

**Grzegorz DZIENISZEWSKI**  
Uniwersytet Rzeszowski

## **UTYLIZACJA ZUŻYTEGO OLEJU ROŚLINNEGO W PROCESIE SPALANIA W SILNIKU O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM**

Przeanalizowano możliwości stosowania zużytego oleju roślinnego do zasilania silnika o zapłonie samoczynnym. Opracowano i wdrożono koncepcję układu dwustopniowego podgrzewania oleju oraz jego uzdatniania, z uwzględnieniem specyfiki wymagań aparatury paliwowej silnika Diesla. Przedstawiono dotychczasowe wyniki badań w rzeczywistych warunkach pracy.

### **Wstęp**

Zagadnieniami zasilania silników o obiegu Diesla olejami jadalnymi zajmowało się w ostatnich kilkunastu latach wielu badaczy. Znaczący wkład naukowy w tę problematykę ma między innymi Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie [1-4].

Otrzymane wyniki badań nie dają ciągle jednoznacznej odpowiedzi na pytania w kwestii wskaźników pracy silników zasilanych biopaliwami i ich trwałości oraz w zakresie energetycznej ekonomiki stosowania paliw pochodzenia roślinnego.

Odmiennym nurtem badań są próby zasilania silników o zapłonie samoczynnym zużytym olejem roślinnym, stanowiącym odpad przemysłu spożywczego. Duży obiekt gastronomiczny wytwarza dziennie około 50 litrów przepalonego oleju spożywczego. Stąd miesiąc pracy takiego zakładu daje przeszło 1000 litrów odpadu, który jest przecież materiałem energetycznym o dużej kondensacji energii w jednostce objętości. Ze względu na specyfikę układu zasilania oraz na ograniczenia prawne, nie należy oczekiwać opracowania układu zasilania pojazdu olejem posmażalniczym. Prace zmierzają raczej w kierunku zasilania silników stacjonarnych generatorów energii elektrycznej.

## Cel i zakres

Głównym nurtem prezentowanych badań jest ocena możliwości zasilania silnika zużytym olejem roślinnym, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów technicznych uzdatniania odpadu, w celu otrzymania paliwa możliwego do zastosowania w silniku o zapłonie samoczynnym. Nowatorskie ujęcie problemu polega na wdrożeniu koncepcji silnika dwupaliwowego, którego rozruch następuje na oleju napędowym, a następnie przełączeniu na zasilanie posmażalniczym olejem rzepakowym podgrzewanym w dwustopniowym podgrzewaczu.

## Procedury badawcze

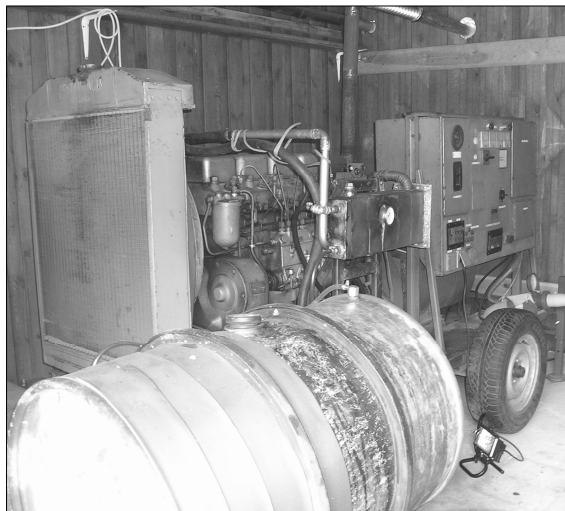
Wdrożenie projektu silnika zasilanego zużytym olejem roślinnym zostało zrealizowane poprzez opracowanie koncepcji układu zasilania silnika ZSWVB 7 o mocy 65 kW napędzającego generator elektryczny. Jest to czterocylindrowy, rzędowy silnik wysokoprężny o wtrysku bezpośrednim, zasilany rzędową pompą wtryskową firmy MotorPAL.

Podczas opracowywania koncepcji układu paliwowego szczególną uwagę zwrócono na dużą różnicę lepkości zużytego oleju roślinnego w stosunku do lepkości oleju napędowego, co uniemożliwia prawidłowy rozruch silnika już w temperaturze około 5°C oraz utrudnia prawidłową pracę aparatury wtryskowej w wyższych temperaturach [2]. Duża lepkość zwiększa średnice kropeł wtryskiwanego paliwa, powoduje nadmierny zasięg strugi oraz osiadanie paliwa na ściankach cylindra. Nieoptymalne warunki spalania powodują wzrost zadymienia spalin oraz przenikanie niespalonego oleju rzepakowego do oleju w układzie smarowania, czego następstwem jest szybkie uszkodzenie węzłów tarcowych silnika.

Olej rzepakowy cechuje duża zależność lepkości od temperatury. Pomimo że zależność lepkości od temperatury stanowi podstawę opracowania układu dwupaliwowego z dwustopniowym podgrzewaniem, który częściowo eliminuje wymienione uprzednio niekorzystne zjawiska, należy pamiętać, iż o procesie spalania w silniku o ZS decyduje jeszcze szereg innych czynników konstrukcyjnych i eksploatacyjnych. Stąd prezentowane w dalszej części rozważań wyniki należy traktować jako wstępne, pamiętając o tym, że całe spektrum parametrów fizycznych i chemicznych paliwa oraz nastaw aparatury wtryskowej ma wpływ na proces spalania w silniku o ZS.

Ze względu na to, że przepalony olej roślinny jest bardzo gęsty (w temperaturze 10°C ma konsystencję stałą), konieczne było zbudowanie wysokowydajnego wymiennika ciepła między wodą z układu chłodzenia silnika a podgrzewanym paliwem.

Podgrzewanie odbywa się dwustopniowo. Wymiennik pierwszego stopnia stanowi stalowy zbiornik, wewnątrz którego jest wbudowany element grzejny (rys. 1.).



Rys. 1. Agregat prądotwórczy z widocznym pierwszym stopniem wymiennika ciepła

Do elementu grzejnego wymiennika pierwszego stopnia jest dostarczana ciecz z układu chłodzenia silnika (rys. 2.). Beczka jest wypełniona przepalonym olejem jadalnym, który wstępnie nagrzewa się od elementu grzejnego do około 40°C, przy temperaturze cieczy w układzie chłodzenia około 70°C.

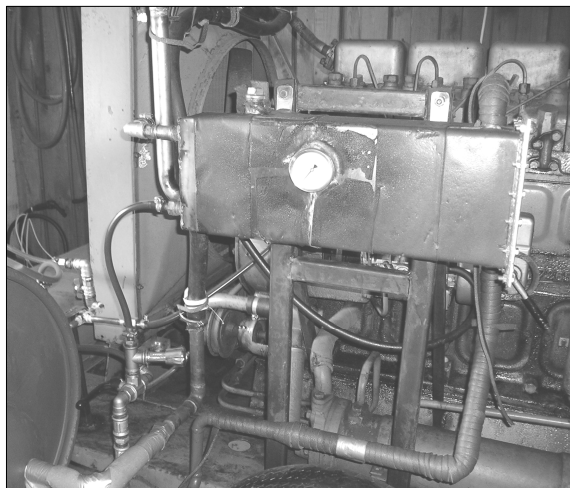


Rys. 2. Widok elementu grzejnego zabudowanego w wymienniku ciepła

Dla poprawnej pracy aparatury wtryskowej silnika olej o temperaturze 40°C jest nadal zbyt gęsty. Możliwe jest już co prawda zassanie oleju przez pompę

zasilającą, ale niemożliwe jest jego filtrowanie ze względu na blokowanie filtrów paliwa.

Rozwiązaniem tego problemu jest dalsze podgrzewanie zużytego oleju roślinnego, tak aby wzrost jego temperatury spowodował obniżenie jego lepkości. Realizacja tego zadania odbywa się w wymienniku drugiego stopnia (rys. 3.).



Rys. 3. Wymiennik drugiego stopnia

Wymiennik ten jest także wymiennikiem typu woda-olej, ale o zoptymalizowanej konstrukcji węzownicy, którą przepływa paliwo. Długość rurek węzownicy oraz ich średnica muszą być zoptymalizowane pod kątem takiego dobrania przepływu paliwa, aby z jednej strony zapewnić jego odpowiednią temperaturę, a z drugiej odpowiedni wydatek umożliwiający prawidłową pracę aparatury wtryskowej.

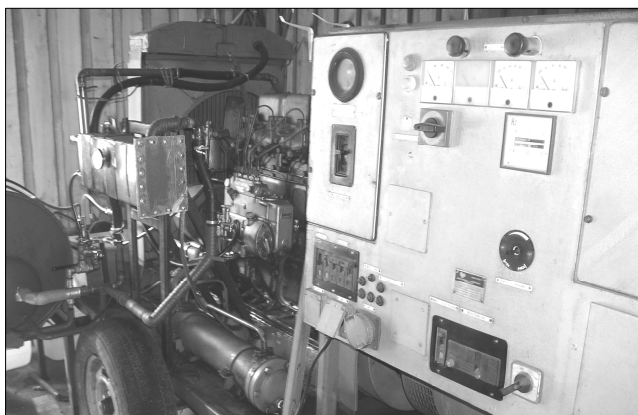
Omówiony układ zasilający współpracuje z generatorem firmy ZSE PRAHA o mocy energetycznej 40 KW. Ogólny widok generatora z zabudowanym układem podgrzewającym przedstawia rys. 4.

Jak wynika ze wstępnych badań, spalanie zużytego oleju roślinnego w silniku o ZS jest możliwe. Zadymienie podczas pracy silnika na oleju rzepakowym utrzymuje się na poziomie zbliżonym do osiąganego na oleju napędowym.

Eksploatacja agregatu prądotwórczego mierzona w tysiącach motogodzin przebiega bez żadnych problemów. Obsługa układu paliwowego, układu smarowania i układów elektrycznych agregatu jest przeprowadzana po każdych 300 godzinach pracy. Ponadto, dla celów badawczych, okresowo są demontowane wtryskiwacze oraz oceniana jest jakość rozpylania, jak również stopień pokrycia nagarem. Należy podkreślić, że aparatura paliwowa zachowuje się prawidłowo i nie wykazuje przyspieszonego zużycia. Rozruch agregatu następuje na oleju



napędowym. Po osiągnięciu przez ciecz w układzie chłodzenia temperatury około 70°C następuje przełączenie na zasilanie olejem jadalnym.



Rys. 4. Widok generatora

Warto jeszcze wspomnieć o procesie przygotowywania „paliwa”, którego konstrukcję przedstawia rys. 5. W procesie przygotowawczym podgrzany olej jest tylko filtrowany przez filtr tkaninowy i zalewany do zbiornika – podgrzewacza.



Rys. 5. Wygląd zużytego oleju roślinnego

## Dyskusja

Prezentowane wstępne wyniki badań dowodzą korzystnych czynników pro-ekologicznych i ekonomicznych. Wykorzystując, będący odpadem, posmażalnicy olej do zasilania silnika spalinowego napędzającego generator energii elektrycznej, z jednej strony w darmowy sposób utylizuje się duże ilości oleju po-

smażalniczego, a z drugiej produkuje znaczne ilości energii elektrycznej możliwej do wykorzystania we własnym zakładzie lub odsprzedawanej do krajowej sieci energetycznej.

W omawianym przypadku energia elektryczna jest wykorzystywana całkowicie w zakładzie gastronomicznym. Pracujący kilka godzin dziennie generator zasila różnego rodzaju urządzenia gastronomiczne o dużym poborze mocy, np. kotły elektryczne.

Wstępne badania prowadzone standardowym dymomierzem diagnostycznym dowodzą, że zadymienie podczas pracy na oleju rzepakowym utrzymuje się na poziomie zbliżonym do osiąganego na oleju napędowym ( $K = 2,5$ ). Także aparatura paliwowa zachowuje się prawidłowo. Odrębną kwestią jest trwałość aparatury paliwowej oraz układu TPC, o której trudno wnioskować ze względu na wąski zakres badań. Ponadto, pewną niedogodnością może być specyficzny zapach spalin, co jednak nie ma znaczenia z punktu widzenia toksyczności spalin, gdyż spaliny z biopaliwa zawierają mniejsze (w porównaniu ze spalinami ze spalania paliw węglowodorowych) ilości związków kancerogennych, takich jak chociażby bardzo silnie rakotwórcza akroleina.

## Podsumowanie

Przeprowadzone dotychczas wstępne badania dowodzą, że możliwe jest stosowanie do napędu silników spalinowych posmażalniczego oleju rzepakowego. Warunkiem koniecznym prawidłowej pracy silnika jest wyposażenie go w dwupaliwowy układ zasilania, zapewniający rozruch silnika na oleju napędowym oraz dwustopniowe podgrzanie oleju rzepakowego do odpowiedniej temperatury.

Reasumując, aspekty techniczne, ekologiczne i wstępne doświadczenia eksploatacyjne wskazują na celowość prowadzenia dalszych badań, których głównym kierunkiem powinny być zagadnienia optymalizacji nastaw aparatury wtryskowej oraz wnikliwa analiza wskaźników pracy silnika zasilanego pracowanym olejem rzepakowym.

## Bibliografia

1. Piekarski W. i inni: Rzepak z pola do baku. PWRiL, Warszawa 2004.
2. Szlachta Z.: Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi. WKiŁ, Warszawa 2002.
3. Zabłocki M., Cisek J.: Zastosowanie oleju rzepakowego do napędu silnika wysokoprężnego. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego KBN, Kraków 1994.
4. Zabłocki M., Sowa K., Sędzik M.: Analiza wpływu oleju rzepakowego na działanie aparatury wtryskowej silnika wysokoprężnego. Sprawozdanie Politechniki Krakowskiej, nr 469/IPSiSS/91, Kraków 1991.

**UTILIZATION OIL RELATED TO COMBUSTION OF WORN  
OUT VEGETABLE OIL IN SELF-IGNITION ENGINE****S u m m a r y**

The paper presents properties of rape-seed oil after frying from point of view of its use as a fuel in combustion engines. The researchers developed a concept of a two-stage system for oil preheating treatment in the aspect of Diesel engine fuel equipment requirements. The paper presents current results of tests in real operating conditions, and results of laboratory tests.

*Złożono w redakcji we wrześniu 2010 r.*