

## OCENA ZADYMIENIA SPALIN SILNIKA CIĄGNIKOWEGO ZASILANEGO WYBRANYMI PALIWAMI W EKSPLOATACJI POLOWEJ

Jacek Wasilewski

*Katedra Energetyki i Pojazdów, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań stopnia zadymienia spalin ciągnika Ursus C-360 w eksploatacji polowej, zasilanego paliwem roślinnym - Bioester B100 (D) oraz dwoma paliwami węglowodorowymi: ONM Super (olej napędowy miejski) i Ekodiesel Ultra (D). Ciągnik pracował z wybranymi narzędziami do podstawowej uprawy roli: pługiem zawieszonym U023/1, kultywátorem zawieszonym U418/1, oraz bróną zawieszoną U316. Stopień zadymienia spalin podczas badań terenowych mierzono przy wykorzystaniu dymomierza filtracyjnego D-400.

**Słowa kluczowe:** stopień zadymienia spalin, silnik ciągnikowy, badania terenowe, bioester, olej napędowy

### Wstęp

Pomiary zadymienia spalin (stopnia zadymienia), pomimo że są jedynie wskaźnikiem zawartości sadzy w spalinach i nie odzwierciedlają emisji cząstek stałych (PM), znalazły jednak szerokie zastosowanie praktyczne. Wynika to głównie z prostoty wykonania dymomierzy, których działanie oparte jest na metodzie optycznej oraz filtracyjnej, ale i samych pomiarów.

W skład cząstek stałych PM wchodzi związki organiczne, tj. sadza oraz węglowodory w postaci skondensowanej i krystalicznej oraz związki nieorganiczne, takie jak: azotany, siarczany, woda, drobiny metali, a także w małych ilościach inne związki chemiczne [Bocheński 1990, Merkisz i in. 2005]. Z uwagi na ich małe wymiary, utrzymują się one długo w atmosferze i są łatwo wchłaniane przez układ oddechowy.

Intensywne dymienie silnika o ZS ma miejsce w zakresie dużego jego obciążenia, co jest charakterystyczne np. dla silników ciągników rolniczych wykonujących ciężkie prace polowe. Ponadto zmienne warunki eksploatacji ciągników rolniczych w agregatach maszynowych i duże zapylenie powietrza wpływają niekorzystnie na poprawne działanie podzespołów silnika, w szczególności aparatury wtryskowej, a w konsekwencji na ekologiczny stan środowiska przyrodniczego. Znalazło to potwierdzenie w opublikowanych pracach autora [Wasilewski 2008, Wasilewski 2009].

Wychodząc naprzeciw coraz bardziej rygorystycznym wymogom odnośnie poziomu emisji szkodliwych składników spalin, stosowanych jest szereg przedsięwzięć ograniczających ich emisyjność. Są to przedsięwzięcia zarówno wewnątrzsilnikowe, jak i pozasilni-

kowe, wśród których istotna jest poprawa jakości paliw i stosowanie paliw zastępczych. W przypadku paliw do silników wysokoprężnych, jakość olejów napędowych polepszana jest głównie poprzez ograniczenie zawartości siarki oraz węglowodorów aromatycznych. Niemniej ważne jest stosowanie do zasilania silników o ZS estrów wyższych kwasów tłuszczowych olejów roślinnych, z których najbardziej znane są estry metylowe oleju rzepakowego (RME). Efekt ich stosowania potwierdzony jest licznymi badaniami [Bocheński 2003; Lotko 2000; Sitnik 2004; Szlachta 2002; Wasilewski, Zając 2009].

## Metodyka i warunki przeprowadzonych badań

Przedmiotem badań był silnik wysokoprężny S-4003 ciągnika Ursus C-360, pracującego w agregatach maszynowych do podstawowej uprawy roli. W badaniach wykorzystano: pług zawieszany U023/1 (szerokość robocza 0,9 m, głębokości robocze: 0,22 i 0,28 m), kultywator zawieszany U418/1 (szerokość robocza 2,8 m, głębokość robocza 0,1 m) oraz bronę zawieszaną U316 (szerokość robocza 4,1 m, głębokość robocza 0,05 m). Miejscem badań był RZD Felin k/Lublinka. Badania agregatów uprawowych prowadzono na polu o powierzchni płaskiej, na glebie wytworzonej z utworów lessowych.

Przejazdy robocze agregatów realizowano na wyznaczonych odcinkach pomiarowych długości 100 m. Każdorazowo podczas przejazdów z poszczególnymi paliwami utrzymywano stałą prędkość obrotową silnika 1600 obr·min<sup>-1</sup> (prędkość maksymalnego momentu obrotowego) oraz 2200 obr·min<sup>-1</sup> (prędkość znamionowa). Ciągnik pracował na drugim biegu z wyłączonym reduktorem. W czasie przejazdów roboczych przepuszczano spaliny przez bibułę filtracyjną urządzenia zasysającego spaliny dymomierza filtracyjnego D-400. Próbkę spalin o objętości 0,41 dm<sup>3</sup> pobierano z rury wylotowej ciągnika. Silnik zasilany był paliwem ze zbiornika pomiarowego o pojemności 1 dm<sup>3</sup>, przy pomocy którego rejestrowano też objętość zużywanego paliwa. Aparaturę wtryskową wyregulowano na parametry nominalne.

W badaniach wykorzystano bioester B100 (D), olej napędowy miejski ONM Super oraz typowy olej napędowy Ekodiesel Ultra (D). Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie niektórych właściwości fizykochemicznych badanych paliw [Świadectwa jakości. PKN ORLEN S.A.]

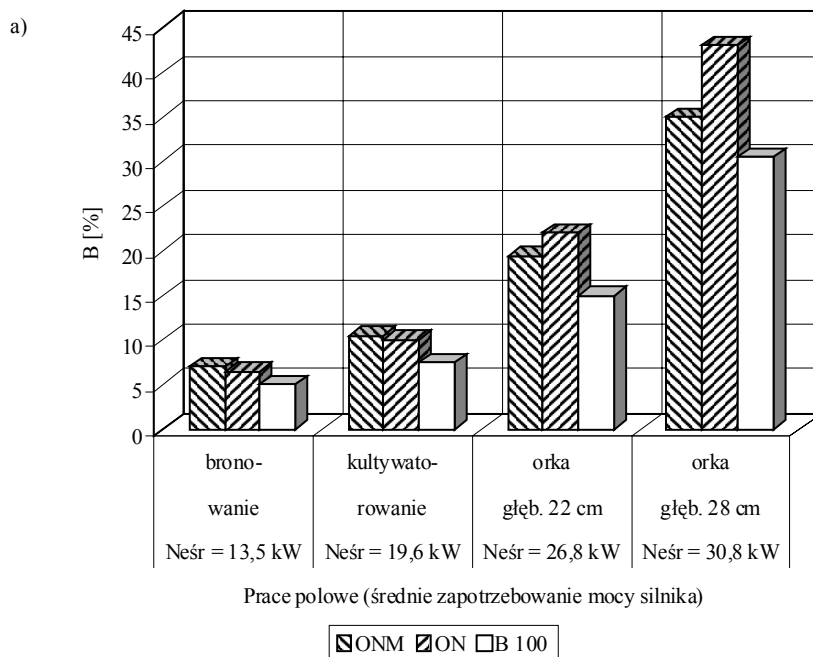
Table 1. Comparison of some physical and chemical properties of the examined fuels [Quality Certificates. PKN ORLEN S.A.]

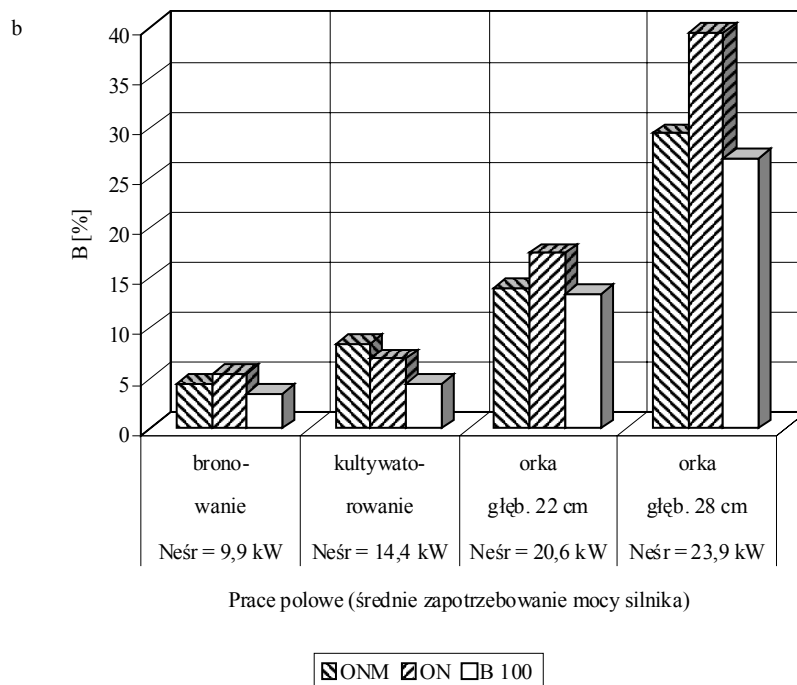
Nazwa parametru	Paliwa		
	Bioester B 100 (D)	Ekodiesel Ultra (D)	ONM Super
Gęstość - 15°C [g·cm <sup>-3</sup> ]	0,883	0,834	0,820
Lepkość kinematyczna - 40°C [mm <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	4,47	2,56	1,83
Liczba cetanowa LC	51,3	51,4	51,7
Temperatura zablokowania zimnego filtra [°C]	-14	-24	-35
Temperatura zapłonu [°C]	pow. 120	62	68
Zawartość siarki [mg·kg <sup>-1</sup> ]	2,13	6,2	6
Zawartość WWA [% (m/m)]	-	2,0	2,3

## Wyniki badań i ich dyskusja

Wpływ rodzaju paliwa na stopień zadymienia spalin ciągnika Ursus C-360 oceniano w warunkach polowych, wykorzystując do tego celu narzędzia do podstawowej uprawy roli. Na rys. 1a przedstawiono przebiegi zmian stopnia zadymienia spalin ( $B$ ) silnika S-4003 zasilanego wybranymi paliwami podczas przejazdów roboczych agregatów z prędkością obrotową silnika  $2200 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ , zaś na rys. 1b w czasie przejazdów z prędkością  $1600 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ .

W oparciu o wyniki badań przedstawione na rysunkach, można stwierdzić obniżenia dymienia silnika zasilanego paliwem estrowym i olejem napędowym miejskim, w porównaniu do zasilania typowym olejem napędowym. Spadek stopnia zadymienia spalin dla silnika zasilanego bioestrem B 100 wyniósł średnio w badanym przedziale obciążeń przy prędkościach obrotowych  $2200 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$  i  $1600 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$  odpowiednio 27,2% i 31,6%, w stosunku do konwencjonalnego ON. Zasilanie silnika ONM w porównaniu do ON przyniosło obniżenie  $B$  o 4,9% przy  $2200 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$  i o 10,5% przy  $1600 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ . Większe dymienie osiągnięto przy realizacji zabiegów agrotechnicznych z większą prędkością obrotową silnika.





Rys. 1. Zmiany stopnia zadymienia spalin ( $B$ ) silnika ciągnikowego S-4003 zasilanego bioestrem B 100, olejem napędowym miejskim ONM Super oraz typowym ON (Ekodiesel Ultra) w warunkach polowych: a) 2200 obr·min<sup>-1</sup>, b) 1600 obr·min<sup>-1</sup>

Fig. 1. Changes in exhaust gas smokiness level ( $B$ ) for the S-4003 tractor engine supplied with bioester B 100, city diesel oil ONM Super, and typical diesel oil (Ekodiesel Ultra) in field conditions: a) 2200 rpm, b) 1600 rpm

## Podsumowanie

Wyniki badań potwierdzają znaczące korzyści ekologiczne paliwa estrowego w zasileniu silników o zapłonem samoczynnym. W tym aspekcie stosowanie bioestru jako paliwa silnikowego jest szczególnie korzystne w odniesieniu do silników ciągników rolniczych, które często pracują pod znacznym obciążeniem. Jak wiadomo, praca silnika o ZS pod dużym obciążeniem wiąże się z intensywnym jego dymieniem.

Szczególnie istotne z punktu widzenia wysokich wymagań współczesnych silników spalinowych oraz ostrych kryteriów ekologicznych jest wprowadzanie olejów napędowych nowej generacji. Takimi olejami napędowymi są przykładowo ONM Super przeznaczony zasadniczo do dużych aglomeracji miejskich oraz szeroko rozpowszechniony obecnie Ekodiesel Ultra. Spełniając obecne kryteria normatywne zapewniają silnikom wysokoprężnym ekologiczną i ekonomiczną pracę.

## Bibliografia

- Bocheński C.** 1990. Dymienie a konstrukcja i eksploatacja silników wysokoprężnych stosowanych w rolnictwie. Rozprawa habilitacyjna. SGGW-AR. Warszawa. ISBN 83-00-02641-X.
- Bocheński C.** 2003. Biodisel. Paliwo rolnicze. Wydawnictwo SGGW. Warszawa. ISBN 83-7244-412-9.
- Lotko W.** 2000. Studium zastosowań paliw alternatywnych do silników o zapłonie samoczynnym. Politechnika Radomska. ISBN 83-88001-61-2.
- Merkisz J., Piekarski W., Słowik T.** 2005. Motoryzacyjne zanieczyszczenia środowiska. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie. ISBN 83-7259-136-9.
- Sitnik L.J.** 2004. Ekopaliwa silnikowe. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej. ISBN 83-7085-767-1.
- Szlachta Z.** 2002. Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi. WKŁ. Warszawa. ISBN 83-206-1459-7.
- Wasilewski J.** 2008. An influence of injection pump wear of a tractor engine on exhaust gas toxicity. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa. Lublin. Tom VIII A. s. 188-195.
- Wasilewski J.** 2009. Influence of the wear of spray nozzle tips on exhaust gas toxicity in diesel engines. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa. Lublin. Tom IX. s. 377-384.
- Wasilewski J., Zając G.** 2009. Parametry ekologiczne silników wysokoprężnych zasilanych biodielem i jego mieszaninami z olejem napędowym. Monografia pt. „Motoryzacyjne skażenie środowiska”. Wydawnictwo Wieś Jutra. Warszawa. s. 25-34.

## EVALUATION OF EXHAUST GAS SMOKINESS FOR TRACTOR ENGINE SUPPLIED WITH SELECTED FUELS IN FIELD SERVICE

**Abstract.** The paper presents results of the research on exhaust gas smokiness level for Ursus C-360 tractor operated in the field, supplied with vegetable fuel - Bioester B100 (D) and two hydrocarbon fuels: ONM Super (city diesel oil) and Ekodiesel Ultra (D). The tractor was working with selected tools for basic cultivation: U023/1 power-lift plough, U418/1 power-lift cultivator, and U316 power-lift harrow. Exhaust gas smokiness level was measured during field tests using a D-400 filtration smokemeter.

**Key words:** exhaust gas smokiness level, tractor engine, field tests, bioester, diesel oil

### Adres do korespondencji:

Jacek Wasilewski; e-mail: [jacek.wasilewski@up.lublin.pl](mailto:jacek.wasilewski@up.lublin.pl)  
Katedra Energetyki i Pojazdów  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Poniatowskiego 1  
20-060 Lublin