

OKREŚLENIE SKŁADU FRAKCYJNEGO BIOPALIW ROLNICZYCH ZAWIERAJĄCYCH BIOKOMPONENT CSME

Grzegorz Wcisło

Katedra Energetyki Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy zaprezentowano wyniki badań dotyczących określenia składu frakcyjnego biopaliw, zawierających biokomponent CSME oraz oleju napędowego. Badania przeprowadzono zgodnie z wymogami normy ASTM D 1160 przy użyciu mini destylarki firmy Grabner Instruments. Badania pokazały, że zarówno początek destylacji jak i jej przebieg zależy od ilości CSME w oleju napędowym. Spośród badanych biopaliw tylko B20 CSME może sprostać wymogom dla standardowego oleju napędowego stanowiącym, że 95% V/V paliwa musi odparować do temperatury 360°C.

Słowa kluczowe: Biopaliwo, Biodiesel CSME, skład frakcyjny

Wstęp

Skład frakcyjny (destylacja) jest bardzo ważnym wskaźnikiem służącym do oceny paliw pod kątem własności eksploatacyjnych. Określenie charakterystycznych punktów destylacji pozwala przewidzieć zachowanie się paliwa w czasie eksploatacji, m.in. łatwość rozruchu silnika oraz ekonomikę zużycia paliwa [Szlachta 2002]. Własności rozruchowe paliwa zależą od temperatury początku destylacji oraz od ilości paliwa odparowanego w początkowym okresie destylacji. Im większa zawartość lekkich frakcji tym lepsze własności rozruchowe [Lotko, Longwic 1999]. Ale z drugiej strony nie może być ich za dużo, ponieważ zbyt duża ilość lżejszych frakcji powodowałaby zbyt gwałtowne spalanie, a więc duże przyrosty ciśnienia w funkcji obrotu wału korbowego $dp/d\alpha$. Zgodnie z wymogami normy na olej napędowy PN-EN 590:2009 do temperatury 250°C powinno odparować nie więcej niż 65% paliwa. Procent odparowania paliwa do ww. temperatury umożliwia ocenę średniej odparowalności paliwa, wpływającej na regularność pracy silnika. Natomiast temperatury końca destylacji wskazują na ilość ciężkich, trudno odparowujących frakcji, ujemnie wpływających na pracę silnika. Wraz ze wzrostem temperatury końca destylacji oraz zwiększeniem ilości ciężkich frakcji może następować wzrost zużycia paliwa.

Działając na podstawie art. 4 ust. 2 ustawy z dnia 23 stycznia 2004 r. o systemie monitorowania i kontroli jakości paliw i biopaliw ciekłych Minister Gospodarki w dniu 8 września 2006r. wydał rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych. Wymogi co do składu frakcyjnego wynikające z ww. rozporządzenia zostały zaprezentowane w tabeli 1. Obecnie zgodnie z normą PN-EN 590:2009 dopuszczony do handlu jest olej napędowy, który może zawierać do 7% V/V biokomponentu.

Tabela 1. Wymagania jakościowe dla składu frakcyjnego oleju napędowego zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 2006 r.

Table 1. Qualitative requirements for diesel oil fractional composition pursuant to the Regulation issued by the Minister of Economy in 2006

Parametr i jednostka	Olej napędowy "standardowy"		Olej napędowy „o polepszonych właściwościach niskotemperaturowych”	
	minimum	maksimum	minimum	maksimum
do 250°C destyluje (V/V)	-	< 65	-	-
do 350°C destyluje (V/V)	85	-	-	-
95% (V/V) destyluje	-	360 °C	-	-
do 180°C destyluje (V/V)	-	-	-	10
do 340°C destyluje (V/V)	-	-	95	-

Parametry takie jak lepkość oraz właściwości niskotemperaturowe w FAME związane są bezpośrednio ze składem frakcyjnym. Biodiesel charakteryzuje się wyższymi temperaturami początku destylacji niż olej napędowy, co jest niekorzystne. Zasilając silniki wysokoprężne paliwem FAME, w celu zapewnienia dobrego odparowania paliwo musi być dobrze rozpylone. Wysoka temperatura wrzenia powoduje, że Biodiesel spala się najlepiej przy dużych obciążeniach silnika, gdy temperatura w komorze spalania jest wysoka.

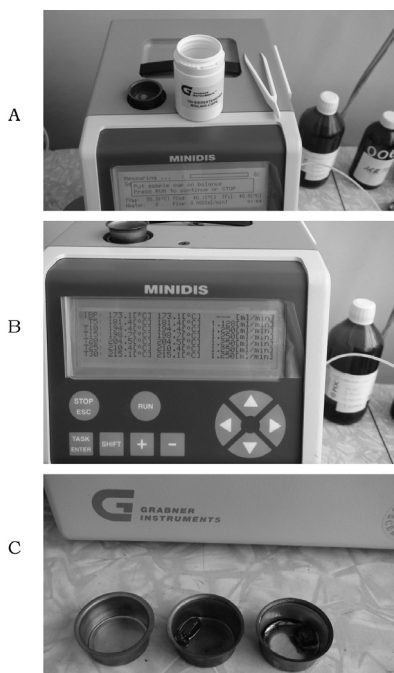
Obecnie rolnicy bardzo dużo uwagi poświęcają poszukiwaniu alternatywy dla RME. Jednym z takich biopaliw jest Biodiesel CSME, czyli estry metylowe uzyskane z oleju lnianki. Brakuje jednak szczegółowych badań dotyczących określenia własności fizykochemicznych CSME. Jednym z ważnych parametrów decydującym o przydatności tego paliwa do zasilania silników z zapłonem samoczynnym jest skład frakcyjny. Z uwagi na to, iż w literaturze tematycznej brakuje wyników badań określających własności destylacyjne CSME oraz jego mieszanin z olejem napędowym, zostały podjęte takie badania, a ich wyniki zamieszczone w tej publikacji.

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie składu frakcyjnego Biodiesla typu CSME oraz jego mieszanin z olejem napędowym. W sumie przeprowadzono badania dla czterech układów paliw. Najpierw przebadano biopaliwo B100 CSME, czyli 100% estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju lnianki. Następnie skomponowano biopaliwa B20 i B50 z CSME. Symbol przy „B” oznacza udział objętościowy VV CSME w mieszaninie z olejem napędowym. Dla porównania wyznaczono również skład frakcyjny oleju napędowego. Bazowym paliwem do komponowania paliw typu „B” był przejściowy olej napędowy typu ekodiesel pochodzący z koncernu PKN ORLEN.

Metodyka badań

Skład frakcyjny badanych paliw wykonano na stanowisku wyposażonym w mini destylarkę firmy Grabner Instruments. Badania przeprowadzono zgodnie z normą ASTM D 1160 stosując metodę destylacji pod zmniejszonym ciśnieniem 98kPa. Na rysunku 1 zaprezentowano zdjęcia, na których w części „A” pokazano ważenie kubka miedzianego ze specjalnym kamykiem wrzennym, w części „B” zaprezentowano widok wyświetlacza mini destylarki, natomiast w „C” przedstawiono kubki, na których można zaobserwować pozostałości po destylacji. Oznaczenie składu frakcyjnego mikro destylarką rozpoczyna się od położenia kubka miedzianego ze specjalnym kamykiem wrzennym na wadze, gdzie najpierw zostanie wyznaczona ich masa. Następnie kubek z kamykiem zostaną włożone do destylarki, po czym z kubka zostaje odessane powietrze. W kolejnym etapie destylarka przechodzi do pobierania paliwa. Na początek destylarka przepłukuje układ pomiarowy. Następnie pobiera właściwą porcję paliwa, która zostanie poddana destylacji. Po zakończeniu destylacji kubek zostaje schłodzony do temperatury otoczenia. Po czym kubek zostaje wyjęty i położony na wagę celem określenia pozostałości po destylacji oraz określenia ilości oddestylowanego paliwa.



Od lewej: czysty kubek, następnie kubek po oddestylowaniu dobrej jakości paliwa, natomiast w trzecim kubku widzimy pozostałości po destylacji biopaliw

Rys. 1. Zdjęcia stanowiska badawczego wyposażonego w mini destylarkę MINIDIS firmy Grabner Instruments

Fig. 1. Photographs showing test stand equipped with a mini distiller MINIDIS from Grabner Instruments

Wyniki badań

W tabeli 2 zestawiono wyniki badań składu frakcyjnego biopaliwa rolniczego B100 CSME, biopaliw B50 i B20 oraz dla porównania czystego oleju napędowego. Natomiast w tabeli 3 zestawiono wartości najistotniejszych punktów krzywej destylacji badanych paliw.

Tabela 2. Skład frakcyjny badanych biopaliw CSME oraz oleju napędowego
Table 1. Fractional composition of the examined CSME biofuels and diesel oil

[%] V/V oddestylowania	B 100 100% z CSME	B50 50% CSME z ON	B20 20% CSME z ON	ON olej napędowy
0	298,4	225,4	186,6	178,1
5	308,4	250,7	208,7	192,4
10	317,6	252,3	219,8	202,3
15	329,3	254,6	228,5	216,1
20	335,1	257,0	236,6	222,5
25	341,4	274,9	244,2	234,9
30	343,2	289,7	254,8	241,2
35	346,5	303,4	263,6	248,5
40	349,6	312,3	274,3	255,9
45	350,2	323,6	282,8	263,7
50	354,7	333,1	293,3	270,9
55	358,3	342,5	303,4	279,5
60	359,5	350,1	312,8	287,6
65	360,3	351,9	321,2	295,4
70	361,9	359,3	330,6	305,7
75	363,1	359,2	339,1	313,8
80	364,8	362,5	348,9	320,9
85	369,2	367,1	354,1	329,7
90	371,2	369,5	363,2	340,7
95	377,7	371,3	364,8	347,9
100	382,9	386,8	385,2	363,0

Tabela 3. Najistotniejsze punkty krzywej destylacji paliw
Table 3. Most important points in distillation curve for fuels

Paliwo	Początek destylacji [°C]	Do 250°C destyluje V/V [%]	Do 350°C destyluje V/V [%]	Oddestylowało V/V [%]
Olej napędowy	171,1	36,0	94,2	99,8
B20 CSME z ON	186,6	27,7	81,1	99,6
B50 CSME z ON	225,4	26,7	59,4	99,4
B100 CSME	298,4	0	43,8	99,1

Omówienie wyników badań

Jak wynika z tabeli 2 najszybciej rozpoczyna się destylacja w temperaturze 178,1°C oleju napędowego. Natomiast temperatury początku destylacji pozostałych biopaliw zależą od ilości biokomponentu CSME w mieszaninie z olejem napędowym. Im większa ilość biopaliwa CSME, tym początek destylacji rozpoczyna się w wyższej temperaturze. Biopaliwo B20 rozpoczyna destylować w temperaturze 186,6°C, natomiast koniec destylacji ma miejsce w temperaturze 377,2°C. Widzimy, że 95% tego biopaliwa odparowało do temperatury 360°C, tym samym spełniając jeden z wymogów stawiany w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 2006 r. dla standardowego oleju napędowego. Biopaliwa B50 i B100 CSME nie spełnią ww. założenia.

Biopaliwo B100 CSME rozpoczyna destylować dopiero w temperaturze około 300°C, co jest niekorzystne z punktu widzenia rozruchu silnika. Jest to o tyle istotne, że w rolnictwie mamy dużo sprzętu starego, w którym znajdują się silniki mocno zużyte, co dodatkowo wpływa negatywnie na możliwość rozruchu szczególnie zimnego silnika. Zwraca uwagę, że dla wszystkich biopaliw zawierających CSME temperatura końca destylacji jest praktycznie taka sama. Różnica w ww. parametrze pomiędzy B100 a B20 wynosi tylko około 12°C. Tak nieduża różnica w temperaturach końca destylacji biopaliw wynika z tego, że w początkowej fazie destylacji parują głównie frakcje oleju napędowego, natomiast pod koniec zostają frakcje pochodzące z CSME.

Z tabeli 3 wynika, że do 250°C oddestylowało odpowiednio 36% oleju napędowego, 27,7% biopaliwa B20 oraz co jest zaskakujące prawie tyle samo, bo 26,7% biopaliwa B50. Do 350°C powinno odparować 95% V/V paliwa. Widzimy jednak, że ten wymóg może spełnić tylko olej napędowy. Z badań wynika również, że im więcej w paliwie biokomponentu CSME, tym mniejsza ilość biopaliwa jest w stanie odparować do temperatury 350°C. Dla B100 oddestyluje tylko 43,8% V/V CSME. Taka sytuacja jest niekorzystna i podczas zasilania silnika CSME może spowodować przedłużanie się procesu spalania. Dlatego szczególnie na początku zasilania zimnego silnika na jej elementach mogą osiadać się niedopalone ciężkie frakcje CSME. W tych frakcjach przeważać będą produkty niecałkowitej transestryfikacji oleju, a więc mono i di-glicerydy. Dopiero po osiągnięciu odpowiedniej temperatury komory spalania wytrącone frakcje powinny się dopalać. Pozostałość po destylacji można zaobserwować na jednym z kubków pokazanych na zdjęciu zawartym na rysunku 1. Z oleju napędowego oddestylowało do temperatury 363°C aż 99,8% V/V paliwa, natomiast dla B100 CSME o 0,7% V/V mniej.

Wnioski

1. Spośród przebadanych czterech paliw: oleju napędowego oraz trzech biopaliw typu „B” najszybciej rozpoczyna destylować ($178,1^{\circ}\text{C}$) oraz najwcześniej osiąga koniec destylacji olej napędowy ($363,0^{\circ}\text{C}$).
2. Temperatury początku destylacji biopaliw zawierających CSME zależą od ilości biokomponentu CSME w mieszaninie z olejem napędowym. Im większa ilość CSME w biopaliwie tym później rozpoczyna się początek destylacji. Biopaliwo B100 CSME rozpoczyna destylować dopiero w temperaturze około 300°C .
3. Spośród badanych biopaliw tylko B20 CSME może spełnić wymogi stawiane przez rozporządzenie Ministra Gospodarki z 2006r dla standardowego oleju napędowego stanowiące, że 95% V/V paliwa musi odparować do temperatury 360°C .
4. Biopaliwa zawierające biokomponent CSME charakteryzują się podobnymi wartościami temperatury końca destylacji (różnica wynosi tylko 12°C). Jest to spowodowane tym, że podczas destylacji tych paliw na początku destyluje więcej oleju napędowego, a dopiero po przekroczeniu temperatury około 365°C destyluje sam CSME.
5. Do temperatury 250°C destyluje 36% V/V oleju napędowego, 27,7% V/V biopaliwa B20 oraz prawie tyle samo, bo 26,7% V/V B50 oraz 0% V/V B100 CSME.
6. W przypadku zasilania silników wysokoprężnych B100 CSME w celu zapewnienia dobrych warunków do odparowania odpowiedniej ilości paliwa, rolnicy muszą kontrolować jakość rozpylaczy i ciśnienia wtrysku w silnikach ciągników i samojezdnych maszyn. Dobre rozpylenie paliwa ułatwi poprawność początku samozapłonu i spalania paliwa.

Bibliografia

- Lotko W. Longwic R.** 1999. Nieustalone stany pracy silnika zasilanego paliwem rzepakowym. Wydawnictwo ZPITE – Radom.
- Szlachta Z.** 2002. Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ – Warszawa.
- Norma na wyznaczenie składu frakcyjnego produktów naftowych wg ASTM D 1160.
- Polska norma PN-EN 590:2009. Paliwa do pojazdów samochodowych - Oleje napędowe - Wymagania i metody badań.

DETERMINATION OF FRACTIONAL COMPOSITION FOR AGRI-CULTURAL BIOFUELS CONTAINING THE CSME BIO-COMPONENT

Abstract. The paper presents results of the research concerning determination of fractional composition for biofuels containing the CSME bio-component and diesel oil. The tests were carried out according to the requirements specified in the ASTM D 1160, using a mini distiller manufactured by Grabner Instruments. The tests have shown that both distillation start and progress depend on the CSME volume contained in diesel oil. Among all examined biofuels, only the B20 CSME may meet requirements of the standard applicable for standard diesel oil, which specifies that 95% v/v of fuel must evaporate up to the temperature of 360°C.

Key words: biofuel, CSME biodiesel, fractional composition

Adres do korespondencji:

Grzegorz Wcisło: GrzegorzWcislo@ur.krakow.pl
Katedra Energetyki i Automatykacji Procesów Rolniczych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków