

Leszek Gil*, Piotr Ignaciuk**

WPLYW LICZBY KWASOWEJ NA SMARNOŚĆ BIOPALIW

Streszczenie. Paliwa stosowane do zasilania silników ZS oprócz podstawowej funkcji jaką jest dostarczanie energii pełnią również funkcję oleju smarującego. W tym zakresie najważniejszym zadaniem jest smarowanie par precyzyjnych aparatury wtryskowej. W artykule przedstawiono techniczne możliwości wpływania na smarność biopaliw.

Słowa kluczowe: biopaliwo, liczba kwasowa, smarność, aparatura wtryskowa, silnik ZS

Wstęp

Unia Europejska nałożyła na kraje członkowskie obowiązek stosowania biopaliw płynnych do zasilania silników trakcyjnych w transporcie drogowym. Głównym celem tego działania jest ograniczenie zużycia ropy naftowej oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. W Europie i w Polsce, ze względów klimatycznych i agrotechnicznych jako biopaliwa płynne wykorzystuje się najczęściej estry metylowe oleju rzepakowego oraz ich mieszaniny z olejem napędowym. Opisane w artykule biopaliwo zostało oparte na estrach metylowych oleju lnianki. Z uwagi na niskie temperatury krzepnięcia i blokowania zimnego filtra paliwa może ono mieć szersze zastosowanie w naszej szerokości geograficznej [2]. W silnikach spalinowych o zapłonie samoczynnym paliwo stanowi jedyne źródło smarowania precyzyjnie pasowanych elementów układu wtryskowego. Istotna jest tu zatem smarność paliwa, która określa jego zdolność do wytwarzania mocno związanej ze smarowaną powierzchnią warstwy granicznej [4]. Pod względem chemicznym warstwę tę stanowią łańcuchy węglowodorowe „przyłączone” do czystej powierzchni metalu polarną grupą karboksylową. Grupa ta jest charakterystyczna dla kwasów karboksylowych – stąd zakwaszenie nimi paliwa polepsza jego skłonność do wytwarzania warstwy granicznej. Warstwa graniczna stanowi zabezpieczenie powierzchni przed zużyciem w przypadku braku filmu smarnego. W tym aspekcie smarność paliwa wpływa znacząco na trwałość eksploatacyjną par precyzyjnych aparatury wtryskowej.

1. Charakterystyka fizyko – chemiczna badanych paliw

W prezentowanych badaniach wykorzystano dwa rodzaje paliw. Pierwszym był ogólnie dostępny w handlu olej napędowy produkowany przez Orlen – VERVA F 4,8 spełniający wy-

* Wydział Transportu i Informatyki, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

** Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Politechnika Lubelska, p.ignaciuk@pollub.pl

magania normy PN-EN 590:2009 „Paliwa do pojazdów samochodowych. Oleje napędowe. Wymagania i metody badań”. Przesłaniem do wyboru oleju napędowego VERVA F 4,8 był fakt, że nie zawiera on w swoim składzie estrów, które mogłyby niwelować ewentualne różnice pomiędzy badanymi paliwami. Jako drugie paliwo zastosowano estry metylowe oleju lnianki, których zmierzone parametry porównano z wymaganiami normy ASTM D 6751-06b oraz PN-EN 14214:2009 „Paliwa do pojazdów samochodowych. Estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME) do silników o zapłonie samoczynnym (Diesla). Wymagania i metody badań”. W badaniach wykorzystano czyste estry metylowe wytworzone w procesie estryfikacji. Wybrane własności paliw użytych do badań zestawiono w tabeli 1. Orientacyjny skład oleju lnianki siewnej z którego wykonano estry przedstawiono tabeli 2.

Tabela 1. Wybrane własności oleju napędowego i estrów metylowych oleju lnianki [1, 2]

Olej	Gęstość w 20°C [kg/dm ³]	Wartość energetyczna [MJ/kg]	Lepkość kinematyczna w 40°C [mm ² /s]	Liczba cetanowa	Temperatura krzepnięcia [°C]	Temperatura zapłonu [°C]
ON	0,84	42,7	2,0-4,5	50	poniżej -20*	80
Estry metylowe lnianki	0,88	37	5,18	52	-16	

Tabela 2. Orientacyjny skład oleju lnianki siewnej (% wagowy) [1]

Olej lniankowy	
Kwasy nasycone	8 %
Kwas oleinowy	12,5 %
Kwas linolowy	18 %
Kwas linolenowy	36 %
Kwas erukowy	3,5%
Inne nieopisane	22 %

2. Metodyka badawcza

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym, w którym równolegle pracowały dwie zasilane różnymi paliwami pompy wtryskowe. Stanowisko zasadniczo przeznaczone było do badania procesów zużycia sekcji tłoczących pomp wtryskowych. Umożliwiało ono kontrolę temperatury paliwa, temperatury pompy oraz prędkości obrotowej i liczby wykonanych obrotów (cykli pracy) przez badane pompy wtryskowe. Obiektem badań były pompy wtryskowe firmy MOTORPAL stosowane w silniku 4CT90. W trakcie wcześniej prowadzonych badań trwałościowych zaobserwowano różną prędkość narastania temperatury w zależności od zastosowanego rodzaju paliwa, którym były zasilane badane pompy. Różną prędkość narastania temperatury rejestrowano przy każdorazowym uruchamianiu stanowiska. Zaobserwowano, że temperatura estrów lnianki zawsze narastała szybciej niż temperatura oleju napędowego, zanim osiągnęła wartość, przy której układ regulacji stabili-

zował ją na zadanym poziomie. Główną przyczyną wywiązywania się większej ilości ciepła w estrach oleju lnianki jest ich większa lepkość kinematyczna. Powoduje ona większe opory przepływu zarówno w przewodach zasilających badane pompy jak i samych pompach czy wtryskiwaczach. Innym czynnikiem, który ma wpływ na wytwarzanie ciepła jest tarcie, na którego wartość wpływa smarność – czyli zdolność do wytworzenia mocnej zapobiegającej zacieraniu warstwy granicznej. Jednym ze sposobów zwiększenia smarności jest zwiększenie liczby kwasowej paliwa. Liczba kwasowa jest to ilość miligramów KOH (wodorotlenku potasu) potrzebna do zneutralizowania kwasów tłuszczowych znajdujących się w 1 gramie paliwa. W przypadku paliw i olejów smarujących o liczbie kwasowej decyduje zawartość kwasów organicznych zawierających grupę karboksylową. Grupa ta wykazuje silne powinowactwo do metali i łatwo ulegają chemisorpcji na ich powierzchni. Zwiększonej liczbie kwasowej odpowiada większa ilość zaabsorbowanych na powierzchni metalu łańcuchów węglowodorowych, które chronią ją przed uszkodzeniem oraz zmniejszają tarcie pomiędzy smarowanymi powierzchniami. W prowadzonych badaniach jako czynnika zwiększającego smarność użyto kwasu oleinowego (oleiny). Dodając oleinę do estrów oleju lnianki zwiększany ich liczbę kwasową. Liczba kwasowa czystego kwasu oleinowego $C_{18}H_{34}O_2$ wynosi 198,69 [mgKOH/g]. Zwiększeniu kwasowości towarzyszy wzrost smarności z uwagi na wcześniej omówione zjawisko chemisorpcji.

W badaniach wykorzystano trzy próbki biopaliwa na bazie estrów metylowych oleju lnianki:

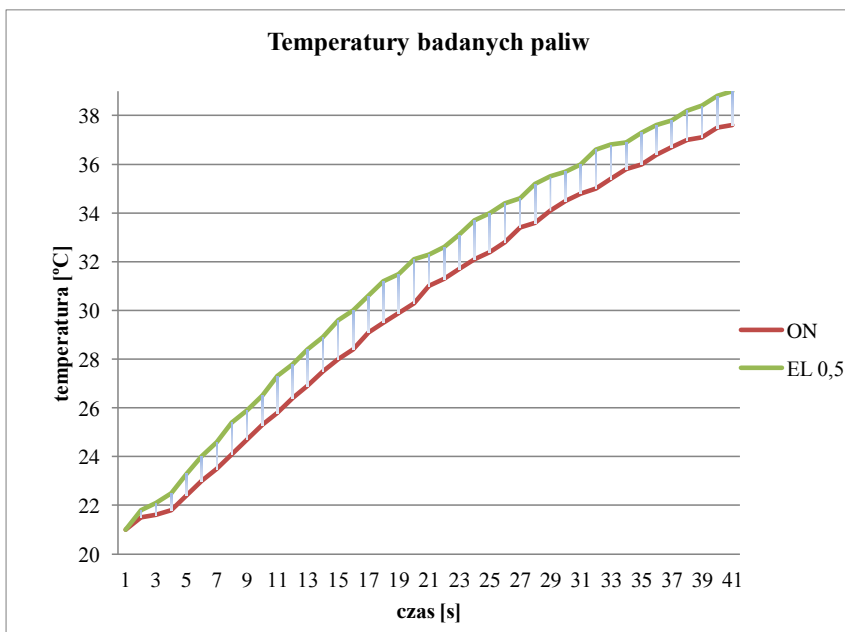
- Biopaliwo spełniające wymagania PN-EN 14214:2009 o liczbie kwasowej równej 0,5 [mgKOH/g],
- Biopaliwo o liczbie kwasowej 5 [mgKOH/g],
- Biopaliwo o liczbie kwasowej 10 [mgKOH/g].

Dla każdej zbadanych próbek ustalono przebieg wzrostu temperatury paliwa w pompie wtryskowej w odniesieniu do klasycznego oleju napędowego [1].

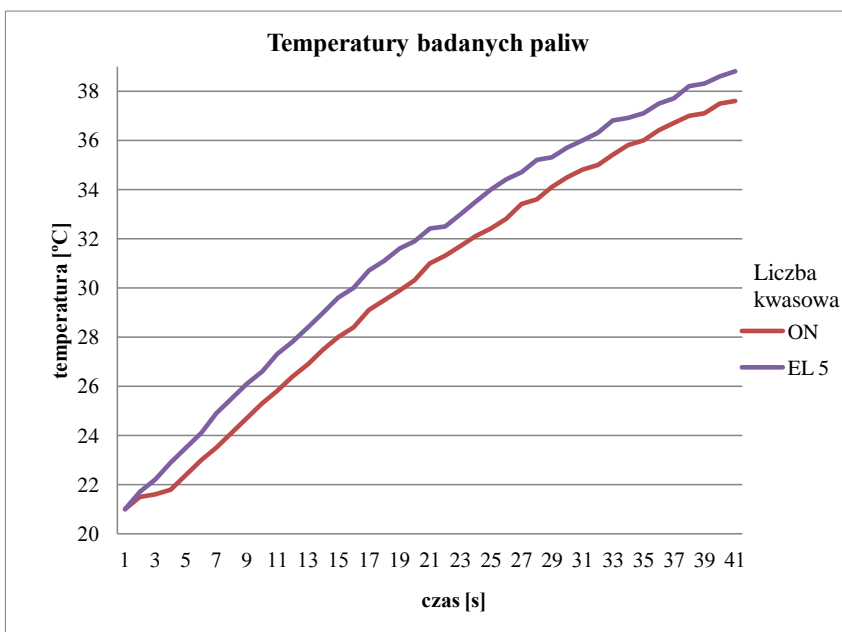
3. Wyniki pomiarów zmian temperatur paliwa

Estry lnianki liczbie kwasowej (LK=0,5), osiągają wyższą temperaturę w czasie badań na stanowisku niż olej napędowy, przyczyną może być wspomnianą większą lepkość kinematyczną. Przebieg zmian temperatur oleju napędowego oraz czystych estrów metylowych oleju lnianki (o liczbie kwasowej LK=0,5) przedstawiono na rysunku 1.

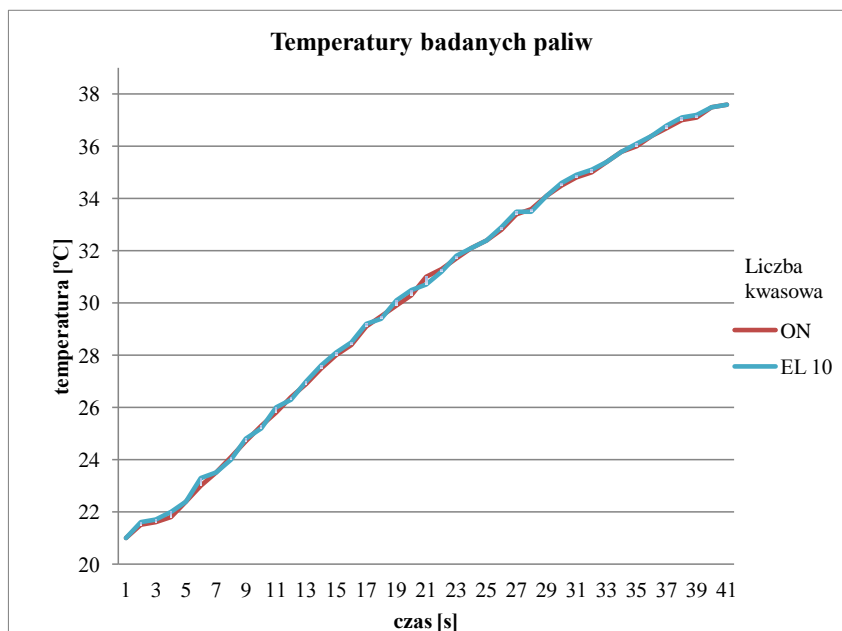
Zwiększenie LK estrów metylowych oleju lnianki od wartości 5 [mgKOH/g] nie spowodowało istotnych zmian w szybkości narastania ich temperatury (rysunek 2). Wyraźny spadek szybkości wzrostu temperatury badanego biopaliwa nastąpił dopiero gdy liczba kwasowa została zwiększoną do wartości wyższych niż 5. Jednak uzyskanie podobnej szybkości przyrostu temperatury do obserwowanego na oleju napędowym uzyskano dopiero gdy liczba kwasowa została podniesiona do 10 [mgKOH/g] (rysunek 3). Świadczy to, że pomimo niezmiennych oprócz oporów przepływu musiały znacząco zmaleć opory tarcia dzięki wytworzeniu się śliskiej warstwy granicznej. Warstwa ta odpowiada tu za redukcje ilości wydzielonego ciepła.



Rys. 1. Różnice temperatur podczas nagrzewania się paliw w trakcie badań: ON i estry lniarki o LK=0,5



Rys. 2. Różnice temperatur podczas nagrzewania się paliw w trakcie badań: ON i estry lniarki o LK=5



Rys. 3. Różnice temperatur podczas nagrzewania się paliw w trakcie badań: ON i estry lnianki o LK=10

4. Wnioski

- Na wzrost temperatury paliwa tłoczonego przez rządową pompę wtryskową wpływa lepkość paliwa oraz tarcie w parach precyzyjnych. Na wartość oporów tarcia wpływa smarność paliwa, które spełnia tu rolę oleju smarującego.
- O smarności paliwa decyduje ilość zawartych w nim węglowodorów zawierających grupę karboksylową, dzięki której ulegają one chemisorpcji na czystej powierzchni metalu.
- Dodają do biopaliwa oleinę zwiększmy jego liczbę kwasową, ale też jednocześnie wpływamy na jego smarność (ulega ona wtedy zwiększeniu). Wzrostowi smarności towarzyszy zmniejszenie oporów tarcia, co skutkuje zmniejszeniu ilości wydzielanego ciepła (objawia się to niższą temperaturą pompowanego paliwa).
- Poprzez dodawanie oleiny możemy modyfikować właściwości smarne biopaliw. W badaniach zwiększenie liczby kwasowej estrów lnianki do 5 [mgKOH/g] nie spowodowało widocznych zmian w narastaniu temperatury badanego paliwa (rys. 2). Dopiero zwiększenie liczby kwasowej do 10 [mgKOH/g] spowodowało jednakowy przyrost temperatury w obu badanych paliwach: estrach oleju lnianki i oleju napędowym (rys. 3).

Literatura

1. Gil L.: Badania zużycia tribologicznego elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego olejami roślinnymi. Rozprawa doktorska . Lublin 2010.
2. Lnianka, czyli lepszy rydz..., Wiadomości Rolnicze Polska, Wrzesień 2006.
3. Sitnik L.: Ekopaliwa silnikowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
4. Szczerek M., Tuszyński W.: Badania tribologiczne. Zacieranie, Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2000.

INFLUENCE OF ACID NUMBER ON THE BRICITY OF BIOFUELS

Summary. Fuels used for the fueling of diesel engines, except their basic function which is providing the energy, fulfill also function of lubricating medium. In this range, the most important task is lubricating the precise couplings of injection apparatus. The paper presents technical abilities of influencing the lubricity of biofuels.

Key words: biofuel, acid number, lubricity, injection apparatus, diesel engine