraz dokonano korekcji ustawienia nominalnego kąta dynamicznego początku tłoczenia paliwa, równego $\alpha_{dpt}=16^{\circ}OWK$.

Podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie i zużycie paliwa.

Na podstawie wyników badań hamownianych i ich rejestracji dokonano wyznaczenia: obliczeń wybranych wskaźników pracy silnika takich jak:

- maksymalnego ciśnienia spalania ($P_{c,max}$, MPa),
- momentu obrotowego (M_o , Nm),
- mocy efektywnej (N_e , kW),
- ciśnienia efektywnego (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]:

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

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

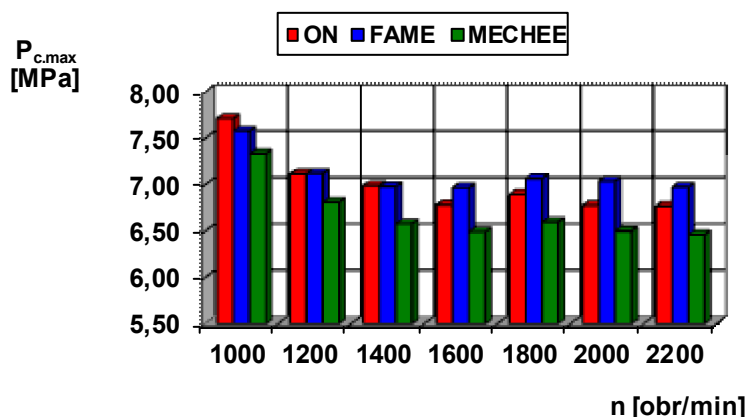
Ciśnienie efektywne P_e , obliczono ze wzoru [1]:

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

Wyznaczenie maksymalnego ciśnienia spalania ($P_{c,max}$, MPa) dokonano za pomocą systemu pomiarowego wielkości szybkozmiennych. Wskazania momentu obrotowego i mocy efektywnej w czasie badań odczytywano z modułu pomiarowego stanowiska hamownianego, a następnie obliczano te wskaźniki według zależności (1, 2) w celu potwierdzenia prawidłowości otrzymywanych wyników badań. Wskazania momentu obrotowego i mocy efektywnej silnika były skorygowane za pomocą współczynnika korekcji k_r .

4. Graficzne porównanie wyników badań oraz ich analiza

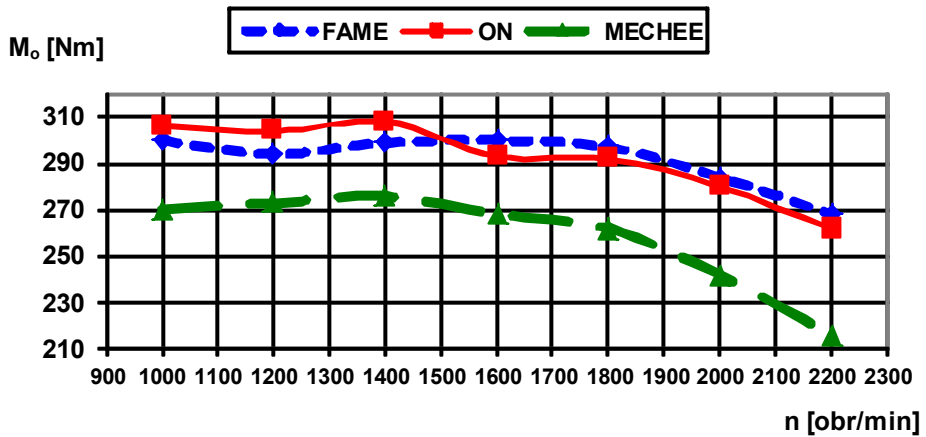
Na rys. 3 pokazano zbiorcze porównanie maksymalnych ciśnień spalania silnika PERKINS zasilanego badanymi paliwami na bazie prędkościowej charakterystyki zewnętrznej w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 do 2200 obr/min. Na rys. 4 przedstawiono zbiorcze porównanie momentu obrotowego (M_o , Nm) badanego silnika zasilanego 3-paliwami.



Rys. 3. Zbiorcze porównanie maksymalnych ciśnień spalania $P_{c,max}$ silnika PERKINS zasilanego badanymi paliwami

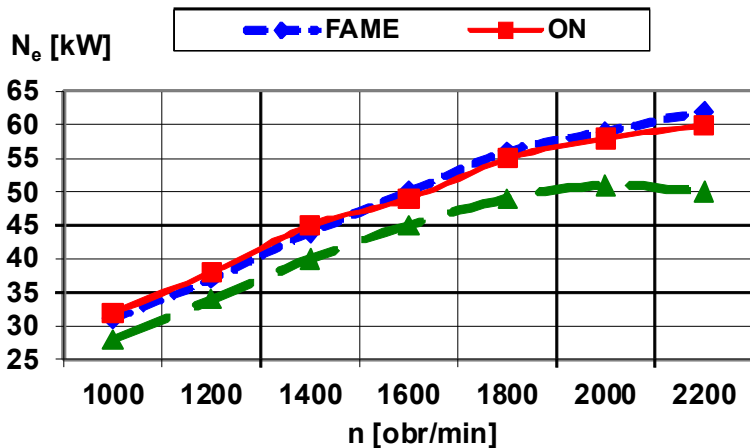
Fig. 3. Collective comparison of the maximum combustion pressures $P_{c,max}$ PERKINS engine powered test fuels

Na rys. 5 przedstawiono zbiorcze porównanie mocy efektywnej (N_e , kW) badanego silnika zasilanego 3-paliwami zaś na rys.6 porównanie ciśnienia efektywnego (P_e , MPa).



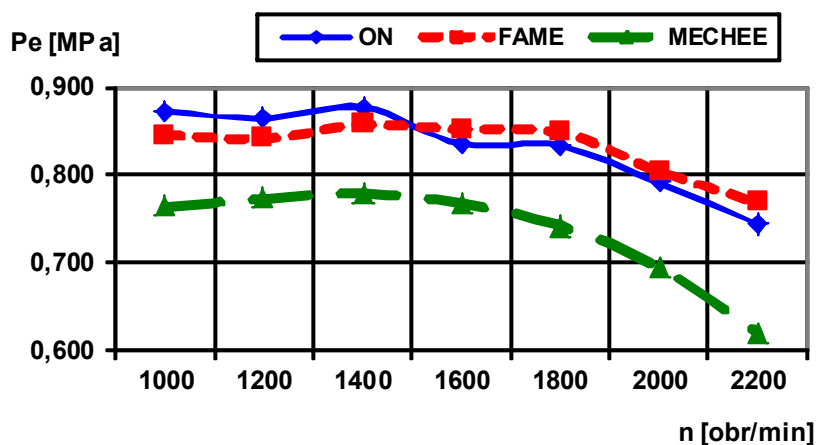
Rys. 4. Zbiorcze porównanie momentu obrotowego (M_o , Nm) silnika zasilanego badanymi paliwami w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika $n = 1000-2200$ obr/min

Fig. 4. Collective comparison of torque (M_o Nm) engine powered test fuels in the range of rotational speed of the engine crankshaft $n = 1000$ to 2200 rpm



Rys. 5. Zbiorcze porównanie mocy efektywnej (N_e , kW) silnika zasilanego badanymi paliwami w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika $n = 1000-2200$ obr/min

Fig. 5. Collective comparison of effective power (N_e kW) engine powered test fuels in the range of rotational speed of the engine crankshaft $n = 1000$ to 2200 rpm



Rys. 6. Zbiorcze porównanie ciśnienia efektywnego (P_e , MPa) silnika zasilanego badanymi paliwami w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika $n = 1000-2200$ obr/min

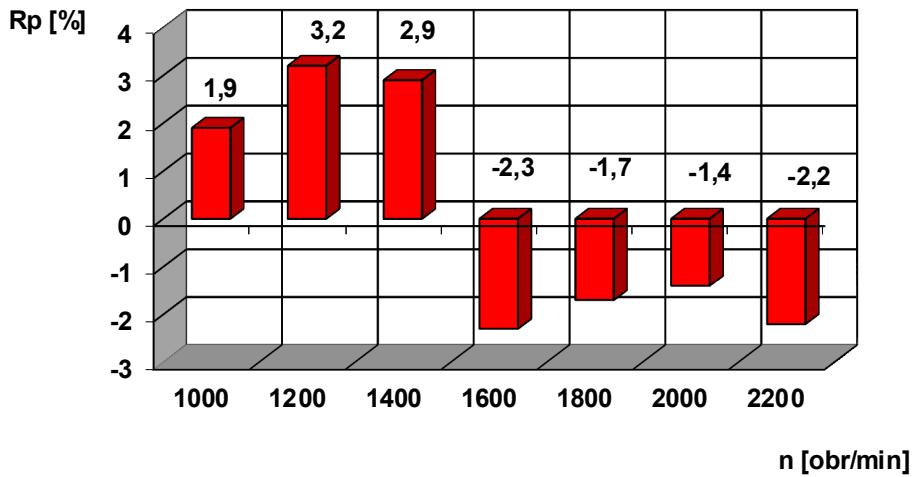
Fig. 6. Collective comparison of effective pressure (P_e , MPa) engine powered test fuels in the range of rotational speed of the engine crankshaft $n = 1000$ to 2200 rpm

Na podstawie ww. graficznego zbiorczego porównania wartości maksymalnych ciśnień spalania $P_{c,max}$ [MPa] i wskaźników efektywnych pracy silnika tj.: M_o , N_e i P_e można zauważyć, że największe wartości tych wskaźników występują w zakresie prędkości obrotowych silnika od 1000-1600 obr/min dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON), a od 1000-1600 obr/min dla paliwa BIODIESEL FAME-100B. Spowodowane to jest wpływem wartości opalowej badanych paliw przy dużych obciążeniach oraz tym, że paliwa roślinne posiadają tlen chemiczny, od 5-8% dlatego też wzrosły ciśnienia spalania, co ma wpływ na wskaźniki efektywne pracy badanego silnika.

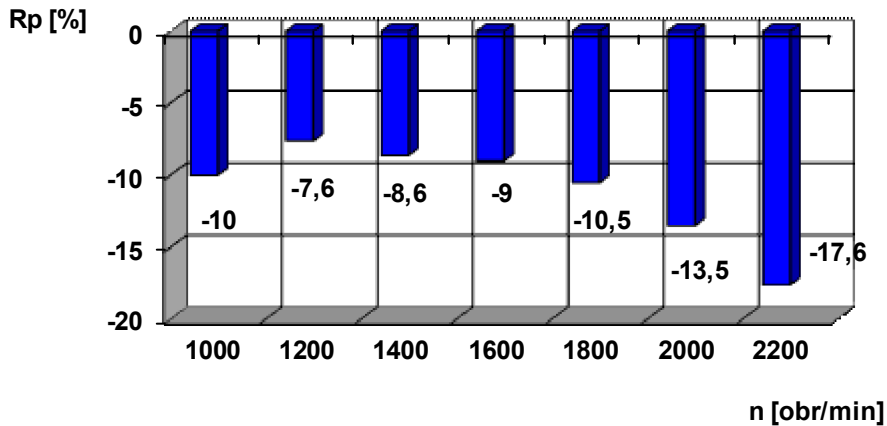
Aby dokonać dokładniejszej porównawczej analizy wartości wskaźników efektywnych pracy silnika wykorzystano bezwzględną różnicę procentową (R_p , %) pomiędzy zasilaniem silnika paliwem bazowym EKODIESEL ULTRA B (ON), a paliwem BIODIESEL FAME-100B oraz paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolową (MECHEE).

Na rys. 7 pokazano porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) momentu obrotowego (M_o , Nm) paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) w stosunku do paliwa BIODIESEL FAME-100B. Na rys. 8 przedstawiono porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) momentu obrotowego (M_o , Nm) paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) w stosunku do mikroemulsji węglowodorowo-estrowo-etanolową (MECHEE). Na rys. 9 pokazano porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) mocy efektywnej (N_e , kW) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a paliwem BIODIESEL FAME-100B. Rys.10 przedstawia porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) mocy efektywnej (N_e , kW) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolową (MECHEE). Na rys. 11 pokazano porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) ciśnienia efektywnego (P_e , MPa) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a paliwem BIODIESEL FAME-100B. Na rys. 12 przedstawiono porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) ciśnienia efektywnego (P_e , MPa) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolową (MECHEE).

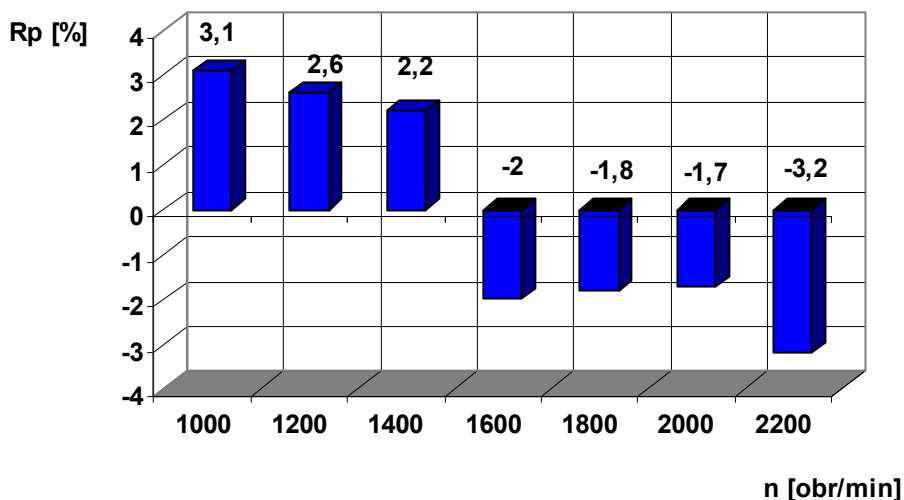
Wpływ zastosowania paliwa...



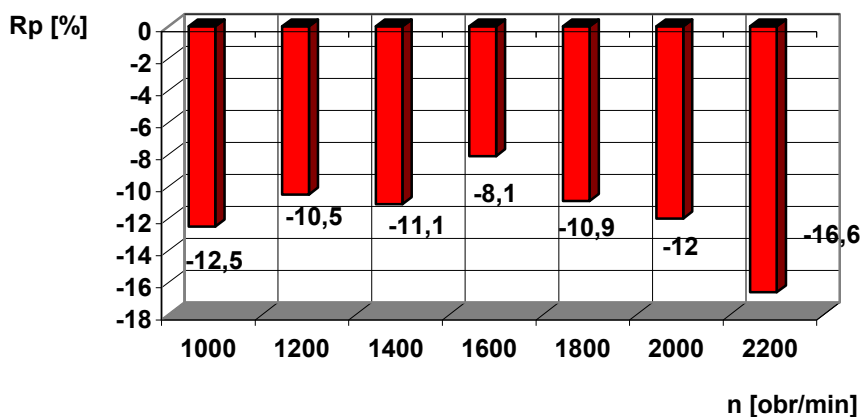
Rys. 7. Porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) wartości momentu obrotowego (M_o , Nm) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a paliwem BIODIESEL FAME-100B
Fig. 7. Comparison of the absolute percentage difference ($R_p\%$) of torque (M_o Nm) between the fuel EkoDiesel ULTRA B (ON) and biodiesel FAME-100B



Rys. 8. Porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) wskazań momentu obrotowego (M_o , Nm) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolowej (MECHEE)
Fig. 8. Comparison of the absolute percentage difference ($R_p\%$) indicated torque (M_o Nm) between the fuel EkoDiesel ULTRA B (ON) and a microemulsion of the hydrocarbon-ester-ethanol (MECHEE)

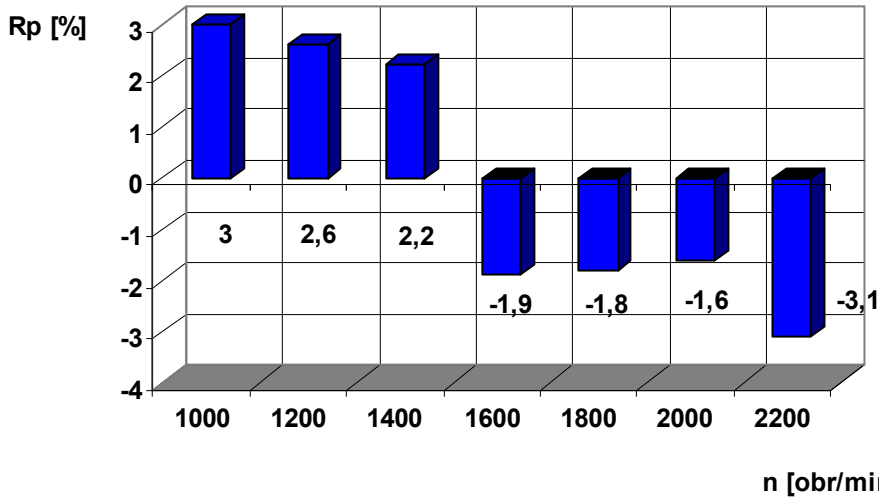


Rys. 9. Porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) wartości mocy efektywnej (N_e , kW) paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) w stosunku do paliwa BIODIESEL FAME-100B
 Fig. 9. Comparison of the absolute percentage difference ($R_p\%$) of the effective power (N_e kW) fuel EkoDiesel ULTRA B (ON) to fuel BIODIESEL FAME-100B



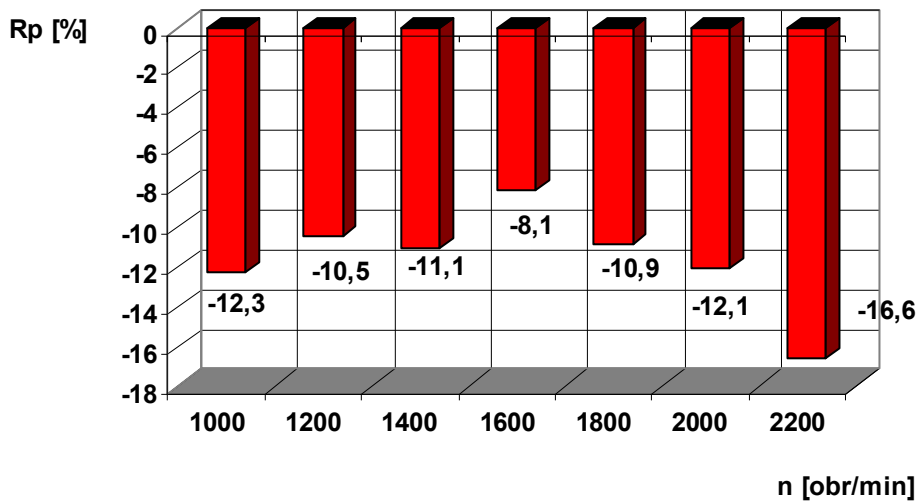
Rys. 10. Porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) wartości mocy efektywnej (N_e , kW) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolewej (MECHEE)
 Fig. 10. Comparison of the absolute percentage difference ($R_p\%$) of the effective power (N_e kW) between the fuel EkoDiesel ULTRA B (ON) and a microemulsion of the hydrocarbon-ester-ethanol (MECHEE)

Wpływ zastosowania paliwa...



Rys. 11. Porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) wartości ciśnienia efektywnego (P_e , MPa) paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) w stosunku do paliwa BIODIESEL FAME-100B

Fig. 11. Comparison of the absolute percentage difference (R_p , %) of effective pressure (P_e , MPa) Fuel EkoDiesel ULTRA B (ON) to fuel BIODIESEL FAME-100B



Rys. 12. Porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) ciśnienia efektywnego (P_e , MPa) pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją węglowodorowo-estrowo-etanolowej (MECHEE)

Fig. 12. Comparison of the absolute percentage difference (R_p , %) effective pressure (P_e , MPa) between the fuel EkoDiesel ULTRA B (ON) and a microemulsion of the hydrocarbon-ester-ethanol (MECHEE)

4. Podsumowanie i wnioski

Podsumowanie

Obecnie indykowanie jest metodą powszechnie stosowaną. Metodyka rozwiązywania zagadnienia polegającego na wyznaczeniu ciśnienia spalania w oparciu o eksperymentalnie wyznaczone wykresy indykatorowe silnika zasilanego paliwami o różnych właściwościach fizykochemicznych wymaga zastosowania dokładnych pomiarów wielkości charakteryzujących rzeczywisty przebieg procesów roboczych w cylindrze [1].

Pomiarów wielkości szybkozmiennych w silnikach produkowanych seryjnie można dokonywać bez wprowadzania w nich zmian konstrukcyjnych, które mogłyby istotnie zmieniać własności silnika. Indykowanie jest wiarygodną i powtarzalną procedurą badawczą, dostarczającą dokładnych informacji o rzeczywistych procesach zachodzących w silniku. Informacje uzyskane z indykowania cylindra silnika są podstawą do diagnozowania i optymalizacji procesu spalania oraz pozwalają na jakościową ocenę wskaźników operacyjnych pracy silnika, a przede wszystkim wskaźników efektywnych.

Efektywne wskaźniki pracy silnika w bezpośredni sposób zależą od właściwości fizykochemicznych badanych paliw oraz od przebiegu wykresu indykatorowego, a ten z kolei zależy od procesu spalania ocenianego za pomocą charakterystyk wydzielania ciepła.

Wnioski

Na podstawie wyników otrzymanych z przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski.

- podczas badań zarejestrowane uśrednione maksymalne ciśnienia spalania $P_{c,max}$ silnika PERKINS od 1000 do 1600 obr/min były większe dla paliwa EKODIESEL PLUS-50B obr/min zaś od 1600 –2200 obr/min nastąpił wzrost $P_{c,max}$ dla paliwa FAME B-100, natomiast paliwo MECHEE wykazało najmniejsze $P_{c,max}$ wskazania w całym przedziale prędkości obrotowych od 1000-2200 obr/min,
- wyznaczone wskaźniki efektywne pracy silnika tj.: M_o , N_e i P_e wykazały największe wartości w zakresie prędkości obrotowych silnika od 1000-1600 obr/min dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON), natomiast od 1600-2200 obr/min wskazania te były większe dla paliwa BIODIESEL FAME-100B,
- porównanie bezwzględnej różnicy procentowej (R_p , %) wartości momentu obrotowego (M_o , N_m) wykazało jego zwiększenie dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000-1600 obr/min $R_p =$ do 1,9 do 3,2% w stosunku do paliwa BIODIESEL FAME-100B. Od prędkości obrotowej od 1600-2200 obr/min nastąpił wzrost momentu obrotowego na korzyść paliwa BIODIESEL FAME-100B w przedziale $R_p =$ od 1,4 do 2,3% w stosunku do paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON). Natomiast pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją MECHEE występuje spadek momentu obrotowego w całym przedziale prędkości obrotowych silnika 1000-2200 obr/min na korzyść paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) $R_p =$ od 7,6 do 17,6%.
- w przedziale prędkości obrotowych silnik $n = 1000-16000$ obr/min bezwzględna różnica procentowa (R_p , %) mocy efektywnej (N_e , kW) była większa dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) $R_p =$ od 2,2-do 3,1% w stosunku do paliwa BIODIESEL FAME-100B Natomiast od prędkości obrotowej od 1600-2200 obr/min nastąpił wzrost mocy efektywnej na korzyść paliwa BIODIESEL FAME-100B

w przedziale $R_p =$ od 1,7 do 3,2%. Natomiast pomiędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją MECHEE występuje spadek mocy efektywnej (N_e , kW) dla w całym przedziale prędkości obrotowych silnika 1000-2200 na korzyść paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) $R_p =$ od 8,1 do 16,6%.

- bezwzględna różnica procentowa (R_p , %) ciśnienia efektywnego (P_e , MPa) wykazała większe wartości w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000-1600 obr/min dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) $R_p =$ od 2,2 do 3,0% w stosunku do paliwa BIODIESEL FAME-100B. W przedziale prędkości obrotowej silnika od 1600-2200 obr/min nastąpił wzrost ciśnienia efektywnego na korzyść paliwa BIODIESEL FAME-100B $R_p =$ od 1,9 do 3,1% w stosunku do paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON). Pomędzy paliwem EKODIESEL ULTRA B (ON) a mikroemulsją MECHEE występuje spadek ciśnienia efektywnego w całym przedziale prędkości obrotowych silnika 1000-2200 obr/min na korzyść paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON) $R_p =$ od 8,1 do 16,6%.
- przedstawiona metodyka badań umożliwia analizę rzeczywistych wykresów indykatorowych z uwzględnieniem ciśnień spalania pomiędzy czynnikiem roboczym, a ściankami komory spalania,
- zmiany ciśnień podczas procesu spalania zależały od wielkości obciążenia silnika oraz właściwości fizykochemicznych badanych paliw w tym od zawartości tlenu chemicznego w paliwie roślinnym FAME, co ma wpływ na wskaźniki efektywne pracy silnika.
- celowe jest dalsze prowadzenie badań nad oceną wpływu zasilania silnika zarówno paliwami pochodzenia mineralnego, jak i roślinnego oraz ich mieszaninami z etanolem na efektywne, ekonomiczne, energetyczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika,
- przy ocenie ekonomicznego aspektu stosowania estrów olejów roślinnych i ich mieszanin z alkoholem etylowym i paliwem naturalnym, celowe jest zmniejszenie kosztów ich wytwarzania i dystrybucji poprzez dotacje państwowe, tak, aby ceny tych paliw były porównywalne do cen paliw pochodzenia węglowodorowego.

LITERATURA

- [1] Kruczyński S., Orliński P., Orliński S.: „Wpływ właściwości paliw naturalnych i roślinnych na proces rozpylania paliwa w silniku o zapłonie samoczynnym”, Zeszyty Naukowe IP PW, Warszawa 2008
- [2] Łuksa A., Kruczyński S., Orliński P., Orliński S.: Wpływ składu paliwa mikroemulsyjnego węglowodorowo - estrowo - etanolowego na wskaźniki pracy silnika o zapłonie samoczynnym. Zeszyty Naukowe IP PW, Warszawa 2009.
- [3] Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2008.
- [4] Zakład Produktów naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska Świadectwa jakości paliw, 2009.
- [5] PKN ORLEN S.A. i Rafineria Trzebinia, *Świadectwa jakości paliw*, 2008.