

WPŁYW OLEJU NAPĘDOWEGO NA STAN KOMPONENTÓW APARATURY WTRYSKOWEJ UKŁADU COMMON RAIL

Streszczenie

W artykule zaprezentowano jedno z możliwych rozwiązań problemów eksploatacyjnych pojazdów z silnikami o zapłonie samoczynnym na skutek pracy na paliwie o obniżonych parametrach. Problemy dotyczyły przedwczesnego uszkodzenia par precyzyjnych ich wtryskiwaczy. Silniki te dominują w przypadku pojazdów użytkowych. Charakteryzują się więc dużymi przebiegami w ciągu krótkiego czasu eksploatacji. Ten duży przebieg, stosunkowo intensywna i niestandardowa eksploatacja (samochody służbowe) powoduje, że usterki, które mogą wystąpić po kilku czy nawet kilkunastu latach eksploatacji statystycznego pojazdu, w samochodach użytkowych ze zrozumiałych względów występują dużo wcześniej. Zastosowanie zaproponowanego rozwiązania może przyczynić się na zwiększenie trwałości jednostek napędowych, a szczególnie może mieć wpływ na ekonomię przedsiębiorstwa wykorzystującego to innowacyjne rozwiązanie. W artykule zaprezentowano wyniki badania silników spalinywych z zastosowaniem dodatku do oleju napędowego Ferro⁺/ED⁺.

WSTĘP

W układach bezpośredniego wtrysku oleju napędowego, najczęstszą statystyczną przyczyną niesprawności są wtryskiwacze. Zaobserwowano niepokojące zjawisko przedwczesnego awaryjnego ich uszkodzenia. Sytuacja dotyczy również przypadków uszkodzeń nowych komponentów.

Jak wykazano w badaniach opublikowanych przez [1], najczęstszą przyczyną uszkodzeń wtryskiwaczy silników z układem wtryskowym Common Rail, były m. in.:

- a. Niewłaściwy rodzaj paliwa.
- b. Zanieczyszczone paliwo:
 - Filtry paliwa kiepskiej jakości, rozwarstwiający się materiał filtracyjny.
 - Woda w paliwie.
 - Paliwo kiepskiej jakości.

Niestety użytkownik samochodu przyjeżdżając na stację paliw, nie ma możliwości sprawdzenia jakości kupowanego paliwa. W ten sposób bardzo często dochodzi do zakupu paliwa o obniżonych parametrach, zawierającego różnego rodzaju zanieczyszczenia chemiczne (organiczne i nieorganiczne) oraz zanieczyszczenia stałe.

W artykule zaprezentowano wyniki badania paliwa handlowego oraz paliwa z dodatkiem komponentu Ferro⁺/ED⁺.

1. OPIS WYMAGAŃ. MECHANIZM USZKADZANIA PAR PRECYZYJNYCH

Oleje napędowe są źródłem energii silników o zapłonie samoczynnym. Ich głównymi składnikami są różne węglowodory destylujące w zakresie temperatur 150÷380°C. Najlepsze właściwości wykazują węglowodory nasycone nierozgałęzione, długocząsteczkowe charakteryzujące się krótkim okresem opóźnienia samozapłonu, spalające się równomiernie, co powoduje „miękką pracę silnika”. Niestety ich ujemną stroną są złe właściwości niskotemperaturowe (np. temperatura blokowania zimnego filtra czy mętnienia) utrudniająca eksploatację w warunkach zimowych. Dobre właściwości niskotemperaturowe wykazują np. nafteny, które są cennymi składnikami oleju napędowego, ale w ropie występują w niewielkiej ilości. Bardzo często polepszenie jednej właściwości

powoduje pogorszenie innej. W rezultacie **dobry olej napędowy** otrzymuje się przez odpowiednie komponowanie (czyli wymieszanie) składników otrzymywanych bezpośrednio z ropy lub z frakcji ropy po dodatkowej obróbce oraz wprowadzeniem np. dodatków uszlachetniających.

Aby olej napędowy dobrze sprawdzał się w eksploatacji, musi spełniać szereg wymagań określonych w aktualnej normie PN-EN-580. Są to polskie normy ściśle związane z normami europejskimi; obecnie obowiązuje norma PN-EN-580:2013, gdzie na końcu oznaczenia podany jest rok ogłoszenia. Normy razem z rozporządzeniem Ministra Gospodarki, mają moc obowiązującego prawa. Zmieniają się dość często, bo oprócz spełnienia coraz wyższych wymagań użytkowników muszą też spełniać wymagania środowiskowe, w tym potrzebę zwiększania udziału tzw. paliw odnawialnych. Dla oleju napędowego typowym składnikiem tego typu są estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME) otrzymywane przez przeróbkę olejów roślinnych (np. oleju rzepakowego).

Można wyróżnić podstawowe funkcje (zadania) oleju napędowego w procesie spalania. Najważniejsze funkcje i związane z nimi właściwości fizykochemiczne oleju to:

- 1) jakość rozpylania paliwa przez wtryskiwacze (lepkość, napięcie powierzchniowe);
- 2) konieczność uszczelniania i smarowania precyzyjnych par trących m.in.: pomp wtryskowych, pomp wysokiego ciśnienia oraz elementów wtryskiwaczy (lepkość, napięcie powierzchniowe);
- 3) jakość spalania i samozapłonu (liczba cetanowa, indeks cetanowy, skład frakcyjny);
- 4) jakość pracy silnika w niskich temperaturach (temperatury: blokowania zimnego filtra, mętnienia, płynięcia).

Poza właściwościami bezpośrednio związanymi z realizacją poszczególnych funkcji przez olej napędowy są też inne właściwości określone w normie, a pośrednio wpływające na realizację zadań przez olej, jak np. skłonność oleju do utleniania czyli stabilność oksydacyjna oleju. Wszystkie węglowodory i większość innych składników wchodzących w skład oleju napędowego to związki organiczne, które w obecności tlenu ulegają utlenieniu tworząc m.in. alkohole, aldehydy, ketony i kwasy organiczne. Dalsze utlenianie prowadzi do tworzenia się w nim różnego

rodzaju żywic i osadów. Szybkość utleniania podczas eksploatacji oraz magazynowania zależy od składu paliwa, intensywności kontaktu z tlenem (praktycznie: z powietrzem) oraz temperatury. Powstałe produkty utleniania mogą uszkadzać pompy paliwowe niskiego i wysokiego ciśnienia, wtryskiwacze, mogą blokować filtry paliwa, osadzać się na zaworach regulacji wysokiego ciśnienia czy też na dozownikach paliwa (np. ZME). Osadzając się na końcówkach wtryskiwaczy zaburzają proces wtrysku paliwa.

Z kolei kwaśne produkty utleniania przyczyniają się do degradowania innych elementów powodując zwiększoną korozję elementów silnika mających kontakt z tymi produktami oraz szybkie niszczenie różnego rodzaju uszczelnień.

2. STARA I NOWA METODA OCENY STABILNOŚCI OKSYDACYJNEJ

Istnieją różne metody oceny stabilności oksydacyjnej oleju napędowego próbujące pogodzić wymagania.

Stabilność oksydacyjną oleju napędowego, wg obowiązującej normy, bada się przeprowadzając, w podwyższonej temperaturze, przez próbkę oleju strumień oczyszczonego powietrza. Lotne związki (w tym kwasy organiczne), powstające w procesie utleniania oleju, przechodzą wraz z powietrzem do naczynia zawierającego wodę i zaopatrzonego w elektrodę do pomiaru przewodności właściwej. Gwałtowny wzrost przewodności właściwej (wyrażony w godzinach), spowodowany rozpuszczeniem kwasów w wodzie, jest miarą stabilności oksydacyjnej oleju. Wg normy stabilność oksydacyjna powinna wynosić przynajmniej 20 godzin; oczywiście im większa jest ta wartość, tym lepsza jest jakość badanego oleju. Opisana metoda została wprowadzona

w normie PN-EN-580:2013 wraz z ostatnią modyfikacją podwyższającą dopuszczalną zawartość FAME do 7 % i dotyczy oleju zawierającego co najmniej 2 % FAME. Warto zauważyć, że do niedawna stabilność oksydacyjną oznaczano inną metodą, w której podstawą oceny była ilość osadów (substancji nierozpuszczalnych w oleju) wytworzonych podczas utleniania próbki oleju przez określony czas; taka metoda badania dalej dotyczy olejów nie zawierających olejów roślinnych.

3. BADANIA

Producenci układów wtryskowych silników spalinowych, często w instrukcjach obsługi oraz biuletynach technicznych zabraniają stosowanie paliwa ze znacznym dodatkiem biokomponentów. Wystąpiła więc potrzeba badania jakości kupowanego oleju napędowego dostarczanego do własnych stacji paliw dużych przewoźników lub też w przypadku wykonywania przewoźów na rynkach na których zakup pewnej jakości paliwa może stanowić pewien problem. W tym celu autor zdecydował się na poszukiwania dodatków uszlachetniających, których użycie może mieć wpływ na poprawę parametrów kupowanego oleju napędowego z niepewnego źródła (zapobiegawczo). Do tego celu wybrano spośród różnych dostępnych na rynku dodatek Ferro Plus/ED Plus.

Wyniki badań wybranych parametrów fizykochemicznych handlowego oleju napędowego (zawierającego FAME) oraz tego oleju z dodatkiem Ferro Plus/ED Plus zaprezentowano w tabeli nr 1.

Tab. 1. Porównanie wybranych parametrów handlowego oleju napędowego (czystego) i oleju z dodatkiem Ferro Plus/ED Plus z wymaganiami normy PN-EN-580:2013

Lp.	Badany parametr	Wymagania wg PN-EN-580:2013	Niepewność pomiaru	Olej handlowy	Olej handlowy + Ferro Plus /ED Plus
1.	Lepkość kinematyczna w temperaturze 40°C, mm ² /s	2,000 - 4,500	±0,013	2,719	2,695
2.	Zawartość wody, % m/m	≤0,020	±0,001	0,008	0,010
3.	Skład frakcyjny, destylacja normalna				
	a) do temperatury 250°C destyluje, % v/v	<65	±2	41,1	40,5
	b) do temperatury 350°C destyluje, % v/v	>85	±2	96,3	96,3
	c) 95% v/v destyluje, °C	>360	±3	345,7	344,3
4.	Temperatura zapłonu, °C	≥55	±2	65	67
5.	Gęstość w temperaturze 15°C, kg/m ³	820,0 - 845,0	±2	833,7	834,0
6.	Korozja na płytkach miedzi	1	-	1	1
7.	Stabilność oksydacyjna, h	≥20	±0,5	20,5	22,77

Jak można zauważyć badane oleje: olej handlowy oraz olej handlowy z dodatkiem Ferro Plus/ED Plus spełniały wszystkie wymagania normy w badanych parametrach.

Otrzymane wyniki przeważnie mieściły się w niepewności pomiaru. Zmianie uległy lepkość kinematyczna oraz stabilność oksydacyjna (wyniki w tabeli pogrubione, pkt 7). Na uwagę zasługuje **zdecydowany wzrost stabilności oksydacyjnej po wprowadzeniu dodatku Ferro Plus/ED Plus**, której zalety opisano w jej metodzie oceny.

Ze względu na problem eksploatacyjny, prezentowane badania mają duże znaczenie praktyczne. Wyniki badań można zastosować w praktyce. Oznacza bowiem, że problemy prezentowane poniżej związane z tworzeniem się osadów zostaną ograniczone w znacznym stopniu.



Rys. 1. Iglica wtryskiwacza CR



Rys. 2. Stabilność oksydacyjna ON w praktyce



Rys. 3. Osady na elementach wtryskiwacza

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyniki przeprowadzonych badań jednoznacznie dowodzą, że zastosowanie dodatku Ferro Plus/ED Plus do oleju napędowego poprawia jego właściwości oksydacyjne.

Można więc stwierdzić, że dodanie do zbiorników dodatku, dla którego wykonano badania prowadzi do zmniejszenia tworzenia się w nim żywic i osadów.

Zmniejszenie ilości powstałych wyżej produktów na skutek utleniania bez wątpienia wpłynie na przedłużenie żywotności pomp paliwowych niskiego i wysokiego ciśnienia, a przede wszystkim wydłuży czas pracy wtryskiwaczy ograniczając osadzanie się na końcówkach rozpylaczy osadów przez co zmniejszy się tendencja do ich koksowania. Dzięki temu osady nie będą zaburzały procesu wtrysku paliwa.

BIBLIOGRAFIA

1. Sławomir Olszowski, Jozef Buday, Jozef Kuchta, Jan Michalik: Analyses of the causes of common rail piezoelectric and electromagnetic injectors' premature destruction in self-ignition engines. Scientific letters of the University of Zilina. Volume 15. 3/2013
2. BETiS. Sprawozdanie z badań. J_SP/LPT/62/2014
3. Jan Guzik. Ocena jakości paliw. BETiS. Radom 2014

THE IMPACT OF DIESEL FUEL ON THE CONDITION OF INJECTION SYSTEM COMMON RAIL

Abstract

The article presented one of possible solutions for exploitation problems resulting from usage of low quality fuel in vehicles with compression ignition engines. Problems referred to early breakage of precision injector clips. Those engines constitute the majority in utility vehicles and therefore they are characterized by big ratios of mileage per exploitation time. This big mileage along with relatively intensive and uncommon exploitation (company cars) results in faults occurring much earlier than in the case of statistical vehicle. Enforcing proposed solution may increase durability of drive units, and in particular it may influence the company's economy. The article contained results of study done on combustion engines using diesel oil additive Ferro+/ED+.

Autor:

dr inż. **Sławomir Olszowski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu. Wydział Transportu i Elektrotechniki. s.olszowski@ekspertyzyszkolenia.pl