

Stanisław ORLIŃSKI¹

WPLYW MIESZANEK BIOBUTANOLU Z OLEJEM NAPĘDOWYM NA STĘŻENIA WYBRANYCH SKŁADNIKÓW TOKSYCZNYCH SPALIN

Jednym ze sposobów ograniczenia wpływu toksycznych składników spalin na środowisko naturalne jest stosowanie paliw pochodzenia roślinnego. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano tego typu paliwa czyli mieszanki biobutanolu z niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B. W ramach przeprowadzonych badań wyznaczono stężenia składników toksycznych spalin. Podczas ich realizacji na hamowni silnikowej badany silnik PERKINS 1104C-44 pracował według zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w całym jej zakresie prędkości obrotowej.

INFLUENCE OF MIXTURES BIOBUTANOL WITH DIESEL FUEL ON SELECTED CONCENTRATIONS OF THE TOXIC EXHAUST FUMES

Applying fuels of the plant origin is one of ways of curbing the influence of toxic elements of the exhaust fumes on the natural environment. In examinations carried out fuel of this type i.e. mixture of biobutanol were used with low-sulphuric EKODIESEL ULTRA B. As part of examinations carried out concentrations of elements of the toxic exhaust fumes were outlined. During their realization on the engine post the examined engine worked according to Perkins 1104C-44 outside characteristics in complete its range of the rotation speed.

1. 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].

Dlatego w ciągu ostatnich lat w Ameryce Północnej (USA i Kanada) oraz w Europie bada się wpływ dodatków alkoholowych do olejów napędowych na parametry pracy silników o zapłonie samoczynnym. Najbardziej zaawansowana w tego typu działalności jest Kanada gdzie oleje napędowe z dodatkiem alkoholi są już sprzedawane masowo na stacjach paliwowych. Należy jednak pamiętać że alkohole sprawiają duże trudności w zastosowaniu jako paliwo do silników wysokoprężnych, głównie z powodu [3]:

- niskiej liczby cetanowej, a więc słabej zdolności do samozapłonu,

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

- dużej wartości utajonego ciepła parowania, co jest powodem trudności odparowywania paliwa i rozruchu zimnego silnika,
- małej wartości opałowej, co skutkuje wzrostem zużycia paliwa i koniecznością stosowania większych wydatków pomp wtryskowych,
- nie mieszania się z olejem napędowym (powyżej 10% etanolu, v/v) i przejmują wilgoć z otoczenia, a więc dla uzyskania stabilnych mieszanek oleju napędowego i alkoholu trzeba stosować odpowiedni emulgator,
- słabych własności smarnych, co powoduje, że dla zapewnienia prawidłowej pracy układu wtryskowego konieczne byłoby dodawanie środków smarnych, np. oleju silnikowego,
- mają własności korozyjne (zwłaszcza metanol) i działają niszcząco na gumę i niektóre tworzywa sztuczne.

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

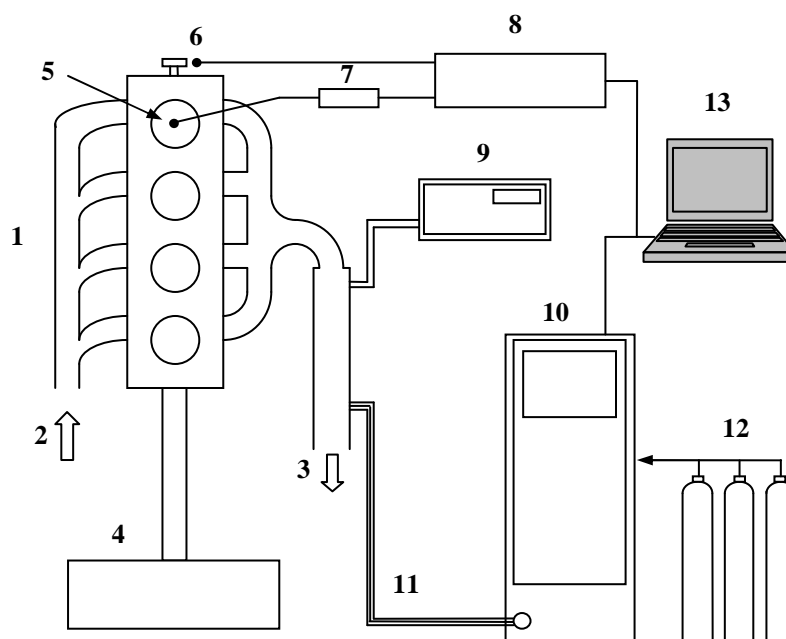
2. CEL BADAŃ

Celem badań było wykazanie, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych (olej napędowy z dodatkami biobutanolu) ma istotny wpływ na stężenia składników toksycznych spalin z silnika Perkins 1104C-44 (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-44 będzie zasilany niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B (ON) oraz trzema mieszankami: MBT-1 (90% ON + 10% biobutanolu), MBT-2 (80% ON + 20% Biobutanolu) i MBT-3 (70% ON + 30% biobutanolu).

3. STANOWISKO BADAWCZE ORAZ PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE MIESZANEK ZASILAJĄCYCH SILNIK

Badania przeprowadzono na wolnossącym silniku spalinowym o zapłonie samoczynnym, przeznaczonym do napędu ciągników rolniczych oraz maszyn stosowanych w budownictwie np. walcarek, wózków widłowych, agregatów. Podstawowe dane techniczne silnika przedstawiono w tabeli 1, zaś wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw: węglowodorowego EKODIESEL ULTRA B (ON) oraz jego mieszanek z biobutanolem przedstawiono w tabeli 2. Schemat stanowiska badawczego ukazuje rys. 1.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego [3]: 1 – silnik PERKINS 1104-C44; 2 – wlot powietrza; 3 – wylot spalin; 4 – hamulec elektrowirowy SCHENCK; 5 – piezoelektryczny czujnik ciśnienia AVL; 6 – rejestrator kąta obrotu wału korbowego; 7 – wzmacniacz sygnału; 8 – system indykowania AVL Indi Smart; 9 – analizator stężeń cząstek stałych AVL 415; 10 – analizator spalin AVL CEB II; 11 – droga grzana; 12 – zestaw gazów wzorcowych; 13 – notebook wraz z oprogramowaniem firmy AVL

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. Wybrane właściwości fizykochemiczne mieszanek zasilających silnik [5]

PARAMETR	EKODIESEL ULTRA B	MBT-1 (90% ON + 10% biobutanolu)	MBT-2 (80% ON + 20% biobutanolu)	MBT-3 (80% ON + 30% biobutanolu)
Gęstość w 20°C [10 ³ kg/m ³]	840	834	824	818,8
Lepkość kinematyczna w 40°C [10 ⁻⁶ m ² /s]	2,75	2,57	2,38	2,15
Napięcie powierzchniowe $\sigma \cdot 10^{-2}$ [N/m]	3,74	3,12	2,89	2,72

4. OPIS METODY BADAŃ

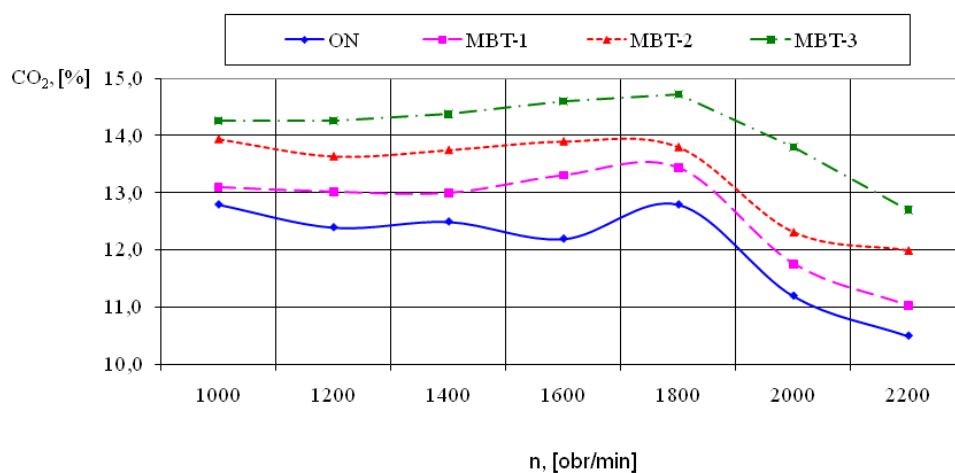
Podczas sporządzania zewnętrznej, prędkościowej charakterystyki silnika w przedziale prędkości obrotowej wału silnika od 1000 do 2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie silnika, zużycie paliwa i stężenia wybranych składników toksycznych spalin. Używano do tego celu analizatora spalin AVL CEB II oraz dymomierza AVL 415.

Zarejestrowane wskaźniki ekologiczne (stężenia składników toksycznych spalin) to:

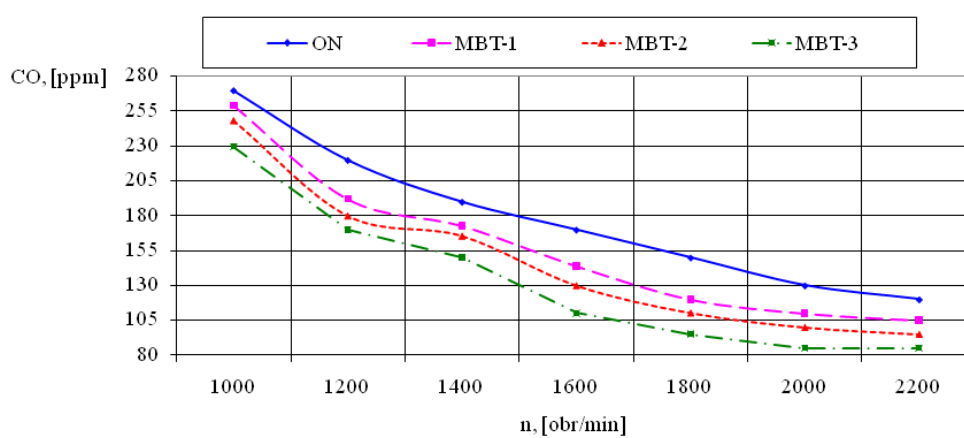
- dwutlenek węgla: CO₂- %,
- tlenek węgla: CO - ppm,
- węglowodory: CH - ppm,
- tlenki azotu: NO_x – ppm,
- cząstki stałe: PM - mg/m³.

5. GRAFICZNE PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ

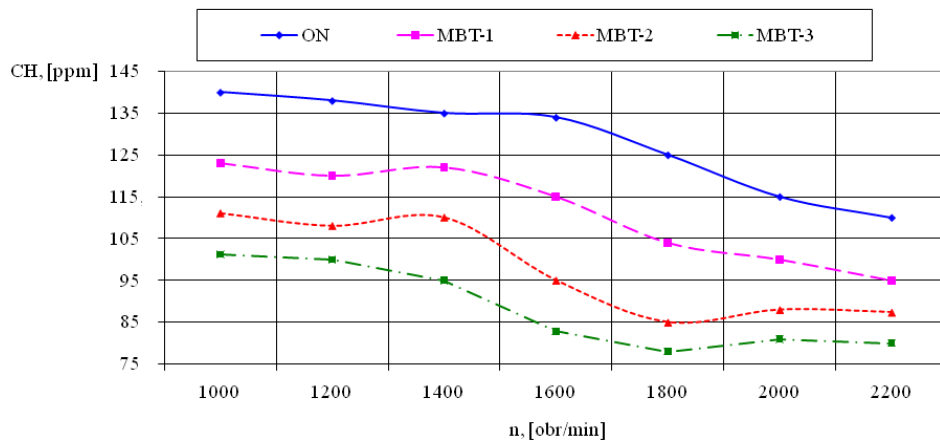
Na rys. 2 pokazano graficzne porównanie stężenia dwutlenków węgla, (CO₂, %) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 do 2200 obr/min przy prędkościowej charakterystyce zewnętrznej, na rys. 3 pokazano graficzne porównanie stężeń tlenków węgla, (CO, ppm), na rys. 4 stężeń węglowodorów (CH, ppm), na rys. 5 porównanie stężeń tlenków azotu (NO_x, ppm), zaś na rys. 6 porównanie cząstek stałych (PM, mg/m³).



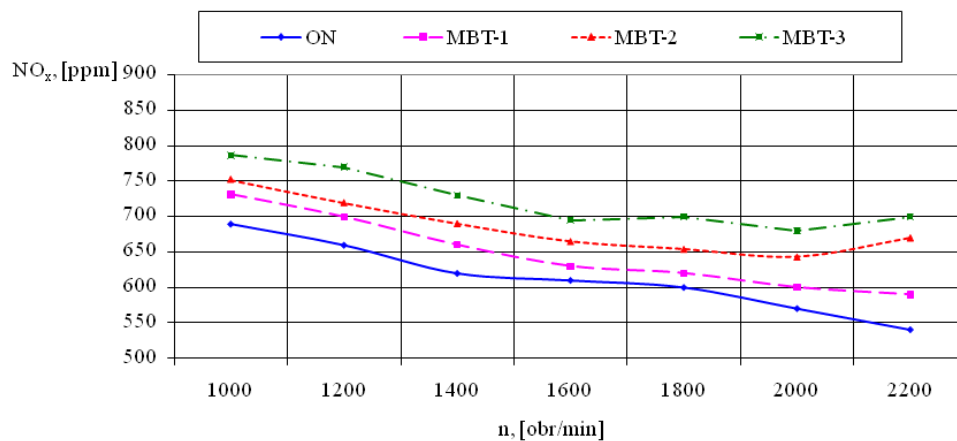
Rys. 2. Zbiorcze porównanie stężeń dwutlenku węgla, (CO_2 , %) w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min – charakterystyka zewnętrzna



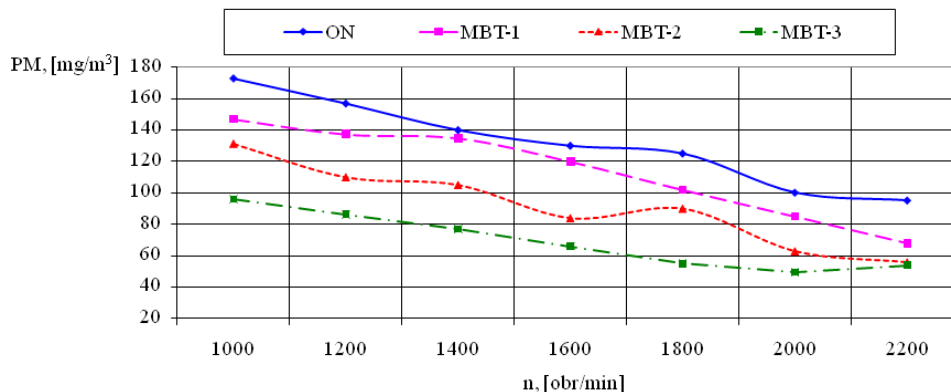
Rys. 3. Zbiorcze porównanie stężeń tlenku węgla, (CO , ppm) w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min – charakterystyka zewnętrzna



Rys. 4. Zbiorcze porównanie stężeń węglowodorów (CH, ppm) w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min – charakterystyka zewnętrzna



Rys. 5. Zbiorcze porównanie stężeń tlenków azotu (NO_x , ppm) w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min – charakterystyka zewnętrzna



Rys. 6. Zbiornicze porównanie stężeń cząstek stałych (PM, mg/cm^3) w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika w zakresie od 1000 do 2200 obr/min – charakterystyka zewnętrzna

6. WNIOSKI

Wyniki stężeń wybranych składników toksycznych spalin zarejestrowane podczas badań silnika PERKINS 1104C-44 zasilanego czterema paliwami wykazały, że:

- zastosowanie dodatków biobutanolu do paliwa bazowego EKODIESEL ULTRA B (ON) znacznie zmniejsza stężenia składników toksycznych spalin szczególnie widoczne jest to przy najniższych prędkościach obrotowych silnika co związane jest z dużymi obciążeniami silnika,
- pomiary stężeń toksycznych substancji w spalinach wykazały, że zasilanie silnika olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B z dodatkami biobutanolu redukuje stężenia: CO, CH oraz PM w przypadku wszystkich stosowanych mieszanek. Natomiast stężenia dwutlenków węgla CO_2 i tlenków azotów NO_x wzrastają podczas zwiększania objętościowej ilości biobutanolu w mieszance z olejem napędowym,
- w zakresie prędkości obrotowych od 1000 do 2200 obr/min, stężenia dwutlenku węgla (CO_2 -%) były największe dla mieszanki MBT-3 (70% ON + 30% BIOBUTANOL) natomiast paliwo bazowe EKODIESEL ULTRA B (ON), posiadało najmniejsze stężenia. Bezwzględna różnica procentowa stężeń dwutlenku węgla pomiędzy wskazaniem największymi przy zasilaniu paliwem MBT-3, a najmniejszymi ON występującymi dla paliwa wynosi aż 32% dla prędkości $n=1000$ obr/min a około 25% dla $n=2200$ obr/min,
- w zakresie prędkości obrotowych od 1000 do 2200 obr/min, stężenia tlenku węgla (CO-ppm) były największe dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON), natomiast mieszanka MBT-3 (70% ON + 30% BIOBUTANOL) posiadała najmniejsze stężenia tego składnika toksycznego spalin. Największą bezwzględną różnicę procentową stężeń tlenku węgla zanotowano między ON, a mieszanką MBT-3 i wynosiła ona 46% przy prędkości $n=1000$ obr/min i około 32% dla $n=2200$ obr/min,

- w zakresie prędkości obrotowych od 1000 do 2200 obr/min, stężenia węglowodorów (CH-ppm) były największe dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON), natomiast mieszanka MBT-3 (70% ON + 30% BIOBUTANOL) posiadała najmniejsze stężenie. Bezwzględna różnica procentowa stężenia węglowodorów CH pomiędzy paliwem ON, a mieszanką MBT-3 w całym przedziale prędkości obrotowych silnika wynosi od 30% do maksymalnie 40%,
- w zakresie prędkości obrotowych od 1000 do 2200 obr/min, stężenia tlenków azotu (NO_x-ppm) były największe dla mieszanki MBT-3 (70% ON +30% BIOBUTANOL) zaś najmniejsze stężenia występowały dla paliwa bazowego ON. Bezwzględna różnica procentowa stężeń tlenków azotu pomiędzy wskazaniami największymi przy zasilaniu paliwem MBT-3, a najmniejszymi występującymi dla paliwa ON w całym przedziale prędkości obrotowej silnika wynosi od 28% aż do 44%,
- w zakresie prędkości obrotowych od 1000 do 2200 obr/min, stężenia cząstek stałych (PM-mg/m³) były największe dla paliwa bazowego EKODIESEL ULTRA B (ON), natomiast mieszanka MBT-3 (70% ON + 30% BIOBUTANOL) wydzielala najmniejsze stężenia. Bezwzględna różnica procentowa stężenia PM pomiędzy paliwem ON a mieszanką MBT-3 w całym przedziale prędkości obrotowej silnika wynosi od 38% do 64%,
- badania wykazały wyraźny wpływ takich parametrów fizykochemicznych jak: lepkość, gęstość badanych paliw na proces wtrysku i spalania co ma wpływ na emisję spalin.

7. LITERATURA

- [1] Ambrozik A.: Analiza cyklu pracy czterosurowych silników spalinowych. Monografie, Studia, Rozprawy. M-16. Wydaw. Politechniki Świętorzyskiej. PL ISSN 1897-2691. Kielce 2010.
- [2] Ambrozik A., Ambrozik T., Orliński P., Orliński S.: Wpływ mieszanin etanolu z olejem napędowym na emisję wybranych składników spalin, prezentowane: LogiTrans – VIII Konferencja Naukowo-Techniczna, Logistyka, Systemy Transportowe, Bezpieczeństwo w Transporcie, Szczyrk – 12-15 kwietnia 2011, opublikowane: LOGISTYKA 3/2011, ISSN 1231-5478, tekst na CD, s. 45-51.
- [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] Zakład Produktów Naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska, Świadczenia jakości paliw, Radom 2010.