

Stanisław ORLIŃSKI¹

WPŁYW ZASTOSOWANIA MIESZANIN ESTRU FAME Z ETANOLEM NA EKOLOGICZNE WSKAŹNIKI PRACY SILNIKA PERKINS-1104C-44

W referacie przedstawiono zagadnienia dotyczące pomiaru emisji spalin z silnika o ZS typu Perkins 1104C-44 z wtryskiem bezpośrednim, zasilanego paliwem roślinnym Estrem Metylowym Kwasów Oleju Rzepakowego FAME BIODIESEL-B100 oraz jego mieszaninami z etanolem.

Pomiary emisji spalin wykonano na stanowisku hamownianym wyposażonym w system pomiarowy AVL-415 w stanach ustalonych na bazie prędkościowej charakterystyki zewnętrznej.

Wykazano, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych ma istotny wpływ na emisję spalin. Wpływ ten przejawia się także w oddziaływaniu na wskaźniki efektywne, ekonomiczne oraz energetyczne badanego silnika.

INFLUENCE OF USING MIXTURES OF THE FAME ESTER WITH THE ETHANOL ON ECO-FRIENDLY POINTERS OF THE PERKINS-1104C-44 WORK OF AN ENGINE

In the paper problems concerning the measurement were presented to emission of the exhaust fumes from the engine about ZS of the type 1104C-44 Perkins with direct injection, fed with plant fuel with Methylic Ester of Acids of the FAME BIODIESEL-B100 rape oil and its mixtures with the ethanol.

Measurements of emission of the exhaust fumes were made on the post hamownianym equipped with the measuring AVL-415 system in equilibria on the base speed and load of outside characteristics.

They demonstrated, that kind of fuel about different properties physicochemical an essential influence on the broadcasting of the exhaust fumes has. This influence is showing also in the influence on effective, economic and energy signs of examined engine.

1. WSTĘP

Zastosowanie paliw zamiennych do zasilania silników o zapłonie samoczynnym zapewnia i wykorzystuje własną dla danego kraju bazę paliwową. Jedną z dróg służących do rozwiązania tego problemu jest wykorzystanie paliw roślinnych i ich estrów oraz etanolu. Daje to możliwość rozwoju w danym kraju nowych technologii produkcji paliw, dodatkowe miejsca pracy i pozytywne efekty ekologiczne. Paliwa roślinne charakteryzują

¹ Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, e-mail: walorl@wp.pl

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) [2].

Postęp w zakresie konstrukcji silników o ZS sprawił, że dużą uwagę zwrócono także na zasilanie 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

Paliwo przeznaczone do zasilania szybkoobrotowych silników o ZS powinno zapewniać:

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

2. CEL BADAŃ

Celem badań jest ocena wpływu zasilania silnika Perkins 1104C-44 pracującego w ustalonych warunkach zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika od 1000-2200 obr/min, bez zmian regulacyjnych silnika. Badania eksperymentalne dotyczyły oceny wpływu zasilania silnika Perkins 1104C-44 wybranymi badanymi paliwami na wskaźniki ekologiczne pracy silnika.

3. CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA BADAWCZEGO I WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE BADANYCH PALIW

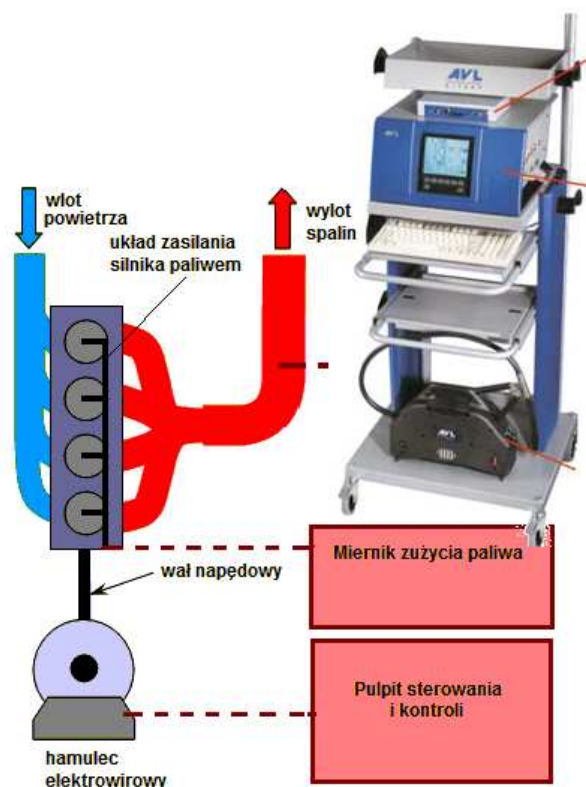
Badania przeprowadzono na typowym, zbudowanym wg BN-74/1340-12 i PN-88/S-02005 stanowisku hamownianym z silnikiem o zapłonie samoczynnym typu Perkins 1104C-44 z wtryskiem bezpośrednim. Wyboru badanych paliw dokonano ze względu na ich dostępność na rynku oraz na niejednorodne właściwości fizykochemiczne, które wywierają istotny wpływ na przebieg procesu wtrysku tj. gęstość, lepkość.

Podczas badań silnik zasilany był porównawczo czterema rodzajami paliw ekologicznych tj.: Estrem Metylowym Kwasów Oleju Rzepakowego FAME BIODIESEL-B100 oraz jego mieszaninami z etanolem, mieszanina E1= 90%FAME + 10%ETANOL, mieszanina E2-80% FAME +20%ETANOL, mieszanina E3-70% FAME +30%ETANOL.

Schemat blokowy stanowiska badawczego pokazano na rysunku 1. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw [7, 8]

Właściwości Fizykochemiczne	FAME B-100	E1 (90% FAME + 10% ETANOL)	E2 (80% FAME + 20% ETANOL)	E3 (70% FAME + 30% ETANOL)
Gęstość w 15 °C [kg/m ³]	884,07	874,2	866,2	856,7
Lepkość kinematyczna w 40 °C [mm ² /s]	4,64	3,60	2,98	2,57
Temperatura krzepnięcia °C	-12	-14	-15	-16



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego [2]

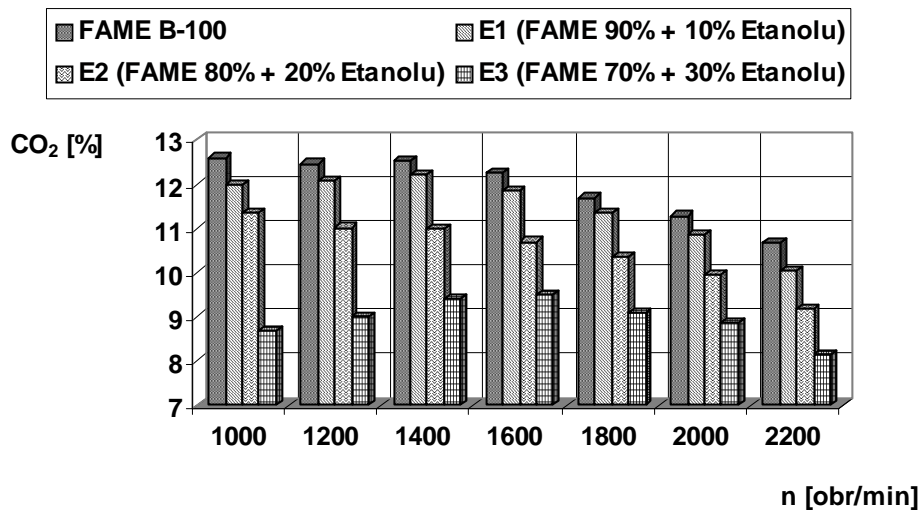
Podczas sporządzania zewnętrznej prędkościowej charakterystyki silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie, zużycie paliwa i emisję spalin.

Wybrane zarejestrowane wskaźniki ekologiczne to:

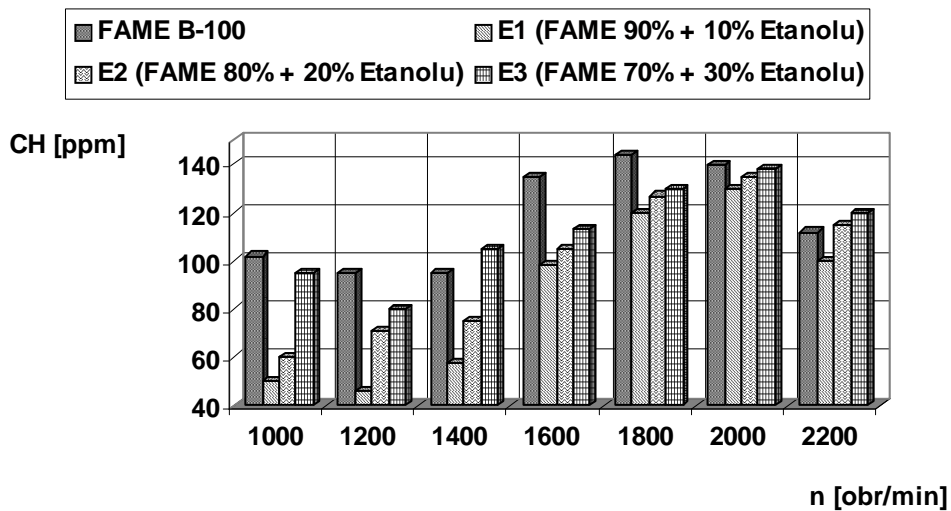
- dwutlenek węgla: CO_2 -%,
- tlenek węgla: CO -%,
- węglowodory: CH -ppm,
- tlenki azotu: NO_x -ppm.

4. GRAFICZNE PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ

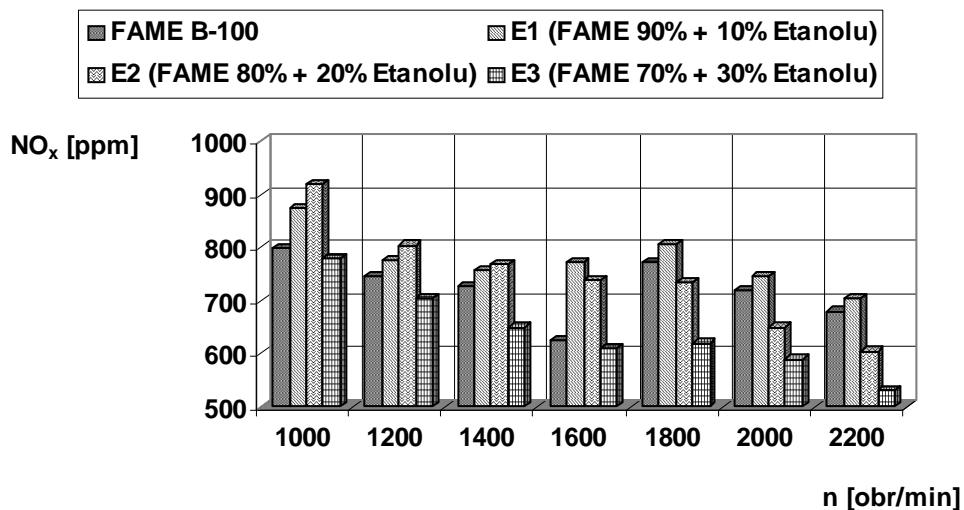
Na rys.2 pokazano graficzne porównanie emisji dwutlenku węgla, (CO_2 , %) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min przy sporządzaniu prędkościowej charakterystyki zewnętrznej, na rys. 3 porównanie emisji węglowodorów (CH , ppm), na rys.4 porównanie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



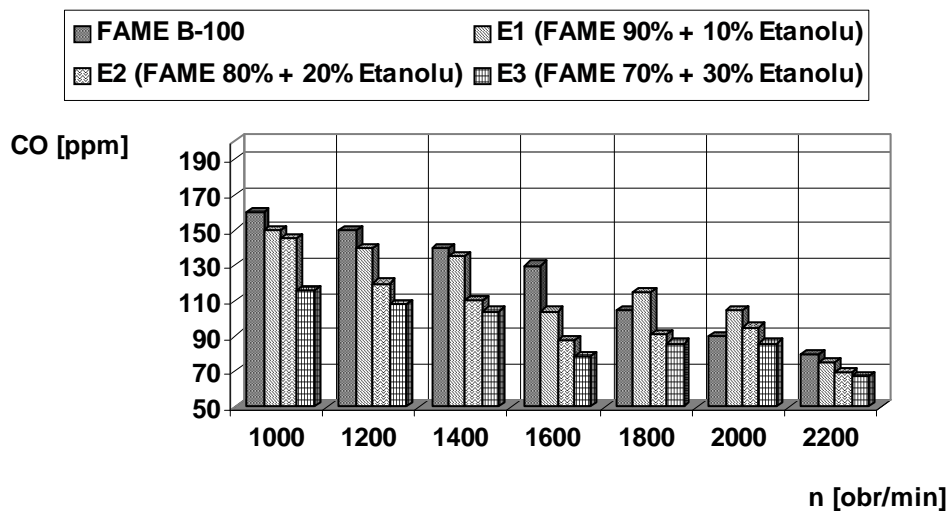
Rys. 2. Zbiorcze porównanie emisji dwutlenku węgla, (CO_2 , %) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min



Rys. 3. Zbiorcze porównanie emisji węglowodorów (CH, ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min



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



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

5. WNIOSKI

Wyniki emisji wybranych składników spalin takich jak: dwutlenek węgla, (CO_2 -%), węglowodory: (CH -ppm), tlenki azotu (NO_x -ppm) i tlenki węgla (CO , ppm) zarejestrowane podczas badań silnika PERKINS zasilanego czterema paliwami wykazały, że:

- w zakresie prędkości obrotowych $n = 1000$ - 2200 obr/min, emisja dwutlenku węgla (CO_2 -%) była największa dla paliw BIODIESEL FAME-100B natomiast mieszaniny E1 (90% FAME +10%ETANOL) oraz E2 (80% FAME +20%ETANOL) posiadają mniejsze emisje, a najmniejsza emisja występowała dla mieszaniny E3 (70% FAME +30%ETANOL). Bezwzględna różnica procentowa emisji dwutlenku węgla pomiędzy wskazaniami największymi przy zasilaniu paliwem FAME a najmniejszymi występującymi dla paliwa E3 (70% FAME +30%ETANOL) wynosi 32% przy prędkości $n = 1000$ obr/min do 27% dla $n = 2200$ obr/min (rys.2),
- emisja węglowodorów (CH -ppm) przy dużych obciążeniach $n = 1000$ - 1400 obr/min była porównywalna dla paliwa FAME i mieszaniny E3 (70%FAME + 30%ETANOL), natomiast wskazania najmniejsze w całym przedziale prędkości obrotowych silnika od $n = 1000$ - 2200 obr/min występowały dla mieszanin E1 (90% FAME +10%ETANOL) i E2 (80% FAME + 20% ETANOL). Bezwzględna różnica procentowa emisji węglowodorów (CH -ppm) pomiędzy nimi wynosi 50% przy prędkości $n = 1000$ obr/min do 20% dla $n = 2200$ obr/min (rys.3),
- emisja tlenków azotu (NO_x -ppm) wykazała mniejsze stężenia dla paliwa bazowego FAME oraz dla mieszaniny E3 (70%FAME + 30%ETANOL) w stosunku do mieszanin E1 (90%FAME + 10%ETANOL) i E2 (80%FAME + 20%ETANOL) w całym przedziale prędkości obrotowych silnika od $n = 1000$ - 2200 obr/min. Bezwzględna różnica procentowa emisji tlenków azotu (NO_x -ppm) pomiędzy nimi wynosi 11,1% przy prędkości $n = 1000$ obr/min do 7% dla $n = 2200$ obr/min (rys.4),
- emisja tlenków węgla (CO -ppm) wykazała mniejsze stężenia dla paliwa dla mieszaniny E3 (70%FAME + 30%ETANOL) w stosunku do mieszanin E1 (90%FAME + 10%ETANOL) i E2 (80%FAME + 20%ETANOL) i paliwa bazowego FAME w całym przedziale prędkości obrotowych silnika od $n = 1000$ - 2200 obr/min. Bezwzględna różnica procentowa emisji tlenków węgla pomiędzy nimi wynosi 26,6% przy prędkości $n = 1000$ obr/min do 22,2% dla $n = 2200$ obr/min (rys.5),

Wnioski podsumowujące:

- badania wykazały wyraźny wpływ takich parametrów fizykochemicznych jak: lepkość, gęstość badanych paliw na proces wtrysku i spalania co ma wpływ na emisję spalin,
- zastosowanie dodatków etanolu do paliwa bazowego FAME-100B spowodowało znaczne zmniejszenie emisji składników toksycznych spalin szczególnie widoczne przy najniższych prędkościach obrotowych silnika prawie co związane jest z obciążeniami silnika od 20-30%.
- paliwo roślinne stosowane w badaniach tj. BIODIESEL FAME B100, jest paliwem poddanym procesom restryfikacji w celu otrzymania właściwości fizykochemicznych porównywalnych do paliw węglowodorowych. Badania wykazały że paliwo roślinne spełnia te wymagania.

- celowym jest prowadzenie dalszych badań nad oceną wpływu zasilania silnika zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego na ekonomiczne, energetyczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika,
- przy ocenie ekonomicznego aspektu stosowania roślinnych paliw ekologicznych i ich mieszanin z etanolem jest kluczowym zadaniem w celu zmniejszenia kosztów ich wytwarzania i dystrybucji poprzez dotacje państwowe, tak aby ceny tych paliw były porównywalne do cen paliw pochodzenia naftowego.
- celowym jest prowadzenie dalszych badań procesów wtrysku paliwa silnika zasilanego zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego posiadającymi różne właściwości fizykochemiczne.

6. LITERATURA

- [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. XIII Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe "Motoryzacyjne Problemy Ochrony Środowiska" organizowane przy współpracy z KONES, PTNSS i PTPE, SiMR Politechniki Warszawskiej, 2 grudnia 2005 r. Warszawa.
- [2] Ambrozik A., S Kruczyński., Orliński S.: INFLUENCE OF DIESEL ENGINE FUELLING WITH SELECTED HYDROCARBON AND VEGETABLE FUELS ON INJECTION AND SELF IGNITION ANGLE DELAY. P05-C024, PTNSS-KONGRES Międzynarodowy Kongres Silników Spalinowych, Bielsko-Biała / Szczyrk 25–28 września, 2005.
- [3] Bielaczyc P., Merkisz J., Kozak M., Analysis of the Influence of Fuel Sulphur Content on Diesel Engine Particulate Emissions. SAE Paper 2002.01.2219,
- [4] Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2008,
- [5] 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,
- [6] Merkisz J.: Wpływ motoryzacji na skażenia środowiska naturalnego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1994.
- [7] Rafineria Trzebinia.: Właściwości fizykochemiczne estrów metylowych kwasów oleju rzepakowego paliwa FAME, Trzebinia 2008.
- [8] Zakład Produktów Naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska, Świadectwo Jakości emulsji paliwowych, 2009.