

Mirosław Czechłowski, Adam Krysztofiak, Mariusz Adamski, Wojciech Antczak
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Poznaniu

WPLYW STOSOWANIA OLEJU RZEPAKOWEGO JAKO PALIWA NA TRWAŁOŚĆ APARATURY WTRYSKOWEJ SILNIKÓW ZS

Streszczenie

Dokonano oceny wpływu stosowania oleju rzepakowego jako paliwa na intensywność zużycia par precyzyjnych sekcji tłoczących pomp wtryskowych. Stwierdzono małą przydatność wagowej metody oceny zużycia. Przedstawiono wyniki porównań wielkości tłoczonych dawek dla pompy wtryskowej zasilanej olejem napędowym i olejem rzepakowym. Na podstawie oględzin współpracujących powierzchni stwierdzono mniejsze zużycie elementów sekcji tłoczących pompy wtryskowej zasilanej olejem rzepakowym.

Słowa kluczowe: olej rzepakowy, paliwo, trwałość, zużycie, aparatura wtryskowa, sekcje tłoczące

Wstęp

Wysoka cena oleju napędowego przyczynia się do rosnącego zainteresowania paliwami alternatywnymi. Jeszcze kilka lat temu użytkownicy silników z niedowierzaniem traktowali zapewnienia o braku negatywnego wpływu stosowania estrów oleju rzepakowego na trwałość silników. Natomiast obecnie wielu rolników samodzielnie eksperymentuje mieszając surowy olej rzepakowy, często samodzielnie wytlaczany, z olejem napędowym.

O ile jednak olej rzepakowy poddany procesowi estryfikacji staje się praktycznie pełnoprawnym zamiennikiem paliwa, o tyle stosowanie surowego oleju niesie ze sobą niebezpieczeństwo poważnego uszkodzenia silnika. Potwierdzeniem tego są wyniki uzyskane podczas badań prowadzonych w Niemczech nad zastosowaniem oleju rzepakowego jako paliwa. Na 107 ciągników biorących udział w projekcie badawczym trwającym na przestrzeni lat 2001–2005 zaledwie 63 uniknęły znaczących usterek, tzn. takich, których koszt usunięcia był wyższy od 1000 euro.

Największą liczbę spośród wszystkich zarejestrowanych usterek stanowiły defekty układu paliwowego (średnio ok. 20 rocznie, maksymalnie 40 w 2003). W większości z tych przypadków problemy dotyczyły pomp wtryskowych i rozpylaczy [Hassel i in. 2006].

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie wpływu stosowania surowego oleju rzepakowego jako paliwa na intensywność zużycia aparatury wtryskowej silników z zapłonem samoczynnym. Do badań wybrano aparaturę wtryskową ciągnika S-312, ponieważ jej budowa jest najbliższa systemom stosowanych w silnikach przystosowanych do zasilania olejem rzepakowym (rozpylacze czopikowe).

Badania obejmowały w głównej mierze, sprawdzenie wpływu oleju rzepakowego na trwałość sekcji tłoczących pomp wtryskowych, ponieważ w tych elementach można po stosunkowo krótkim okresie pracy zaobserwować największe zużycie.

Metodyka badań

Ze względu na ograniczenie kosztów do badań zostały użyte dwusekcyjne pompy wtryskowe P22T17a – 7,5.69BIRVF. Z tego samego względu zdecydowano, że badania przeprowadzone zostaną w warunkach laboratoryjnych z pompami zainstalowanymi na stołach probierczych Minor 8 marki Mirköz będących w posiadaniu Instytutu.

Przyjęto, że pompa wtryskowa zasilana olejem rzepakowym przepracuje 300 godzin, ponieważ w tym okresie występuje największe zużycie sekcji tłoczących [Krepeć, Falkowski 1973]. Równoległe z badaniami prowadzonymi dla oleju rzepakowego wykonano także próbę porównawczą z pompą wtryskową zasilaną olejem napędowym.

Za podstawę oceny zużycia elementów sekcji tłoczących przyjęto ubytek masy badanych części po zakończeniu próby (metoda masowa).

Przygotowanie do badań

W celu zmniejszenia niebezpieczeństwa zafałszowania wyników przez zanieczyszczenia przedostające się przez stosowane standardowo w stołach Mirköz filtry filcowe (o niezbyt dużej dokładności oczyszczania), ich wkłady zastąpiono wkładami papierowymi dokładnego oczyszczania typu Filtron PM 808.

Przed rozpoczęciem badań sekcje tłoczące zostały ponumerowane, umyte w myjce ultradźwiękowej a następnie trzykrotnie odtłuszczone za pomocą tetrachloroetylenu i ostatecznie przepłukane w kąpeli z propanolu cz. d. a. a następnie osuszone w warunkach normalnych. Po takim przygotowaniu każdy element był pięciokrotnie ważony z dokładnością do 0,001 g, po czym wyniki zostały uśrednione. W celu uzyskania pewności prawidłowej pracy sekcji tłoczących, jednocześnie z nimi zastosowano nowe zawory zwrotno-odciążające. Po zmontowaniu pompy wtryskowe wyregulowano zgodnie z zaleceniami producenta.

Przed rozpoczęciem próby wyznaczono charakterystyki tłoczenia sekcji w całym zakresie prędkości obrotowych wału napędowego pompy. Charakterystyki sporządzono przy zasilaniu pomp olejem napędowym. Dodatkowo dla pompy zasilanej podczas badań olejem rzepakowym powtórnie wyznaczono charakterystykę tłoczenia dla tego paliwa.

Przebieg próby

Pompy pracowały na stołach probierczych od 19 do 26 kwietnia 2005 roku. Prędkość obrotowa wałów napędowych pomp została ustalona na 1100 obr/min. Przez cały czas próby dźwignie zewnętrzne regulatorów znajdowały się w położeniu odpowiadającym maksymalnej prędkości obrotowej.

Po 100 godzinach pracy obie próby zostały zakończone z powodu uszkodzenia stołów probierczych. W stole, na którym zainstalowana była pompa wtryskowa zasilana olejem rzepakowym uszkodzeniu uległa pompa zasilająca. Natomiast w stole probierczym z pompą zasilaną olejem napędowym zniszczeniu uległ komutator silnika elektrycznego.

Określenie stopnia zużycia

Po zakończeniu próby powtórnie sporządzono charakterystyki tłoczenia dla poszczególnych sekcji tłoczących. Aby uniknąć zmycia ewentualnych osadów z sekcji tłoczących pompy zasilanej olejem rzepakowym, charakterystykę dla niej wyznaczono tylko podczas zasilania olejem rzepakowym. Charakterystykę tę sporządzono wykorzystując te same wtryskiwacze, które użyte były do przeprowadzenia próby. Charakterystykę tłoczenia sekcji zainstalowanych w drugiej pompie sporządzono, tak jak wcześniej, dla oleju napędowego.

Po zakończeniu pomiarów sekcje tłoczące zostały wymontowane, poddane oględzinom, po czym umyte i zważone według tych samych zasad jak przed rozpoczęciem badań.

Analiza wyników

Prezentowana poniżej tabela 1. przedstawia porównanie mas elementów sekcji tłoczących nowych i po zakończeniu 100 godzinnej próby trwałościowej.

Tabela 1. Porównanie mas elementów sekcji tłoczących nowych i po 100 godzinach pracy

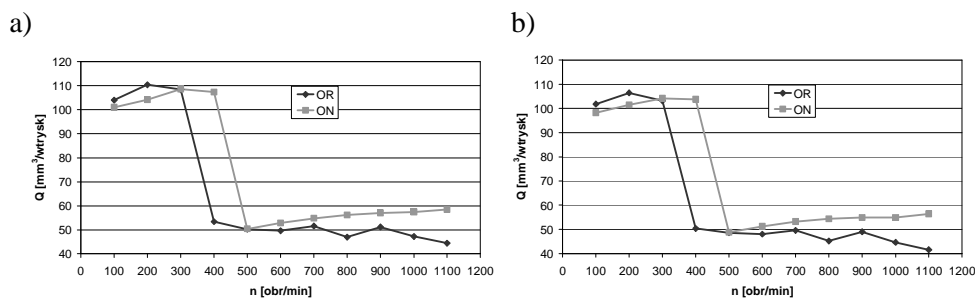
Table 1. Comparison of pumping section weights for new sections and sections after 100 hours of work

	Masa części [g]							
	Olej napędowy				Olej rzepakowy			
	1 sekcja		2 sekcja		3 sekcja		4 sekcja	
	Tłok	Cylinder	Tłok	Cylinder	Tłok	Cylinder	Tłok	Cylinder
Część nowa	22,678	58,452	22,801	58,274	22,760	58,351	22,770	58,369
Część po zakończeniu badań	22,681	58,459	22,804	58,282	22,761	58,36	22,772	58,376
Różnica mas	+0,003	+0,007	+0,003	+0,008	+0,001	+0,009	+0,002	+0,007

Uzyskane wyniki wskazują, że metoda wagowa nie pozwala na ocenę stopnia zużycia sekcji tłoczących. Bezpośrednim tego powodem są najprawdopodobniej niewielkie ubytki materiału a przede wszystkim trudne do usunięcia osady z oleju napędowego, oleju rzepakowego oraz oleju smarującego. Ich usunięcie możliwe byłoby za pomocą agresywnych detergentów, grozi to jednak wystąpieniem korozji na powierzchni badanych elementów, co również nie pozostałoby bez wpływu na uzyskane wyniki.

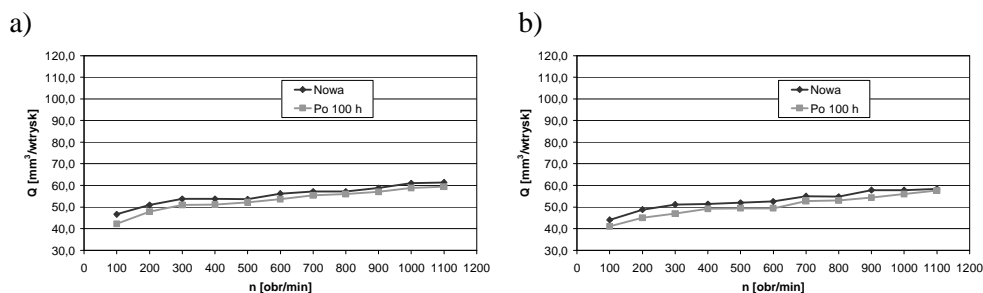
Ciekawe wnioski można wyciągnąć z porównania charakterystyk tłoczenia sekcji 3. i 4. sporządzonych dla oleju napędowego (ON) i rzepakowego (OR). Na wykresach (rys. 1) wyraźnie można zaobserwować wzrost wydatku sekcji zasilanych olejem rzepakowym w zakresie prędkości odpowiadających dawce rozruchowej. Obie sekcje uzyskały w tym przypadku największy wydatek przy 200 obr/min. Natomiast w zakresie prędkości odpowiadających normalnej eksploatacji silnika widoczny jest spadek dawkowania oleju rzepakowego proporcjonalny do wzrostu prędkości obrotowej. W tych samych warunkach dawka oleju napędowego wzrasta. Zjawisko to jest widoczne po przekroczeniu przez wał pompy 500 obr/min, przy której to prędkości dawkowanie dla ON i OR jest zbliżone. Rozbieżności te powodowane są znacznie większą lepkością oleju rzepakowego, która przy dużych częstotliwościach wtrysku może być powodem utrudnionego napełniania sekcji

tłoczących. Potwierdzeniem tego może być dodatkowo zaobserwowane blisko dwukrotnie wyższe ciśnienie zasilania pompy pracującej na oleju rzepakowym, pomimo zastosowania tego samego zaworu przelewowego.

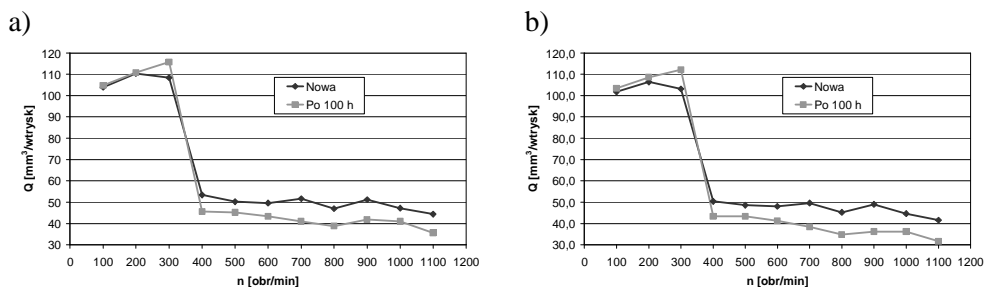


Rys. 1. Porównanie dawkowania przez sekcje nr 3 (a) i 4 (b) zasilane OR i ON
 Fig. 1. Comparison of dosing via sections no. 3 (a) and 4 (b), supplied with rape-seed oil and diesel oil

Do porównania dawek tłoczonych przez sekcje 1. i 2. oraz 3. i 4. (rys. 2 i 3) po zakończeniu 100 godzinnej próby wybrano prędkości obrotowe z przedziału 400 – 600 obr/min. Wyniki uzyskane przy niższych prędkościach obrotowych zostały pominięte ze względu na wzrost dawkowania sekcji tłoczących zasilanych olejem rzepakowym zaobserwowany po zakończeniu próby. Wyniki dla prędkości przekraczających 600 obr/min należało odrzucić ze względu na obniżone ciśnienie zasilania (na skutek uszkodzenia pompy zasilającej).



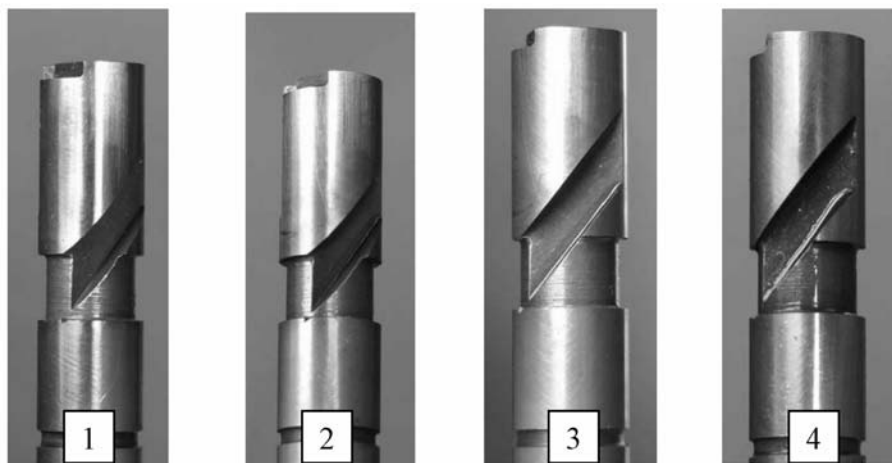
Rys. 2. Porównanie dawkowania przez sekcje nr 1 (a) i 2 (b) zasilane ON
 Fig. 2. Comparison of dosing via sections no. 3 (a) and 4 (b), supplied with diesel oil



Rys. 3. Porównanie dawkowania przez sekcje nr 3 (a) i 4 (b) zasilane OR
 Fig. 3. Comparison of dosing via sections no. 3 (a) and 4 (b), supplied with rape-seed oil

Uzyskane w ten sposób porównanie sugerowałoby blisko trzykrotnie większe zużycie sekcji zasilanych olejem rzepakowym. W sekcjach 1. i 2. zasilanych olejem napędowym zarejestrowano bowiem zmniejszenie dawki odpowiednio o 4 i 5,1%, natomiast dla sekcji 3. i 4. zasilanych olejem rzepakowym dawki uległy zmniejszeniu o 12,3 oraz 12,9%.

Powyższego wniosku nie potwierdzają jednak zdjęcia wykonane po zakończeniu próby (rys. 4), bowiem tłoczki o numerach 3. i 4. pracujące w pompie zasilanej olejem rzepakowym nie noszą śladów zużycia.



Rys. 4. Tłoczki sekcji tłoczących po zakończeniu próby
 Fig. 4. Plungers in pumping sections after test completion

Na ich powierzchni widoczne są jedynie ślady po ich ostatecznej obróbce. Natomiast na fotografiach przedstawiających tłoczki o numerach 1. i 2. można zaobserwować wyraźne rysy w miejscach współpracy z otworami zasilającym i przelewowym. Zostały one spowodowane zanieczyszczeniami, które dostały się do wnętrza pompy wtryskowej wraz z paliwem.

Wnioski

1. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że przyjęta metoda oceny zużycia sekcji toczących poprzez pomiar ubytku masy elementów okazała się nieskuteczna. Można przypuszczać, że użycie bardziej zaawansowanych metod, jak na przykład użycie znacznika izotopowego pozwoliłoby na uzyskanie wiarygodnych wyników.
2. Zmniejszenie dawkowania w zakresie wyższych prędkości obrotowych przez pompę wtryskową zasilaną olejem rzepakowym, zdaje się wyjaśniać sygnalizowany przez wielu autorów spadek mocy maksymalnej silników pracujących na oleju rzepakowym. Często towarzyszy temu niezmienny lub nieznacznie zwiększony maksymalny moment obrotowy. Potwierdzają to uzyskane przyrosty dawek oleju rzepakowego w zakresie niskich i średnich prędkości obrotowych.
3. Zaobserwowane znaczne zmniejszenie dawki oleju rzepakowego po zakończeniu 100 godzinnej próby trwałościowej mogące sugerować znaczne zużycie części nie znajduje potwierdzenia w obrazie zużycia powierzchni tłoczków. Tak duże zmniejszenie dawki sekcji zasilanych olejem rzepakowym można natomiast tłumaczyć wzrostem jego lepkości, wywołanym utlenianiem na skutek wielokrotnego rozpylania.
4. Różnice w zużyciu tłoków pompy zasilanej olejem napędowym i pompy zasilanej olejem rzepakowym można z jednej strony tłumaczyć lepszymi własnościami smarnymi oleju rzepakowego. Z drugiej strony brak śladów powodowanych przez cząstki niesione przez paliwo na tłoczkach pompy zasilanej olejem rzepakowym może sugerować skuteczniejsze działanie filtra paliwa spowodowane znacznie większą lepkością oleju rzepakowego.
5. W badaniach nie wzięto pod uwagę oddziaływania chemicznego oleju rzepakowego na materiał, z jakiego wykonane są elementy sekcji toczących. W przyszłości konieczne wydaje się sprawdzenie czy olej rzepakowy nie będzie powodował korozji elementów precyzyjnych aparatury wtryskowej.

Bibliografia

Hassel E., Wichmann V., Schümann U., Berndt S., Harkner W., Flügge E. 2006. Praxiseinsatz von serienmassigen neuen rapsöltauglichen Traktoren, Cz. Landtechnik 1: 14-15.

Krępeć T., Falkowski H. 1973. Obsługa i naprawa aparatury paliwowej silników wysokoprzężnych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa

THE EFFECT OF USING RAPE-SEED OIL AS FUEL ON LIFE OF INJECTION SYSTEM IN THE ZS ENGINES

Summary

The test involved assessment of the effect of using rape-seed oil as fuel on wear rate for couples of precision pumping sections in injection pumps. Little usability of the weight method for wear assessment was confirmed. The work shows results of the compared pumped dose volumes for injection pump supplied with diesel fuel and rape-seed oil. Visual inspection of contact surfaces proved lower wear for pumping section elements in injection pump supplied with rape-seed oil.

Key words: rape-seed oil, fuel, life, wear, injection system, pumping sections