

ORLIŃSKI Stanisław, ORLIŃSKA Marta

OCENA STEŻEŃ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW TOKSYCZNYCH SPALIN Z DOŁADOWANEGO SILNIKA ROLNICZEGO ZASILANEGO ESTREM RYDZOWYM

Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań hamownianych silnika PERKINS 1104C-E44T zasilanego ekologicznym paliwem węglowodorowym oraz estrem z lnianki (estrem rydzowym).

Jednym ze sposobów ograniczenia wpływu toksycznych składników spalin na środowisko naturalne jest stosowanie paliw pochodzenia roślinnego i ich estrów. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano ester metylowym kwasów oleju z lnianki EST-LN oraz porównano niskosiarkowy olej napędowy EKODIESEL ULTRA B.

W ramach przeprowadzonych badań w stanach ustalonych wyznaczono stężenia wybranych składników toksycznych spalin. Podczas ich realizacji na hamowni silnikowej badany silnik PERKINS 1104C-E44T pracował według zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w całym zakresie swojej prędkości obrotowej.

WSTĘP

Restrykcyjne normy dotyczące czystości spalin wymagają od przemysłu motoryzacyjnego prowadzenia badań i poszukiwania rozwiązań technicznych zapewniających możliwie najmniejsze szkodliwe oddziaływanie na naturalne środowisko człowieka [1, 2, 4].

W ostatnich latach mamy do czynienia z ciągłym wzrostem wymagań dotyczących energetycznych, ekonomicznych, a głównie ekologicznych wskaźników pracy silników spalinowych, co wpływa na duży wzrost zapotrzebowania, na paliwa alternatywne [5].

Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystanie paliw roślinnych i ich estrów oraz etanolu. Daje to możliwość dalszego rozwoju naszego kraju nowych technologii produkcji paliw, dodatkowe miejsca pracy i pozytywne efekty ekologiczne.

Paliwa roślinne charakteryzują się innymi właściwościami fizykochemicznymi w stosunku do paliw węglowodorowych. Powodują one występowanie różnic w procesie tłoczenia i rozpylania paliwa oraz ich spalania w cylindrze silnika [6, 7, 8].

Postęp w zakresie konstrukcji silników o ZS sprawił, że dużą uwagę zwrócono także na zasilanie tych silników różnymi paliwami o ściśle określonych, powtarzalnych właściwościach fizykochemicznych. Rodzaj paliwa i jego właściwości fizykochemiczne determinują jakość rozdrobnienia i wymieszania paliwa z powietrzem w komorze spalania.

Głównymi czynnikami determinującymi obecny rozwój silników o ZS są [9]:

- minimalizacja jednostkowego zużycia paliwa obniżająca koszty eksploatacji i ograniczająca emisję dwutlenku węgla do atmosfery,
- zapewnienie możliwie najmniejszej emisji składników spalin tj.: CO₂, CH, NO_x, aldehydów, a przede wszystkim cząstek stałych PM.

- Paliwo przeznaczone do zasilania silników o ZS powinno zatem zapewniać [6, 10]:
- prawidłowe funkcjonowanie całego układu zasilania, w tym szczególnie aparatury wtryskowej,
 - prawidłowy i efektywny proces spalania,
 - tworzenie możliwie jak najmniejszej ilości szkodliwych składników spalin.

Dlatego w ciągu ostatnich lat w Ameryce Północnej (USA i Kanada) oraz w Europie bada się wpływ dodatków biopaliw do olejów napędowych na parametry pracy silników o zapłonie samoczynnym. Najbardziej zaawansowana w tego typu działalności jest Kanada gdzie oleje napędowe z dodatkiem biopaliw są już sprzedawane masowo na stacjach paliwowych.

Należy jednak pamiętać że biopaliwa sprawiają duże trudności w zastosowaniu jako paliwo do silników wysokoprężnych, głównie z powodu [6]:

- niskiej liczby cetanowej, a więc słabej zdolności do samozapłonu,
- dużej wartości utajonego ciepła parowania, co jest powodem trudności odparowywana paliwa i rozruchu zimnego silnika,
- małej wartości opałowej, co skutkuje wzrostem zużycia paliwa i koniecznością stosowania większych wydatków pomp wtryskowych,
- działają niszcząco na gumę i nie-które tworzywa sztuczne przez glicerydy w nich zawarte.

Równocześnie zawierają dużo tlenu chemicznego, co korzystnie wpływa na obniżenie stężeń oraz emisji toksycznych składników spalin co ukazują poniżej przedstawione wyniki badań.

CEL BADAŃ

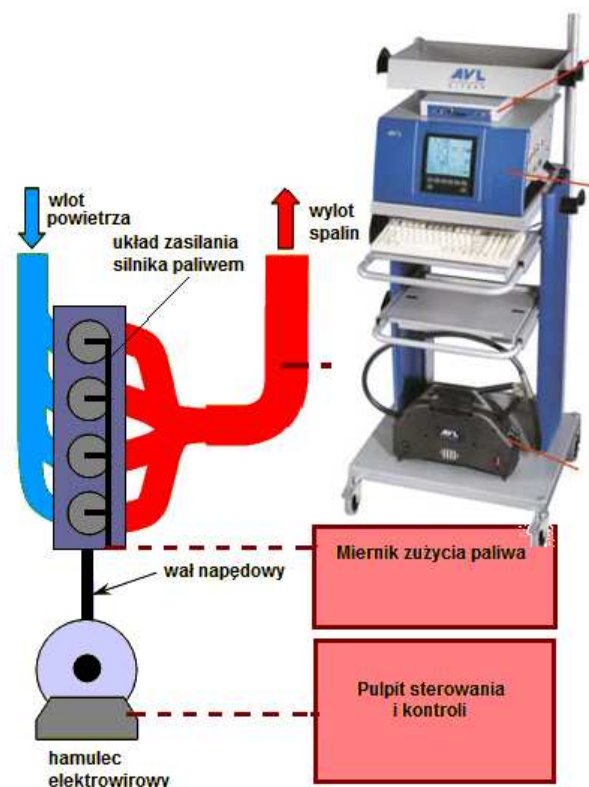
Celem badań było wykazanie, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych ma istotny wpływ na stężenia składników toksycznych spalin wylatujące z silnika Perkins 1104C-E44T (EU Stage II G) umieszczonego na stanowisku hamownianym wyposażonym w systemy pomiarowe AVL CEB II oraz AVL-415 pracujące w trybie automatycznym na bazie prędkościowej-zewnętrznej charakterystyki silnika.

W czasie realizacji badań silnik PERKINS 1104C-E44T był zasilany niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B (ON) oraz porównawczo estrem metylowym kwasów oleju z lnianki EST-LN (estrem rydzowym).

1. STANOWISKO BADAWCZE, PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE PALIW ZASILAJĄCYCH SILNIK, METODA BADAŃ

Badania przeprowadzono na zbudowanym według normy PN-88/S-02005 stanowisku hamownianym z doładowanym silnikiem o zapłonie samoczynnym typu Perkins 1104C-E44T o wtrysku bezpośrednim paliwa do komory spalania. Wyboru badanych paliw dokonano ze względu na ich dostępność na rynku oraz na różnorakie właściwości fizykochemiczne. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw przedstawiono w tabeli 1.

Stanowisko badawcze wyposażone było w system pomiarowy umożliwiający pomiar parametrów wolno oraz szybko zmiennych, a także analizatory spalin firmy AVL. Jego schemat blokowy pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego

Źródło: [3]

Tab. 1. Wybrane właściwości fizykochemicznych badanych paliw

Właściwości Fizykochemiczne	Ester metylowy kwasów oleju rydzowego (lnianka) (EST-LN)	Ekodiesel ULTRA - B Ekologiczny Letni (ON)
Gęstość [kg/m^3]	891,7	848
Lepkość kinematyczna [mm^2/s]	4,50	3,12
Liczba cetanowa	49	51,5

Źródło: [11]

Wybrane parametry techniczne obiektu badań [3]:

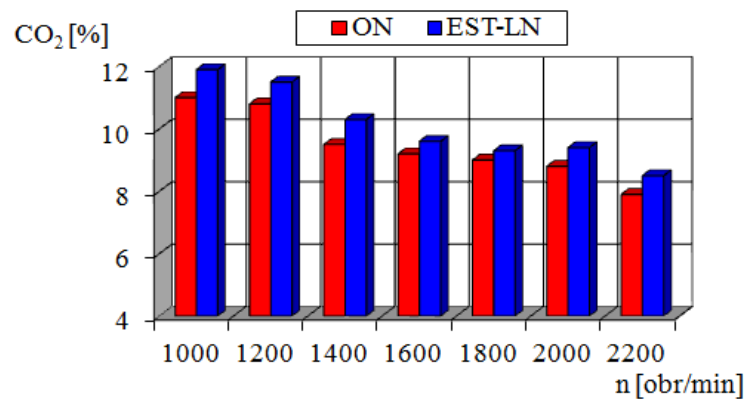
- Typ - ekologiczny PERKINS 1104C-E44T,
- Rodzaj - wysokoprężny, czterosuwowy, rzędowy, z bezpośrednim wtryskiem paliwa, chłodzony cieczą, turbodoładowany,
- Pojemność silnika - 4400 cm^3 ,
- Średnica cylindra/skok tłoka - 105/127 mm,
- Liczba cylindrów - 4,
- Jednostkowe zużycie paliwa przy mocy znamionowej - 233 g/kWh ,
- Jednostkowe zużycie paliwa przy maksymalnym momencie obrotowym - 219 g/kWh ,
- Pompa wtryskowa rozdzielaczowa z regulatorem mechanicznym - VP29/30.

Podczas sporządzania zewnętrznej prędkościowej charakterystyki silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie, zużycie paliwa i emisję splin. Wybrane zarejestrowane wskaźniki ekologiczne to:

- dwutlenek węgla: CO_2 - %,
- tlenek węgla: CO - %,
- węglowodory: CH - ppm,
- tlenki azotu: NO_x - ppm.

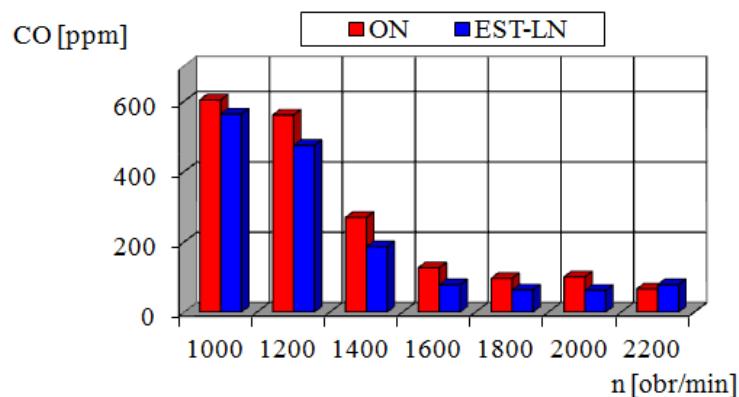
2. WYNIKI BADAŃ

Na rys. 2 pokazano graficzne porównanie emisji dwutlenku węgla, (CO_2 , %) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min przy sporządzaniu prędkościowej charakterystyki zewnętrznej, na rys. 3 porównanie emisji węglowodorów (CO, %), na rys.4 porównanie emisji tlenków azotu (NO_x , ppm) zaś na rys.5 porównanie tlenku węgla (CH, ppm).



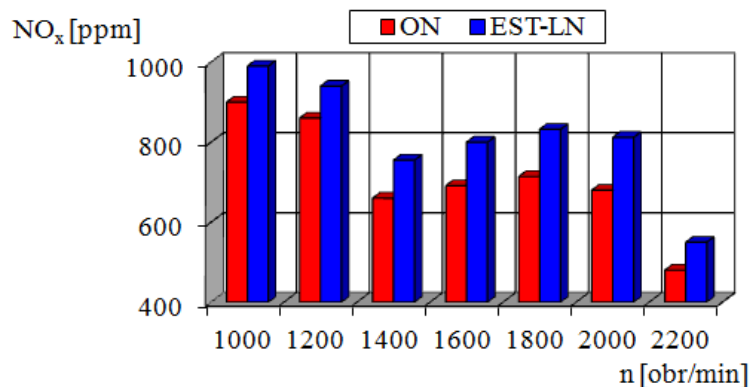
Rys. 2. Zbiorcze porównanie emisji dwutlenku węgla, (CO_2 , %) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min

Źródło: [wyk. autorów]



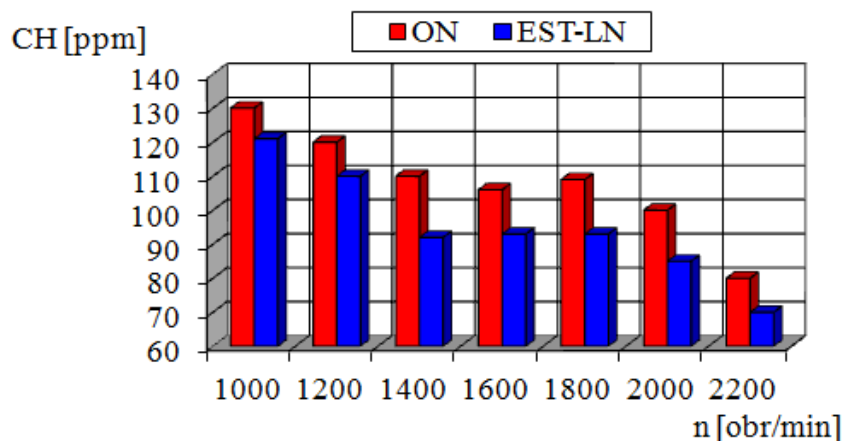
Rys. 2. Zbiorcze porównanie emisji tlenków węgla (CO, ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min

Źródło: [wyk. autorów]



Rys. 4. Zbiorcze porównanie emisji tlenków azotu (NO_x , ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min

Źródło: [wyk. autorów]



Rys. 5. Zbiorcze porównanie emisji węglowodorów (CH, ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min

Źródło: [wyk. autorów]

WNIOSKI

Wyniki stężeń wybranych składników spalin takich jak: dwutlenek węgla, (CO_2 -%), tlenek węgla (CO, ppm) oraz tlenki azotu (NO_x - ppm) czy węglowodory (CH - ppm), zarejestrowane podczas badań silnika PERKINS 1104C-E44T zasilanego badanymi paliwami wykazały, że:

- w zakresie prędkości obrotowych $n = 1000\text{-}2200$ obr/min, stężenia dwutlenku węgla (CO_2 -%) były większe dla biopaliwa EST-LN. Najmniejsza bezwzględna różnica procentowa R_p [%] stężeń dwutlenku węgla pomiędzy wskazaniem paliwami wynosiła 8,4 % przy prędkości $n = 1000$ obr/min, a największa 9,5% dla $n = 2200$ obr/min (rys. 2),
- stężenia tlenków węgla (CO-ppm) były mniejsze dla paliwa roślinnego EST-LN w stosunku do paliwa bazowego ON w całym przedziale prędkości obrotowych silnika od $n = 1000\text{-}2200$ obr/min. Bezwzględna różnica procentowa R_p [%] stężeń tlenku węgla wynosiła od 8,3% do 12,5% (rys. 3),
- pomiar tlenków azotu (NO_x -ppm) wykazał mniejsze stężenia dla paliwa bazowego ON w stosunku do biopaliwa EST-LN w całym przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od $n = 1000\text{-}2200$ obr/min. Największa bezwzględna różnica

procentowa stężenia tlenków azotu (NO_x -ppm) wynosiła 8,1% przy prędkości $n=1000$ obr/min, a najmniejsza 6,77% dla $n= 2200$ obr/min (rys. 4),

- pomiar stężeń węglowodorów (CH-ppm) wykazał większe stężenia dla paliwa bazowego-węglowodorowego ON zaś mniejsze dla estru EST-LN w całym przedziale prędkości obrotowych silnika od $n= 1000$ - 2200 obr/min. Minimalna bezwzględna różnica procentowa stężeń węglowodorów (CH-ppm) wynosiła 6,1% przy prędkości $n=1000$ obr/min, a maksymalna nawet 12,8% dla $n= 2200$ obr/min (rys.5),

Wnioski podsumowujące:

- badania wykazały wyraźny wpływ różnic takich parametrów fizykochemicznych paliw jak: lepkość, gęstość, zdolność do samozapłonu badanych paliw na stężenia składników toksycznych spalin,
- dzięki tym badaniom zaobserwowano iż zastosowanie dodatków z biopaliwa EST-LN mogłoby spowodować znaczne zmniejszenie stężeń składników toksycznych spalin takich jak CO i CH szczególnie widoczne przy najniższych prędkościach obrotowych wału korbowego silnika.
- paliwo roślinne stosowane w badaniach tj. ester EST-LN było paliwem poddanym procesom restryfikacji w celu otrzymania właściwości fizykochemicznych porównywalnych do paliw węglowodorowych. Badania wykazały, że to paliwo roślinne po względem emisji składników toksycznych spalin nie jest bardzo odrębne od oleju napędowego.
- celem jest prowadzenie dalszych badań nad oceną wpływu zasilania silnika zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego na ekonomiczne, energetyczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika,
- celem jest prowadzenie dalszych badań procesów wtrysku paliwa silnika zasilanego, zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego posiadającymi różne właściwości fizykochemiczne.

BIBLIOGRAFIA

1. Ambrozik A., Kruczyński S., Orliński S.: Wpływ zasilania silnika spalinowego o zapłonie samoczynnym paliwem naturalnym i roślinnym na parametry układu zasilania i procesów spalania. Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów 2005, Wyd. Politechniki Warszawskiej, ISSN 1642-347X.
2. Ambrozik A., Ambrozik T., Orliński P., Orliński S.: Wpływ mieszanin etanolu z olejem napędowym na emisję wybranych składników spalin, LOGISTYKA 3/2011, s. 45-51, ISSN 1231-5478.
3. Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
4. Merkisz J., Pielecha I.: Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Wyd. I, 2004.
5. Kruczyński S., Dnilczyk W., Orliński P., Orliński S., Kamela W.: Wpływ dodatku etanolu do oleju napędowego na emisję cząstek stałych, Nafta-Gaz 11/2009, str. 871-874, ISSN 0867-8871.
6. Orliński P.: Wybrane zagadnienia procesu spalania paliw pochodzenia roślinnego w silnikach o zapłonie samoczynnym, Instytut Naukowo Wydawniczy SPATIUM, Radom 2013.
7. 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, str. 87-102, ISSN 1642-347X,

8. Orliński S.: Wpływ składu paliwa mikroemulsyjnego węglowodorowo-estrowo-etanolowego na efektywne wskaźniki pracy silnika PERKINS-1104C-44, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów 2(78)/2010, str.73-86. ISSN 1642-347X.
9. 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, ISSN 1231-5478.
10. 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, Vol. 20, Nr 1, str. 255-261.
11. Świadectwo jakości badanych paliw, Zakład Produktów Naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska, Radom 2013.

ASSESSMENT OF SELECTED CONCENTRATIONS OF TOXIC FUMES FROM TURBOCHARGED AGRICULTURAL ENGINE POWERED BY ESTER OF CAMELINA

Abstract

The article presents some results of test stand investigations PERKINS 1104C-E44T powered by ecological hydrocarbon fuel and camelina oil ester.

One way to reduce the impact of toxic exhaust on the environment is the use of crop-based fuels and their esters. In studies that used methyl ester of fatty oil from camelina EST-LN and compared to low-sulfur diesel Ekodiesel Ultra B.

As part of the study in steady states determined the concentration of selected components of toxic fumes. During their implementation on engine dynamometer test PERKINS 1104C-E44T worked by external speed characteristics throughout its speed range.

Autorzy:

mgr inż. Marta ORLIŃSKA, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Radom

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