

Andrzej AMBROZIK¹
Tomasz AMBROZIK²
Piotr ORLIŃSKI³
Stanisław ORLIŃSKI⁴

WPLYW MIESZANIN ETANOLU Z OLEJEM NAPĘDOWYM NA EMISJĘ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW SPALIN

W artykule przedstawiono wyniki badań silnika PERKINS zasilanego mieszaniną etanolu z paliwem mineralnym na ekologiczne wskaźniki jego pracy. Zastosowanie paliw o różnych właściwościach fizykochemicznych do silników wysokoprężnych wymaga dużych dokładności pomiarów parametrów diagnostycznych. Spełnianie coraz bardziej rygorystycznych norm emisji toksycznych składników spalin wymaga zastosowania we współczesnych silnikach spalinowych o zapłonie samoczynnym szybkich i precyzyjnych urządzeń diagnostycznych do określania jego stanu technicznego, a szczególnie procesu spalania oraz stanu technicznego aparatury wtryskowej.

INFLUENCE OF MIXTURES OF THE ETHANOL OF ELEMENTS WITH DIESEL ELECTED EMISSION OF THE EXHAUST FUMES

In the article research findings of the engine were introduced Perkins fed with the mixture of ethanol to eco-friendly pointers of his work. Using fuels about all sorts properties physicochemical to diesel engines requires the considerable accuracies of the measurements of diagnostic parameters. Fulfilling rigorous norms more and more in emission of elements of the toxic exhaust fumes is forcing the contemporary manufactures of internal-combustion engines about the self-ignition for having fast and precise control devices of its technical profession particularly the process of burning and the technical profession of injection apparatus.

1. WSTĘP

Zmniejszenie zawartości szkodliwych substancji w spalinach silników o zapłonie samoczynnym stanowi dla nowoczesnego społeczeństwa wyzwanie w trosce o ochronę środowiska naturalnego.

¹ Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Zakład Silników Ciepłych, Kielce.

² Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Zakład Tribologii i Materiałów Eksploatacyjnych, Kielce.

³ Politechnika Warszawska, Wydział SiMR, Instytut Pojazdów

⁴ Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, e-mail: walorl@wp.pl

Ostrzejsze normy zawartości szkodliwych składników w spalinach odlotowych zmuszają przemysł do pilnego opracowania różnych alternatywnych paliw, które spalają się czyszej.

Globalna wynalazczość związana z standardowymi silnikami o zapłonie samoczynnym nie pozwala aktualnie na całkowite wyeliminowanie, jako paliw silnikowych, mieszanin węglowodorów otrzymanych z zasobów mineralnych, takich jak ropa naftowa, węgiel czy gaz ziemny, przy czym przykładem takiej mieszaniny węglowodorów jest olej napędowy.

Z drugiej strony jest także możliwe zastąpienie części węglowodorów w paliwie silnikowym, takim jak olej napędowy innymi związkami organicznymi, które dają bardziej czyste spaliny odlotowe i nie wpływają niekorzystnie na osiągi silników [1].

Problem stosowania bardziej dostępnych i niekosztownych alkoholi, jako części paliwa silnikowego, polega na tym, że te związki nie mieszają się z olejami napędowymi i pędnymi. Potencjalnie, alkohole i inne związki zawierające tlen powinny dawać czyste produkty spalania pod względem środowiskowym, przy czym jednak proces spalania w silnikach jest zjawiskiem nadzwyczaj złożonym, na który ma wpływ nie tylko skład paliwa, lecz także parametry fizykochemiczne paliwa, a początkowo i jednorodność cieczy [2].

2. CEL BADAŃ

Celem badań było wykazanie, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych (olej napędowy z dodatkami etanolu) ma istotny wpływ na emisję składników toksycznych spalin z silnika Perkins 1104C-44 (EU Stage II G) umieszczonego na stanowisku hamownianym wyposażonym w system AVL-415 pracujący w trybie automatycznym na bazie prędkościowej-zewnętrznej silnika zgodnie z ISO 8178 w teście C1 (8-fazowym) wywodzącego się z Regulaminu ECE R49 [3].

Silnik był zasilany paliwem węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B oraz porównawczo mieszaninami: M1 – 90% ON + 10% etanolu, M2 – 80% ON + 20% etanolu i M3 – 70% ON + 30% etanolu.

3. STANOWISKO BADAWCZE ORAZ PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE PALIW ZASILAJĄCYCH SILNIK

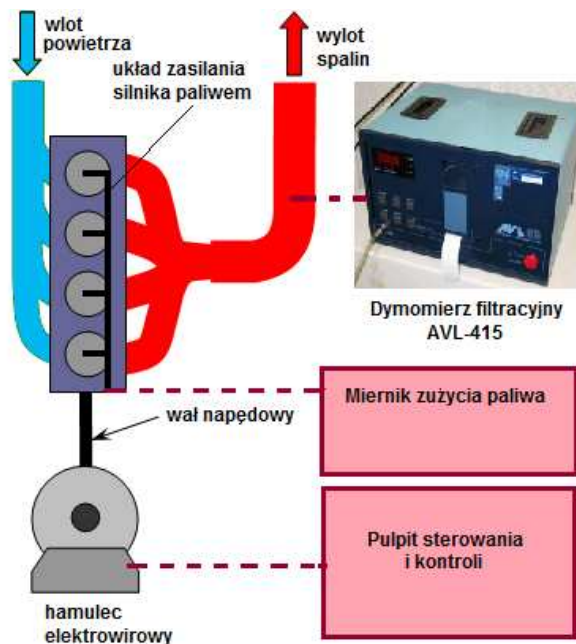
Badania przeprowadzono na typowym, zbudowanym wg BN-74/1340-12 i PN-88/S-02005 stanowisku hamownianym z silnikiem o zapłonie samoczynnym Perkins typu 1104C-44 z wtryskiem bezpośrednim [4, 5]. Podstawowe dane techniczne silnika zamieszczono w tabeli 1, zaś wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw: węglowodorowego EKODIESEL PLUS 50-B oraz jego mieszanek z etanolem przedstawiono w tabeli 2. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys.1. Mieszanki oleju napędowego z etanolem w celu uniknięcia rozwarstwienia były podgrzewane i mieszane w zbiorniku paliwowym przed przystąpieniem do zasilania nimi badanego silnika.

Tabela 1. Wybrane dane techniczne silnika Perkins 1104C-44 (EU Stage II G) [3]

Liczba cylindrów	4
Pojemność skokowa	4400, cm ³
Maksymalna moc	60, kW przy 2200, obr./min.
Maksymalny moment obrotowy	294, Nm przy 1400, obr./min.
Stopień sprężania	19,3
Prędkość biegu jałowego	750 ± 50, obr/min
Kąt dynamicznego początku tłoczenia paliwa	16 °OWK

Tabela 2. Właściwości fizykochemiczne paliw zasilających silnik [6]

PARAMETR	EKODIESEL PLUS 50 B	M1 (90% ON PLUS-50B + 10% Etanolu)	M2 (80% ON PLUS-50B + 20% Etanolu)	M3 (70% ON PLUS-50B + 30% Etanolu)
Gęstość w 20°C [10 ⁻³ kg/m ³]	848	832,5	828	823,8
Lepkość kinematyczna w 40°C [10 ⁻⁶ m ² /s]	2,75	2,43	2,27	2,08
Napięcie powierzchniowe σ 10 ⁻² [N/m]	3,74	3,01	2,86	2,74



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego [3]

4. OPIS METODY BADAŃ

Podczas badań silnik PERKINS typ 1100 zasilany był trzema rodzajami paliw ekologicznych tj.: olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B oraz porównawczo mieszaninami objętościowymi: M1 – 90% ON + 10% etanolu, M2 – 80% ON + 20% oraz M3 – 70% ON + 30% etanolu. Podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie i zużycie paliwa.

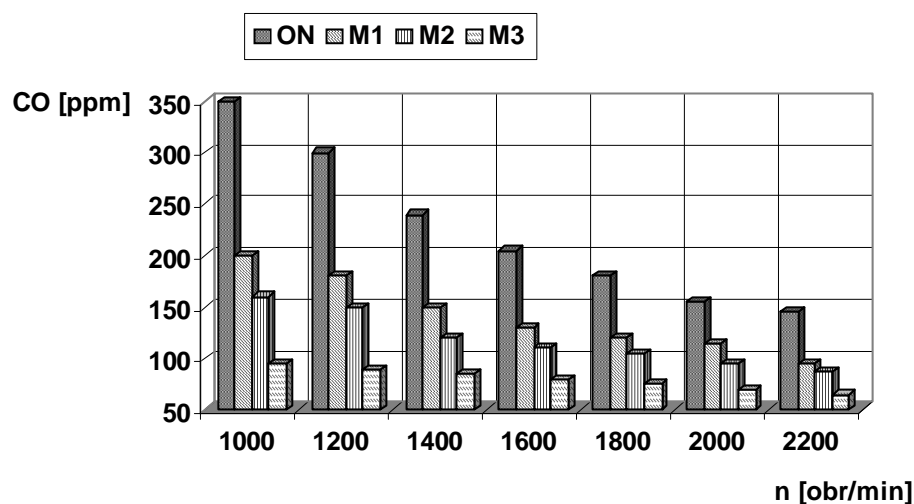
Podczas sporządzania zewnętrznej prędkościowej charakterystyki silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie, zużycie paliwa i emisję wybranych składników toksycznych spalin.

Wybrane zarejestrowane wskaźniki ekologiczne to:

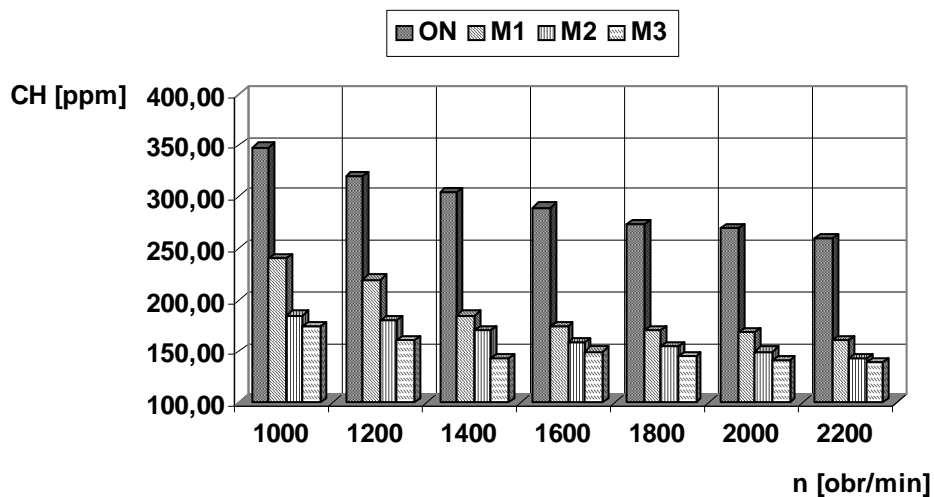
- tlenek węgla: CO- ppm,
- węglowodory: CH-ppm,
- tlenki azotu: NO_x-ppm.
- cząstki stałe PM, mg/m³.

5. ANALIZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW BADAŃ

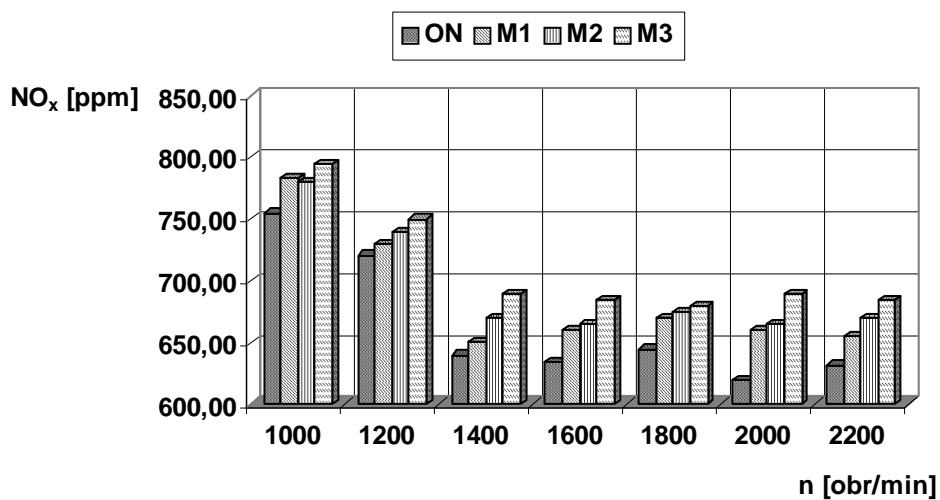
Na rys. 2 pokazano graficzne porównanie emisji dwutlenków węgla, (CO, ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min przy sporządzaniu prędkościowej charakterystyki zewnętrznej, na rys. 3 emisję węglowodorów (CH, ppm), na rys.4 porównanie emisji tlenków azotu (NO_x, ppm) zaś na rys. 5 porównanie cząstek stałych (PM, mg/cm³).



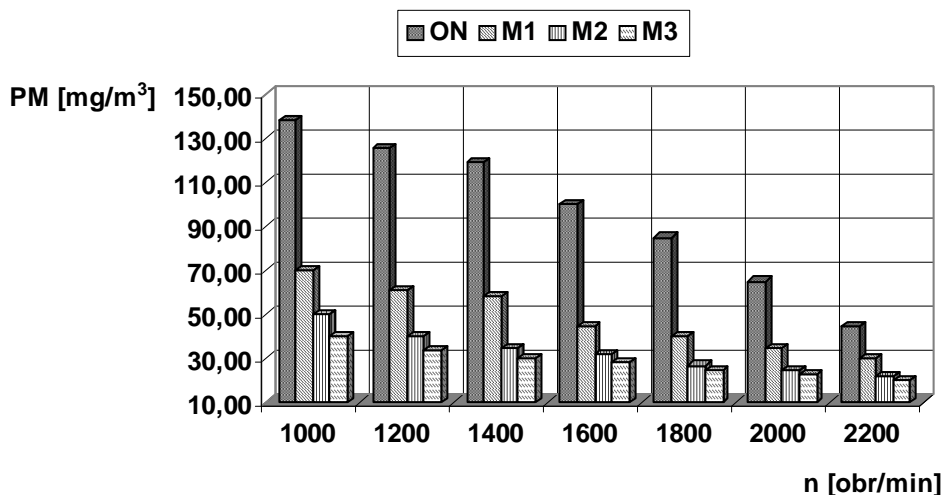
Rys. 2. Zbiorcze porównanie emisji tlenku węgla, (CO, ppm) dla badanych paliw EKODIESEL, M1, M2 i M3 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



Rys. 3. Zbiorne porównanie emisji węglowodorów (CH, ppm) dla badanych paliw EKODIESEL, M1, M2 i M3 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



Rys. 4. Zbiorne porównanie emisji tlenków azotu (NOx, ppm) dla badanych paliw EKODIESEL, M1, M2 i M3 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



Rys. 5. Zbiorcze porównanie emisji cząstek stałych (PM, mg/cm^3) dla badanych paliw EKODIESEL, M1, M2 i M3 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min

6. WNIOSKI

Wyniki emisji wybranych składników spalin takich jak: zarejestrowane podczas badań silnika PERKINS zasilanego czterema paliwami wykazały, że:

- zastosowanie dodatków etanolu do paliwa bazowego ON Ekodiesel znacznie zmniejsza emisję składników toksycznych spalin szczególnie widoczne przy najniższych prędkościach obrotowych silnika prawie co związane jest z dużymi obciążeniami silnika,
- pomiary emisji toksycznych substancji w spalinach wykazały, że zasilanie silnika olejem napędowym Ekodiesel z dodatkami etanolu obniża emisję: CO, CH oraz PM w przypadku wszystkich mieszanek. Natomiast emisja tlenków azotów wzrasta gdy zwiększamy ilość etanolu w mieszaninie z olejem napędowym.
- w zakresie prędkości obrotowych $n = 1000\text{-}2200$ obr/min, emisja tlenku węgla (CO, ppm) była największa dla paliwa ON Ekodiesel, natomiast mieszaniny M1 (90% ON + 10% ETANOL), M2 (80% ON + 20% ETANOL) i M3 (70% ON + 30% ETANOL) posiadają mniejsze emisje, a najmniejsza emisja występowała dla mieszaniny M3 (70% ON + 30% ETANOL). Bezwzględna różnica procentowa emisji tlenku węgla pomiędzy wskazaniem największymi przy zasilaniu paliwem ON a najmniejszymi występującymi dla paliwa M3 (70% ON + 30% ETANOL) wynosi 70% przy prędkości $n = 1000$ obr/min do 50% dla $n = 2200$ obr/min (rys.2),
- w zakresie prędkości obrotowych $n = 1000\text{-}2200$ obr/min, emisja węglowodorów (CH, ppm) była największa dla paliwa ON Ekodiesel, natomiast mieszaniny M1 (90% ON + 10% ETANOL), M2 (80% ON + 20% ETANOL) i M3 (70% ON + 30% ETANOL) posiadają mniejsze emisje, a najmniejsza emisja występowała dla mieszaniny M3

(70% ON +30% ETANOL). Bezwzględna różnica procentowa emisji tlenu węgla pomiędzy wskazaniami największymi przy zasilaniu paliwem ON a najmniejszymi występującymi dla paliwa M3 (70% ON +30% ETANOL) wynosi 52% przy prędkości $n=1000$ obr/min do 48% dla $n=2200$ obr/min (rys.3),

- w zakresie prędkości obrotowych $n=1000-2200$ obr/min, emisja tlenków azotu (NO_x , ppm) była największa dla mieszaniny M3 (70% ON +30% ETANOL) natomiast mieszaniny M1 (90% ON + 10% ETANOL), M2 (80% ON + 20% ETANOL) posiadają mniejsze emisje od paliwa ON Ekodiesel. Bezwzględna różnica procentowa emisji tlenków azotu pomiędzy wskazaniami największymi przy zasilaniu paliwem M3 (70% ON +30% ETANOL) a najmniejszymi występującymi dla paliwa ON Ekodiesel wynosi 70% przy prędkości $n=1000$ obr/min do 58% dla $n=2200$ obr/min (rys.4),
- w zakresie prędkości obrotowych $n=1000-2200$ obr/min, emisja cząstek stałych (PM, mg/m^3) była największa dla paliwa ON Ekodiesel, natomiast mieszaniny M1 (90% ON + 10% ETANOL), M2 (80% ON + 20% ETANOL) i M3 (70% ON + 30% ETANOL) posiadają mniejsze emisje, a najmniejsza emisja występowała dla mieszaniny M3 (70% ON +30% ETANOL). Bezwzględna różnica procentowa emisji PM pomiędzy wskazaniami największymi przy zasilaniu paliwem ON, a najmniejszymi występującymi dla paliwa M3 (70% ON +30% ETANOL) wynosi 70% przy prędkości $n=1000$ obr/min do 50% dla $n=2200$ obr/min (rys.5),
- badania wykazały wyraźny wpływ takich parametrów fizykochemicznych jak: lepkość i gęstość badanych paliw na proces wtrysku i spalania, co w konsekwencji decyduje o emisji szkodliwych składników ze spalinami.

7. LITERATURA

- [1] Ambrozik A.: Analiza cyklu pracy czterosurowych silników spalinowych. Monografie, Studia, Rozprawy. M-16. Wydaw. Politechniki Świętokrzyskiej. PL ISSN 1897-2691. Kielce 2010.
- [2] Bielaczyc P., Merkisz J., Kozak M., Analysis of the Influence of Fuel Sulphur Content on Diesel Engine Particulate Emissions. SAE Paper 2002.01.2219,
- [3] Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
- [4] Kruczyński S., Dnilczyk W., Orliński P., Orliński S., Kamela W.: wpływ dodatku etanolu do oleju napędowego na emisję cząstek stałych, Międzynarodowa Konferencja „Ograniczenie Emisji Cząstek Stałych przez Pojazdy Samochodowe-Doświadczenia i Wyzwania, DEXFIL-2009, ITN Kraków, wyd. Nafta-Gaz, nr 11/2009, ISSN 0867-8871, str.871-874, Kraków 2009.
- [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, XVII Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe MOTORYZACYJNE PROBLEMY OCHRONY ŚRODOWISKA Instytut Pojazdów Politechniki Warszawskiej Wydział SiMR, Warszawa, 11 grudnia 2009 r. (sesja posterowa).
- [6] Zakład Produktów naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska Świadectwa jakości paliw, 2010.