



Dorota Józwiak, Andrzej Szlęk
Instytut Techniki Ciepłej, Politechnika Śląska w Gliwicach

Ocena oleju rzepakowego jako paliwa kotłowego¹⁾

Paliwa ciekłe odgrywają istotną rolę w światowej gospodarce. Malejące naturalne zasoby oraz wzrastające ceny ropy naftowej to czynniki powodujące, iż coraz większą uwagę skupia się na bioolejach, traktując je jako alternatywę dla paliw ropopochodnych. Rzepak jest jednym z najbardziej kalorycznych produktów roślinnych, a wytwarzany z niego olej ma wartość opałową zbliżoną do powszechnie stosowanych paliw ciekłych.

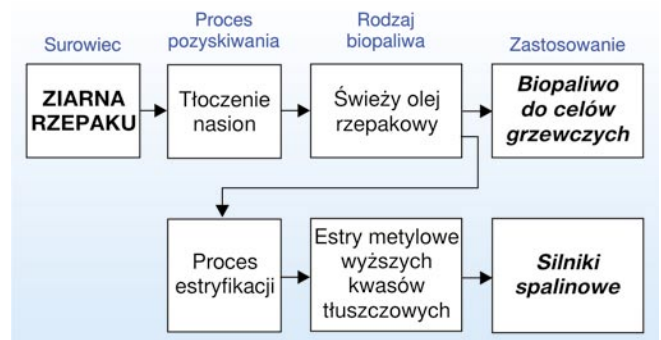
Zastępowanie mineralnych paliw ciekłych olejami pochodzenia roślinnego to temat:

- aktualny – popierany przez Unię Europejską, co znajduje odzwierciedlenie w licznych dokumentach i programach politycznych takich, jak: Biała Księga Komisji Europejskiej „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii” z roku 1997 oraz Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy w sprawie promocji elektryczności ze źródeł odnawialnych na wewnętrznym rynku energii elektrycznej z roku 2002;
- zgodny z polityką naszego kraju zakładającą osiągnięcie 7,5% udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowym kraju do 2010 r. oraz 14% do 2020 r. [1];
- nie do końca poznany i wymagający prowadzenia prac i badań naukowych oraz stworzenia nowych rozwiązań technicznych.

Możliwości wykorzystania biopaliwa rzepakowego

Zastosowanie biopaliw rzepakowych (estrów) w silnikach spalinowych to temat dość dobrze rozpoznany [2–4]. Uzyskiwany na drodze estyfikacji ester metylowy wyższych kwasów tłuszczowych ma własności zbliżone do oleju napędowego. Jednak proces chemiczny jego pozyskiwania jest kosztowny oraz energochłonny. Z tego względu korzystniejsze byłoby zastosowanie nieprzetworzonego oleju rzepakowego. Jednak olej taki charakteryzuje się wysoką lepkością i jego stosowanie wiąże się z koniecznością wprowadzenia poważnych zmian konstrukcyjnych silnika [4]. Istnieje natomiast możliwość zastosowania nieprzetworzonego oleju rzepakowego, uzyskiwanego bezpośrednio z tłoczenia nasion rzepaku, do celów grzewczych. Możliwości wykorzystania biopaliwa rzepakowego schematycznie przedstawiono na rysunku 1.

W celu potwierdzenia faktu, iż świeży olej rzepakowy można zaklasyfikować do grupy paliw ciekłych przeprowadzono badania podstawowych jego własności. Badania te prowadzono z szczególnym uwzględnieniem tych cech paliwa, które są istotne z punktu widzenia możliwości jego zastosowania do celów grzewczych, w kotłach energetycznych.



Rys. 1. Schemat poglądowy możliwości wykorzystania biopaliwa rzepakowego [5]

Własności świeżego oleju rzepakowego

W celu oceny własności nieprzetworzonego oleju rzepakowego przeprowadzono pomiary następujących wielkości: gęstości (metodą piknometryczną [6]), lepkości (metodą reometryczną) oraz napięcia powierzchniowego (metodą pęcherzykową [6]). Ponadto badano także temperaturę zapłonu w tyglu otwartym metodą Marcussona [6].

Badania gęstości, lepkości oraz napięcia powierzchniowego prowadzono dla sześciu próbek oleju. Materiał użyty do badań to spożywczy, rafinowany olej rzepakowy uzyskiwany na drodze zimnego tłoczenia nasion rzepaku. Badane próbki pochodziły od sześciu krajowych producentów oleju rzepakowego, a więc wytworzone zostały z surowca dostarczonego z różnych upraw.

Szczegółowe dane na temat uzyskanych własności oleju rzepakowego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Własności sześciu próbek oleju rzepakowego różnego pochodzenia (t = 20°C)

Nr próbki	Gęstość ρ , kg/m ³	Napięcie powierzchniowe σ , kg/s ²	Lepkość dynamiczna μ , mPas
1	894	0,048	74
2	880	0,045	65
3	886	0,049	66
4	866	0,046	108
5	916	0,048	72
6	886	0,048	66

¹⁾ Badania przeprowadzono w ramach projektu badawczego KBN (PBU 80/RIE6/2004).

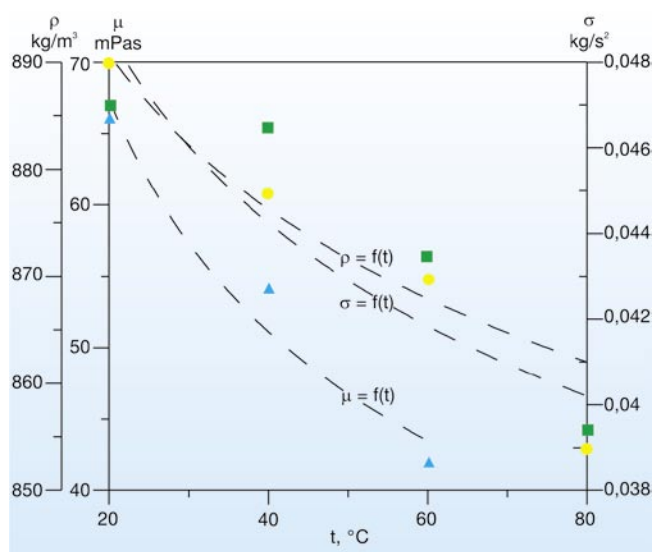
Zauważyć można, iż pochodzenie oleju rzepakowego nie pozostaje bez znaczenia. Próbkę oleju pochodzące z różnych źródeł wykazują nieco inne własności. Różnice te uwarunkowane są sposobem prowadzenia upraw rzepaku, odmianą rośliny oraz stosowaną technologią pozyskiwania biopaliwa [8].

Dalsze badania miały na celu określenie zależności wybranych własności oleju rzepakowego od temperatury. Do analizy wybrano próbkę oznaczoną w tabeli 1 numerem 6. Zbadano dla niej zależność gęstości, lepkości oraz napięcia powierzchniowego od temperatury w zakresie 20–80°C. Uzyskane wyniki zebrano w tabeli 2 oraz zilustrowano na rysunku 2.

Tabela 2

Wpływ temperatury na wybrane własności oleju rzepakowego

Własność	Temperatura, °C			
	20	40	60	80
Gęstość, ρ , kg/m ³	886	884	872	855
Lepkość dynamiczna μ , mPas	66	54	42	–
Napięcie powierzchniowe, σ , kg/s ²	0,048	0,045	0,043	0,039



Rys. 2. Wpływ temperatury na wybrane własności oleju rzepakowego

Oznaczone własności oleju rzepakowego zestawiono w tabeli 3 z danymi podawanymi w dostępnej literaturze [8, 9]. Ponadto w tabeli 4 dokonano ich porównania z własnościami innych paliw, takich jak olej opałowy i estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych [8–12].

Tabela 3

Zestawienie własności oleju rzepakowego

Własność	Olej rzepakowy badany	Olej rzepakowy wg [2]	Olej rzepakowy wg [3]
Gęstość, kg/m ³	886	913	917
Lepkość kinematyczna, mm ² /s, 20°C	74	72,8	66,7
Wartość opałowa, MJ/kg	–	36–38	38,7
Temperatura zapłonu, °C	>300	302	312

Tabela 4

Olej rzepakowy jako paliwo

Własność	Olej rzepakowy	Ester metylowy oleju rzepakowego	Olej opałowy
Gęstość, kg/m ³	886	880	860
Lepkość, mm ² /s, 20°C	74	7	3,5
Napięcie owierzchniowe, kg/s ² , 20°C	0,048		0,025
Wartość opałowa, MJ/kg	~38	38,8	43
Temperatura zapłonu, °C	>300	170	70
Skład elementarny			
c, %	77,6	77,0	86,5
h, %	11,7	12,7	13,3
o, %	10,5	10,2	–
s, %	0	0	0,23

Podsumowując analizę własności świeżego oleju rzepakowego można stwierdzić, iż ma on własności zbliżone do powszechnie stosowanych paliw takich, jak olej opałowy czy estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych. Gęstość oleju rzepakowego wynosi 886 kg/m³, a dla porównania olej opałowy ma gęstość równą 860 kg/m³. Świeży olej rzepakowy, uzyskiwany na drodze tłoczenia nasion rzepaku, charakteryzuje się wysoką wartością opałową, tj. 38 MJ/kg, podobnie jak olej opałowy uzyskiwany z ropy naftowej (43 MJ/kg) czy estry metylowe (38,8 MJ/kg) uzyskiwane na drodze estryfikacji. Niepodważalną jego zaletą jest ponadto zerowa zawartość siarki w paliwie. Olej rzepakowy ma wysoką lepkość, z badań wynika, iż przewyższa ona ponad 20-krotnie lepkość oleju opałowego.

Podobnie jest z napięciem powierzchniowym, które dla badanej próbki 2-krotnie przekraczało napięcie powierzchniowe oleju opałowego. Do pokonania problemów związanych z lepkością oraz napięciem powierzchniowym wystarczająca jest odpowiednia konstrukcja rozpylacza w palniku olejowym [7].

Temperatura zapłonu biopaliwa

W trakcie badania temperatury zapłonu paliwa rzepakowego stwierdzono, że nie zapala się on (w rozumieniu zapłonu metodą Marcussona) nawet w temperaturze 300°C. Prawdopodobnie wynika to z faktu, że dla zaistnienia zapłonu konieczne jest osiągnięcie na powierzchni cieczy takiego stężenia par paliwa, które przekracza granicę zapłonu. Temperatura zapłonu jest ściśle związana ze zdolnością do parowania. W przeciwieństwie do olejów mineralnych, olej rzepakowy jest mieszaniną frakcji wrzących w szerokim zakresie temperatury. Dlatego osiągnięcie wymaganego do zapłonu stężenia par jest w tym przypadku dużo trudniejsze. Dla przykładu temperatura zapłonu oleju opałowego oraz estrów metylowych wyższych kwasów tłuszczowych wynosi odpowiednio 70°C oraz 170°C.

Obniżenie temperatury zapłonu możliwe jest poprzez dodanie do oleju rzepakowego frakcji parującej w wąskim przedziale temperatury. Najprościej zrealizować to mieszając olej rzepakowy z olejem opałowym ropopochodnym. Autorzy przeprowadzili badania temperatury zapłonu mieszanki oleju rzepakowego z opałowym zawierającej od 5 do 95 procent masowych oleju opałowego. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 5.

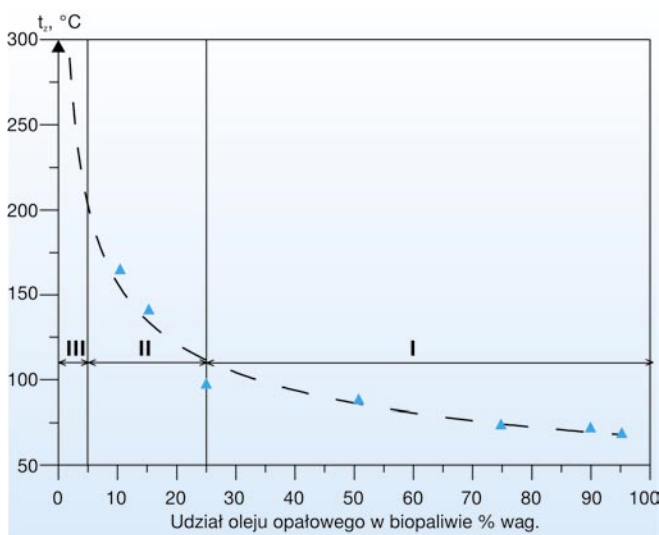
Tabela 5

Temperatura zapłonu biopaliwa w zależności od udziału oleju opałowego w mieszaninie

Udział oleju opałowego, % wag	Temperatura zapłonu t_f , °C
0	Problemy z zapłonem
5	
10	164
15	140
25	97
50	88
75	74
90	71
95	70

Otrzymane wyniki potwierdzają hipotezę, iż dodatek oleju opałowego w mieszaninie z olejem rzepakowym odgrywa istotną rolę w procesie zapłonu.

Zależność temperatury zapłonu od udziału oleju opałowego w mieszaninie przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Temperatura zapłonu biopaliwa w zależności od udziału oleju opałowego w mieszaninie

Analizując wykres zauważyć można jego wyraźny podział na trzy obszary.

Pierwszy z nich obejmuje biopaliwo o dodatku 25–95% wagowych oleju opałowego. W zakresie tym skład mieszanki ma bardzo niewielki wpływ na temperaturę zapłonu.

W drugim obszarze, to jest dla zawartości 25–5% wagowych oleju opałowego w mieszaninie obserwuje się szybki wzrost temperatury zapłonu wraz z malejącym udziałem oleju opałowego.

W trzecim obszarze tj. poniżej 5% wagowych oleju opałowego, nie stwierdzono zapłonu pomimo osiągnięcia temperatury przewyższającej 300°C.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz stwierdzić można, że:

- ◆ świeży olej rzepakowy uzyskiwany w procesie tłoczenia nasion rzepaku ma własności (gęstość, wartość opałowa) zbliżone do tradycyjnie stosowanych paliw ciekłych, takich jak olej opałowy czy estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych;
- ◆ olej rzepakowy charakteryzuje się wysoką lepkością i napięciem powierzchniowym, co utrudnia jego stosowanie jako paliwa;
- ◆ ze względu na fakt, iż olej rzepakowy jest mieszaniną frakcji wrzących w szerokim zakresie temperatury występują problemy z jego zapłonem;
- ◆ dodatek oleju opałowego w biopaliwie rzepakowym wyraźnie poprawia warunki zapłonu. 10% wagowych oleju opałowego w mieszaninie z rzepakowym pozwala na osiągnięcie temperatury zapłonu równej 164°C; jest to wartość zbliżona do temperatury uzyskiwanej w przypadku estrów oleju rzepakowego;
- ◆ istnieje minimalny udział oleju opałowego w mieszaninie z rzepakowym, poniżej którego występują problemy związane z zapłonem; z badań wynika, iż wynosi on około 5% wagowych;
- ◆ własności biopaliwa rzepakowego pozwalają na zakwalifikowanie go do grupy paliw ciekłych stosowanych do opalania typowych urządzeń grzewczych; ponadto można stwierdzić, iż stanowi on alternatywę dla paliw ropopochodnych, a także uzyskiwanych w kosztownym i energochłonnym procesie estrów oleju rzepakowego.

LITERATURA

- [1] Strategia rozwoju energetyki odnawialnej, Sejm RP- 2001
- [2] Recep A., Selim C., Huseyin S.: The potential of using vegetable oil as fuel for diesel engines. *Energy Conversion&Management*, 42 (2001)
- [3] Ramadhas A.S., Jayaraj S., Muraleedharan C.: Use of vegetable oils as I.C. engine fuels-A review. *Renewable Energy*, 29 (2004)
- [4] Rekxa M.: Możliwość wykorzystania paliwa rzepakowego do silnika Diesla. Regionalna Konferencja „Produkcja biopaliwa na bazie surowców roślinnych szansą polskiej gospodarki”. Wrocław 2001
- [5] Hager A., Mieczysławski M.: Analiza techniczno-ekonomiczna możliwości wykorzystania biopaliwa w gospodarce. Tamże
- [6] Książek A., Odlanicki - Poczobut T., Szlęk A., Wilk R. (red.), Zajdel A., Zieliński Z.: Laboratorium techniki spalania. Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2001
- [7] Józwiak D., Kubica K., Matuszek K., Szlęk A., Wilk R.: Raw Rapeseed Oil Utilization for Heating Purposes. XVIII International Symposium on Combustion Processes. Ustroń2003
- [8] Organista W.: Ogrzewanie rzepakiem. *Rynek Instalacyjny* 2003, nr 4
- [9] Karcz H., Kosiorek A.: Ogrzewanie olejem rzepakowym. *Rynek Instalacyjny* 2003, nr 1
- [10] Organista W., Kuczyk J.: Biopaliwo – paliwo rzepakowe. Aspekty zastosowania do urządzeń grzewczych małej mocy cieplnej. VI Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Gospodarka cieplna i eksploatacja pieców przemysłowych”. Poraj 1998
- [11] Organista W.: Analiza możliwości zastosowania oleju rzepakowego oraz mieszanin z olejem opałowym lekkim do opalania urządzeń grzewczych. VIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Gospodarka cieplna i eksploatacja pieców przemysłowych”. Poraj 2000
- [12] Lefebvre: Atomization and spray. Hemisphere Publ. Co., 1989

