

WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ EKSPLOATACYJNYCH OLEJU NAPĘDOWEGO NA SMARNOŚĆ PALIWA

KRZEMIŃSKI Artur, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska, artkrzem@prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0003-4733-7308

SZYMCZUK Paulina, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska, p.szymczuk@prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0002-3116-5241

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВНА ЙОГО МАСТИЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ

КШЕМИНЬСКИ Артур, Жешувська Політехніка, Жешув, Польща, artkrzem@prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0003-4733-7308

ШИМЧУК Пауліна, Жешувська Політехніка, Жешув, Польща, p.szymczuk@prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0002-3116-5241

EFFECT OF CONTAMINANTS IN FUEL USED IN DIESEL ENGINES ON FUEL LUBRICITY

KRZEMIŃSKI Artur, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland, artkrze@prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0003-4733-7308

SZYMCZUK Paulina, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland, p.szymczuk@prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0002-3116-5241

WSTĘP

Zadaniem układu zasilania paliwem w silnikach o zapłonie samoczynnym jest przetłaczanie odpowiedniej ilości paliwa ze zbiornika do układu wtryskowego oraz jego magazynowanie, zapewniając przy tym odpowiednie natężenie przepływu, ciśnienie oraz czystość paliwa, które jest wtryskiwane do komory spalania. Spełnienie wyżej wymienionych zadań układu zasilania zdeterminowane jest głównie przez odpowiednie właściwości fizykochemiczne olejów napędowych. Właściwości paliw stosowanych w silnikach o ZS, które wpływają na funkcjonowanie układu zasilania to:

- zawartość zanieczyszczeń,
- smarność,
- lepkość,
- gęstość,
- parametry reologiczne w niskiej temperaturze.

Podczas produkcji, transportu, dystrybucji, użytkowania czy magazynowania olejów napędowych przedostają się do nich ciekłe i stałe substancje, które negatywnie wpływają na ich właściwości eksploatacyjne. Substancje te nazywane są zanieczyszczeniami. Jednocześnie zanieczyszczenia usuwane są z paliwa poprzez filtrację, odwadnianie oraz odstawanie. Ich jakość oraz ilość jest wypadkową procesów oczyszczania i zanieczyszczania.

Niespełnienie przez oleje napędowe wymagań w zakresie smarności oraz zawartości zanieczyszczeń może w krótkim czasie przyczynić się do uszkodzenia wrażliwej na zmiany jakości paliwa aparatury wtryskowej.

Oleje napędowe przed dostarczeniem do użytkownika od producenta podlegają wielokrotnym operacjom transportu, przechowywania, przelewania, w trakcie których narażone są na zmianę swojej jakości.

Ze względu na charakter, wśród zanieczyszczeń paliw stosowanych w silnikach o ZS można wyróżnić [4]:

- cząstki pyłu,
- wodę,
- produkty korozji rurociągów i zbiorników,
- mikroorganizmy,
- substancje żywiczne.

Podczas transportu paliwo zmienia swoje właściwości wskutek zmian fizykochemicznych zachodzących w oleju napędowym oraz przedostawania się do niego substancji szkodliwych z zewnątrz. W rezultacie olej napędowy zostaje zanieczyszczony, a jego jakość pogorszona.

Wymagania dotyczące olejów napędowych zawarte w normie PN-EN 590 precyzują określany masowo dopuszczalny poziom zanieczyszczeń. Maksymalna zawartość zanieczyszczeń stałych w paliwach stosowanych w silnikach o zapłonie samoczynnym wynosi 24 mg/kg [2]. Wymieniona wartość jest ilością stałych substancji wydzielonych w trakcie filtracji określonej ilości paliwa przez nitrocelulozowy sącdek, którego wymiary porów są mniejsze od 0,8 µm.

Piąte wydanie Światowej Karty Paliw z września 2013 r. zawiera dodatkowe kryterium, określające rozmiary cząstek zanieczyszczeń stałych. Wprowadzony podział dotyczy cząsteczek o rozmiarach: powyżej 4 µm, 6 µm oraz 14 µm. Zgodnie z założeniem podziału cząsteczek na odpowiednie grupy wymiarów czystość oleju napędowego określa się trzema liczbami. Odpowiadają one kolejno liczbom cząsteczek zawierających się w wyżej wymienionych przedziałach wielkości. Za oleje napędowe spełniające wymagania Światowej Karty Paliw uznaje się paliwa, które w trakcie badania uzyska co najwyżej kod 18/16/13 [5, 7].

Ze względu na możliwość rozwoju mikroorganizmów, blokowanie filtrów czy intensyfikację procesu korozji elektrochemicznej zakłada się, że woda w oleju napędowym nie powinna występować pod postacią odrębnej fazy. Dopuszczalna przez normy zawartość wody w olejach napędowych to 200 mg/kg [2].

Emisja związków siarki do atmosfery powoduje wzrost stężenia innych składników toksycznych w spalinach pojazdów z silnikami o zapłonie samoczynnym. Siarka poprawia smarność oleju napędowego, ale ze względu na ochronę środowiska, jej zawartość jest systematycznie obniżana. Obowiązujące obecnie normy dotyczące tych paliw dopuszczają zawartość siarki do 10 mg/kg [2].

Zawartość zanieczyszczeń może zostać zdefiniowana jako objętościowy (v/v) lub masowy (m/m) udział zanieczyszczeń znajdujących się w jednostce objętości lub masy badanej cieczy.

Znanych jest wiele metod służących do określania zawartości różnych rodzajów zanieczyszczeń, od najprostszych – wizualnych, przez testy ilościowe i jakościowe, po badania chemiczne.

Głównym celem badań przedstawionych w niniejszym artykule było sprawdzenie wpływu zanieczyszczeń na właściwości smarne oleju napędowego.

METODYKA BADAŃ

Badaniom poddano cztery próbki paliw. Próbką bazową był olej napędowy (ON). Pozostałe próbki zostały poddane przyspieszonej procedurze zanieczyszczania.

Zanieczyszczenia wykorzystane w trakcie badań to:

- woda,
- benzyna,
- cząstki stałe w postaci proszku ściernego składającego się z ziaren węgla krzemowego SiC (95 – 98%) oraz domieszek Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, SiO₂, MnO₂, o granulacji 4,5µm ±1%.

Tabela 1 – Udział objętościowy poszczególnych zanieczyszczeń w badanych próbkach

Table 1 – Volume fraction of each pollutant in the samples tested

Oznaczenie próbki	Udział objętościowy w %		
	Woda	Benzyna silnikowa	Cząstki stałe
ON			
ON+BS	0	2	0
ON+PPM	0	0	2
ON+H ₂ O	2	0	0

Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu uniwersalnego aparatu czterokulowego T-02U (rysunek 1). Stanowisko pomiarowe wyposażone było w komputer połączony z czujnikami zainstalowanymi w aparacie czterokulowym. Charakterystyczną cechą aparatu czterokulowego jest punktowy styk elementów węzła tarcia oraz ruch ślizgowy, jaki jest w nim realizowany. Na wspomniany węzeł tarcia składają się cztery kulki o średnicy ½" wykonane ze stali łożyskowej. Trzy kulki unieruchomione są w dolnym uchwycie i są zanurzone w badanym paliwie. Czwarta kulka mocowana jest we wrzecionie obracającym się z zadaną prędkością. Kulki umieszczone w dolnym uchwycie dociskane są do pojedynczej górnej kulki za pomocą układu mechanicznego [1, 3, 6]. Obciążenie zadane może być zmieniane skokowo lub w sposób ciągły. Do badań wykorzystujących skokowe zmiany obciążenia przy każdym biegu testowego wymagane jest

zastosowanie nowego zestawu kulek, natomiast w przypadku badań z obciążeniem zadawanym ciągle pozwalają na użycie tylko jednego zestawu dla całej próby.



Rysunek 1 – Aparat czterokulowy
Figure 1 – Four-ball tester

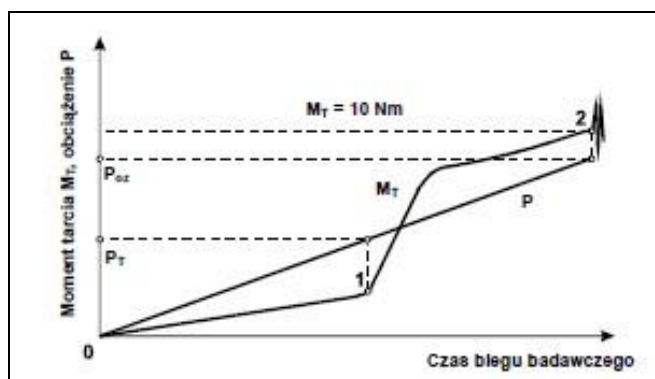
Badania przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania dołączonego do aparatu, umożliwiającego wybór metody realizacji pomiarów. W trakcie badań wybrano procedurę pozwalającą na oznaczenie obciążenia zacierającego P_T wg PN-76/C-04147 i granicznego nacisku zatarcia P_{oz} wg metody ITeE-PIB.

Przed przystąpieniem do każdej próby przygotowano elementy składające się na węzeł tarcia (zestaw czterech kulek łożyskowych o średnicy $\frac{1}{2}$ ", pierścień dociskowy, miseczek) poprzez oczyszczenie ich za pomocą toluenu.

Po przygotowaniu próbki do danego biegu badawczego oraz złożeniu węzła tarcia wykonano bieg testowy w celu weryfikacji połączenia przetworników pomiarowych z komputerem oraz ręcznego wyzerowania obciążenia węzła tarcia. Wykonywanie testu oraz ręczne zerowanie obciążenia węzła tarcia powtarzane było dla każdej próbki przed rozpoczęciem właściwego badania.

Kolejnym etapem było uruchomienie biegu badawczego trwającego 18 s. W tym celu wykorzystano program sterujący pracą urządzenia. Siła obciążająca węzeł tarcia narastała liniowo. Automatyczne narastanie obciążenia węzła przerywane było przez program w chwili osiągnięcia wartości momentu tarcia 10 Nm.

Sposób wyznaczania obciążenia zacierającego oraz granicznego obciążenia zatarcia przyjęty w metodzie wykorzystanej w czasie badań przedstawiono na rysunku 2. Obciążenie P w punkcie 1, w którym wartość momentu tarcia zaczyna gwałtownie narastać nazywane jest obciążeniem zacierającym i oznaczone zostało jako P_T . Punkt 2 odpowiada zatarciu węzła – w tym punkcie następuje przekroczenie granicznej wartości momentu tarcia $M_T=10$ Nm. Obciążenie P odpowiadające punktowi 2 nazywane jest granicznym obciążeniem zatarcia P_{oz} .



Rysunek 2 – Sposób wyznaczania obciążenia zacierającego P_T oraz granicznego obciążenia zatarcia P_{oz} :

1 - punkt odpowiadający inicjacji zacierania, 2 - punkt odpowiadający zatarciu

Figure 2 – Method for determining the mashing load P_T and the limiting seizure load P_{oz} :

1 - point corresponding to the initiation of mashing, 2 - points corresponding to seizure

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Na podstawie uzyskanych w trakcie badań odczytów czujników pomiarowych sporządzono wykresy obrazujące czasowe przebiegi momentu tarcia M_T , współczynnika tarcia μ oraz siły obciążającej węzeł tarcia P .

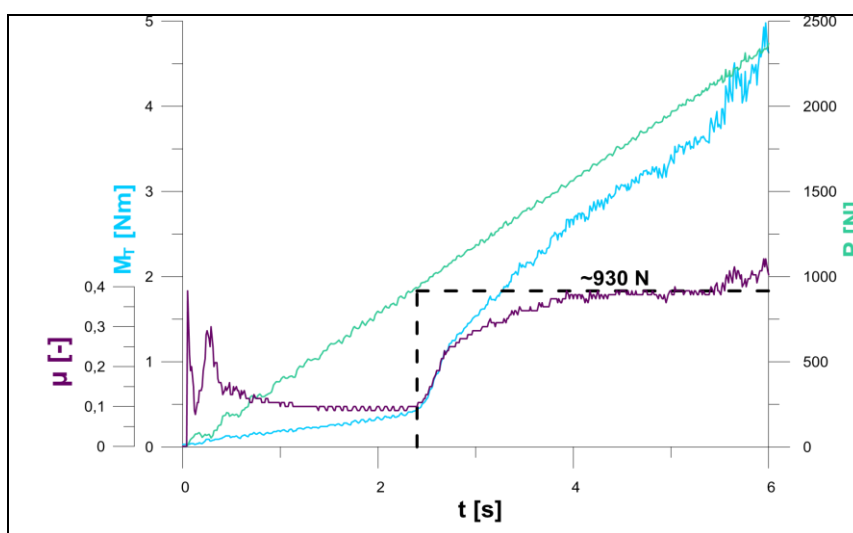
W trakcie badania bazowej próbki niezanieczyszczonego oleju napędowego uzyskano wartość siły obciążenia zacierającego P_{oz} na poziomie 930 N. Zatarcie wystąpiło po 2 s badania.

Próbka będąca mieszaniną oleju napędowego oraz benzyny wykazała się niewielkim spadkiem siły P_{oz} w porównaniu z próbką bazową. Różnica wyniosła 3%. Czas, po którym zaobserwowano zatarcie był zbliżony do czasu uzyskanego w trakcie badania próbki bazowej.

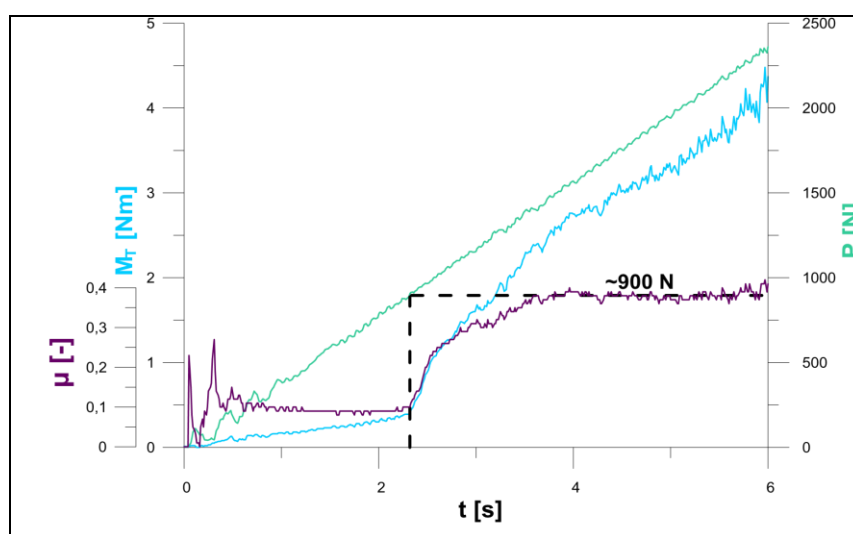
W trakcie badania próbki oleju napędowego zanieczyszczonego cząstkami stałymi proszku ściernego odnotowano drastyczny spadek siły obciążenia zacierającego aż o 97% w stosunku do wyniku uzyskanego dla próbki bazowej. Zatarcie w tym przypadku nastąpiło tuż po rozpoczęciu testu, poniżej 0,5 s.

Badanie mieszaniny ON i wody wykazało spadek siły obciążenia zacierającego o 15% w porównaniu z wynikiem badania czystego oleju napędowego. Czas, po którym wystąpiło zatarcie był zbliżony do pierwszej próby i wyniósł również 2 s.

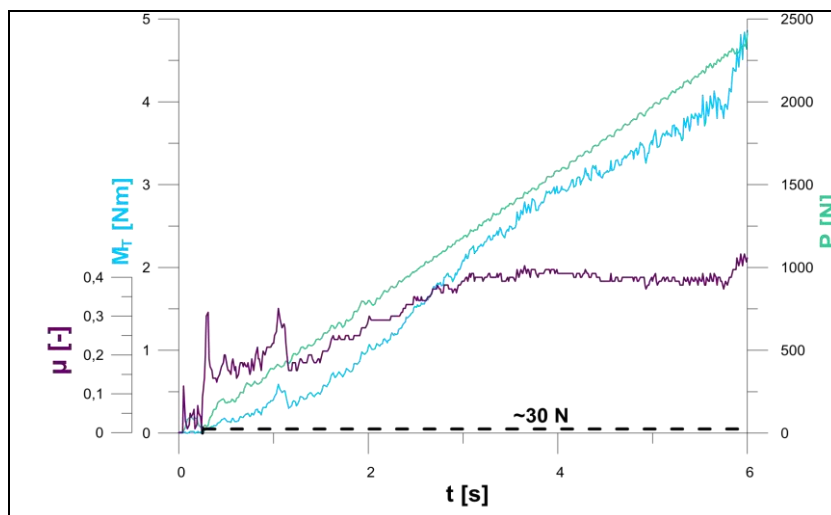
Jak można zauważyć poszczególne zanieczyszczenia miały odmienny wpływ na właściwości smarne obu badanych paliw.



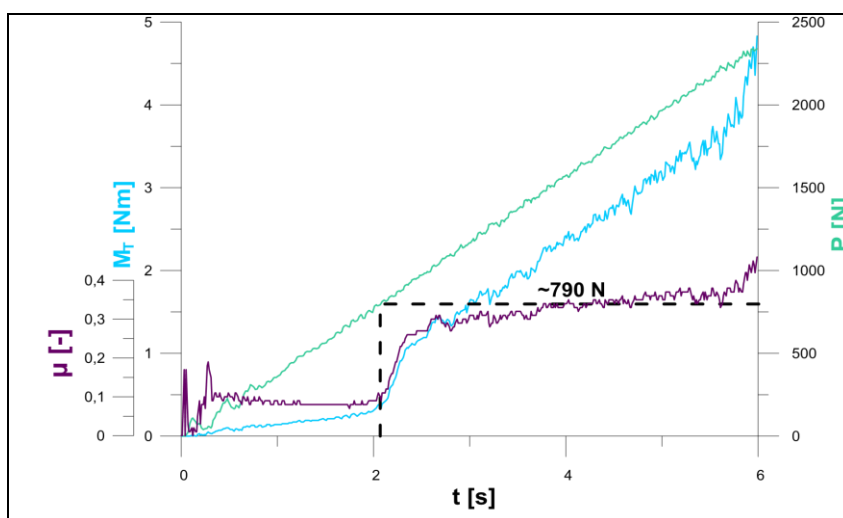
Rysunek 3 – Wyniki dla bazowej próbki oleju napędowego
Figure 3 – Results for the basic diesel fuel sample



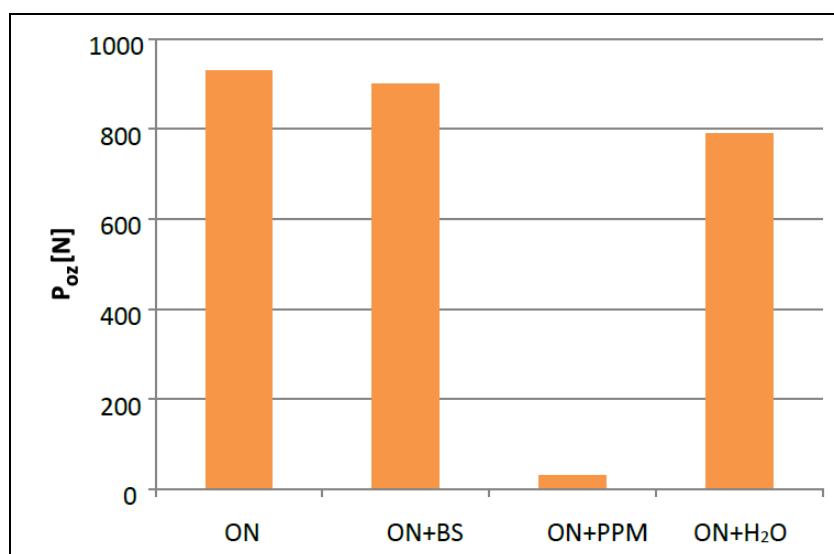
Rysunek 4 – Wyniki dla mieszaniny oleju napędowego i benzyny
Figure 4 – Results for the mixture of diesel fuel and gasoline sample



Rysunek 5 – Wyniki dla mieszanki oleju napędowego i cząstek stałych
 Figure 5 – Results for the mixture of diesel fuel and particulates sample



Rysunek 6 – Wyniki dla mieszanki oleju napędowego i wody
 Figure 6 – Results for the mixture of diesel fuel and water sample



Rysunek 7 – Zestawienie wartości siły obciążenia zacierającego P_{oz} dla badanych próbek bazowego ON oraz ON zawierających poszczególne zanieczyszczenia (BS – benzyna silnikowa, PPM – cząstki stałe)
 Figure 7 – Comparison of mashing force values P_{oz} for tested samples of base ON and ON containing particular impurities (BS – gasoline, PPM – particulates)

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwalają zauważyć różnice pomiędzy właściwościami smarnymi paliwa zawierającego poszczególne zanieczyszczenia. Wyraźny spadek siły zacierającej w przypadku próbki zawierającej zanieczyszczenie w postaci proszku ściernego obrazuje zagrożenia mogące wystąpić także w trakcie użytkowania zanieczyszczonego paliwa w postaci np. zużycia ściernego elementów aparatury wtryskowej, co może się wiązać z dużymi kosztami naprawy. Obecność wody w paliwie ma niewielki wpływ na jego właściwości smarne, jednak należy mieć na uwadze możliwość wystąpienia zjawiska korozji na elementach układu wtryskowego czy blokowania filtrów przez kryształki lodu w temperaturze poniżej 0°C. Dodatek benzyny nieznacznie obniżył wartość siły obciążenia zacierającego węzeł tarcia. Mogło być to spowodowane częściowym odparowaniem tego składnika, co w rezultacie obniżyło jego udział w paliwie bazowym.

Reasumując, badania smarności za pomocą aparatu czterokulowego pozwalają na uzyskanie wyników do analizy porównawczej różnych próbek. Aparat czterokulowy wykazuje szerokie możliwości badawcze w zakresie tribologii. Jest zatem urządzeniem przydatnym ze względu na swoją uniwersalność. Uzyskane wyniki badań potwierdzają zasadność wykorzystania tego typu aparatury do badań właściwości smarnych paliw, ponieważ wyraźnie obrazują różnice pomiędzy badanymi próbkami. Na ich podstawie można dokonać porównania wpływu różnych rodzajów zanieczyszczeń na wartość siły obciążenia zacierającego. Możliwe jest również porównanie właściwości różnych paliw bez konieczności stosowania bardziej skomplikowanych metod badawczych, co w przypadku wielu badań jest wystarczającym wynikiem służącym do oceny jakości badanych substancji oraz możliwości ich zastosowania.

LITERATURA

1. PN-76/C-04147 Przetwory naftowe. Badanie własności smarnych olejów i smarów.
2. PN-EN 590:2009 Paliwa do pojazdów samochodowych. Oleje napędowe. Wymagania i metody badan.
3. PN-EN ISO 20623:2010 Przetwory naftowe i produkty podobne. Oznaczanie właściwości przeciwwzartarciowych i przeciwwżyciowych cieczy. Metoda czterokulowa (warunki europejskie).
4. Baczewski K., Kałdoński T. (2004): Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004
5. Jakóbiec J., Stanik W., Mazanek A. (2004): Olej napędowy według Światowej Karty Paliw -wydanie piąte wrzesień 2013 r., AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Instytut Nafty i Gazu, Kraków 2004.
6. Michalczewski R., Szczerek M., Tuszyński W., Wulczyński J. (2009): Aparat czterokulowy do badania właściwości przeciwwżyciowych, przeciwwzartarciowych i powierzchniowej trwałości zmęczeniowej z możliwością podgrzewania środka smarowego, Tribologia 2009
7. Worldwide Fuel Charter Fifth Edition, 2013

STRESZCZENIE

KRZEMIŃSKI A. Wpływ zanieczyszczeń eksploatacyjnych oleju napędowego na smarność paliwa. / A. KRZEMIŃSKI, P. SZYMCZUK // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2021. – № 3 (50).

W artykule omówiono zanieczyszczenia paliw stosowanych w silnikach o zapłonie samoczynnym oraz ich znaczenie dla smarności paliwa. Badaniom smarności z wykorzystaniem aparatu czterokulowego poddano cztery próbki oleju napędowego. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano analizy wartości siły obciążenia zacierającego w zależności od rodzaju zanieczyszczenia.

Po porównaniu uzyskanych wyników można stwierdzić, że wszystkie zastosowane zanieczyszczenia miały wpływ na siłę obciążenia zacierającego. Zróżnicowane wyniki świadczą o różnym stopniu oddziaływania poszczególnych zanieczyszczeń na smarność oleju napędowego.

РЕФЕРАТ

Кшемінські А. Вплив забруднення дизельного палива його мастильні властивості / А. Кшемінські, П. Шимчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник – К.: НТУ, 2021. – Вип. 3 (50).

Під час виробництва, транспортування, розподілу, використання або зберігання дизельного палива в нього потрапляють рідкі та тверді речовини, що негативно впливає на їх експлуатаційні властивості. Ці речовини називаються забруднювачами. У той же час домішки видаляються з палива

фільтруванням, зневодненням і відстоюванням. Їх загальна кількість є результатом процесу очищення.

Виконання, вищезазначених, завдань паливної системи визначається головним чином відповідними фізико-хімічними властивостями дизельного палива. Властивості палива, що впливають на функціонування паливної системи, є наступні: мастильність, в'язкість, щільність, реологічні показники при низькій температурі.

Невиконання вимог щодо мастила та вмісту домішок у дизельному паливі може швидко пошкодити інжекторне обладнання, чутливе до зміни якості палива.

За природою, до забруднювачів дизельного палива можна віднести: частинки пилу, воду, продукти корозії трубопроводів і резервуарів, мікроорганізми, смолисті речовини.

Вимоги до дизельних масел, що містяться у стандарті PN-EN 590, визначають допустимий рівень забруднення. Максимальний вміст твердих забруднювачів, для дизелів, становить 24 мг/кг. Дане значення - це кількість твердих речовин, що виділяються під час фільтрації заданої кількості палива через нітроцелюлозний фільтр, розміри пор якого менше 0,8 мкм. П'яте видання Всесвітньої хартії палива від вересня 2013 року містить додатковий критерій, що визначає розмір частинок твердих забруднювачів. Введений поділ стосується частинок розмірами понад 4 мкм, 6 мкм і 14 мкм. Згідно з припущенням про поділ молекул на відповідні групи розмірів, чистота дизельного палива визначається трьома числами. Вони, в свою чергу, відповідають кількості молекул, що містяться у вищезазначених діапазонах розмірів.

Через можливість росту мікробів, блокування фільтру або посилення процесу електрохімічної корозії передбачається, що вода в дизельному паливі не повинна бути у вигляді окремої фази. Допустимий вміст води в дизельному паливі становить 200 мг/кг. Викид сполук сірки в атмосферу збільшує концентрацію інших токсичних компонентів у відпрацьованих газах транспортних засобів із двигунами із запаленням на стиск. Сірка покращує мастильність дизельного палива, але завдяки захисту навколишнього середовища його вміст систематично зменшується. Сучасні стандарти на ці види палива дозволяють вміст сірки до 10 мг/кг. Вміст домішок можна визначити як об'ємну (об/об) або масову (м/м) частку домішок, що містяться в одиниці об'єму або масі досліджуваної рідини. Існує багато методів визначення вмісту різних видів домішок, від найпростіших - візуальних, через кількісні та якісні випробування, до хімічних випробувань.

Було випробувано чотири зразки дизельного палива. Базовим зразком було дизельне паливо (ON). Решта зразків пройшли прискорену процедуру забруднення. Забруднювачами, використаними під час дослідження, були: вода, бензин, тверді порошкові абразивні речовини, що складаються з зерен карбиду кремнію SiC (95 - 98%) та домішок Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, SiO₂, MnO₂, грануляція 4,5 мкм ± 1%.

Під час випробування базової проби незабрудненого дизельного палива було отримано значення сили захоплюючого навантаження P_{02} на рівні 930 Н. Захоплення відбулося через 2 с випробування. Зразок, який представляв собою суміш дизельного палива та бензину, продемонстрував незначне зменшення сили P_{02} порівняно з базовою пробєю. Різниця становила 3%. Час, через який спостерігався захоплення, був подібним до часу, отриманого під час випробування базової проби. Під час дослідження зразка дизельного палива, забрудненого твердими частинками абразивного порошку, було відзначено різке зменшення сили захоплення на цілих 97% відносно результату, отриманого для базового зразка, а початок захоплення – менше 0,5 с. Випробування суміші дизельного палива та води показало зменшення сили захоплення на 15% , а час – також становив 2 с.

Після порівняння отриманих результатів можна зробити висновок, що всі використані домішки впливали на силу захоплюючого навантаження. Різноманітні результати вказують на різний ступінь впливу певних забруднювачів на мастильність дизельного масла.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, ЗАБРУДНИКИ, МАСТИЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЧАС ЗАХОПЛЕННЯ, СИЛА ЗАХОПЛЕННЯ.

ABSTRACT

Krzemiński A., Szymczuk P. Effect of contaminatants in fuel used in diesel engines on fuel lubricity. Visnyk of National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. –

Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 3 (50).

During the production, transportation, distribution, use or storage of diesel fuel, liquid and solid substances get into it, negatively affecting their operational properties. These substances are called pollutants. At the same time, impurities are removed from the fuel by filtration, dehydration and settling. The total amount is the result of the cleaning process.

The performance of the aforementioned tasks of the fuel system is mainly determined by the corresponding physicochemical properties of the diesel fuel. The properties of the fuel that affect the functioning of the fuel system are as follows: masticity, viscosity, density, rheological indicators at low temperatures.

Failure to comply with the requirements for oil and the content of impurities in diesel fuel can quickly damage injection equipment, which is sensitive to changes in fuel quality.

By nature, contaminants of diesel fuel include: dust particles, water, corrosion products of pipelines and tanks, microorganisms, resinous substances.

The requirements for diesel oils contained in the PN-EN 590 standard determine the permissible contamination level. The maximum content of solid pollutants for diesel engines is 24 mg / kg. This value is the amount of solids released when filtering a given amount of fuel through a nitrocellulose filter, the pore size of which is less than 0.8 microns. The fifth edition of the World Fuel Charter, September 2013, contains an additional criterion for the particle size of particulate pollutants. A section introduced concerns particles larger than 4 μm , 6 μm and 14 μm . According to the assumption of the division of molecules into corresponding groups of sizes, the purity of diesel fuel is determined by three numbers. These, in turn, correspond to the number of molecules contained in the above size ranges.

Due to the possibility of microbial growth, filter blocking or increased galvanic corrosion, it is assumed that the water in diesel fuel should not be in a separate phase. The permitted water content in diesel fuel is 200 mg / kg. The release of sulfur compounds into the atmosphere increases the concentration of other toxic components in the exhaust gases of vehicles with compression inflammation engines. Sulfur improves the masticability of diesel fuel, but due to environmental protection, its content is systematically reduced. Modern standards for these fuels allow sulfur content up to 10 mg / kg. The content of impurities can be defined as the volume (v / v) or mass (w / m) fraction of impurities contained in a unit volume or mass of the test liquid. There are many methods for determining the content of various types of impurities, from the simplest - visual, through quantitative and qualitative tests, to chemical tests.

Four samples of diesel fuel were tested. Diesel (ON) was the baseline. The rest of the samples underwent an accelerated contamination procedure. The pollutants used in the study were: water, gasoline, solid powder abrasive substances consisting of silicon carbide grains SiC (95 - 98%) and impurities Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, SiO₂, MnO₂, granulation 4.5 $\mu\text{m} \pm 1\%$.

In a baseline test of unstained diesel fuel, a capture force Poz of 930 N was obtained. Capture occurred after 2 s of the test. The sample, a mixture of diesel and gasoline, showed a slight decrease in Poz strength compared to baseline breakdown. The difference was 3%. The time over which the entrainment was observed was similar to the time taken for the baseline sample. During the examination of a diesel fuel sample contaminated with solid particles of abrasive powder, there was a sharp decrease in the gripping force by as much as 97% relative to the result obtained for the base sample, and the beginning of gripping was less than 0.5 s. Tests with a mixture of diesel fuel and water showed a 15% decrease in gripping force, and the time was also 2 s.

After comparing the results obtained, it can be concluded that all the impurities used influenced the force of the gripping load. Different results indicate different degrees of influence of certain pollutants on the makability of diesel oil.

KEY WORDS: DIESEL, POLLUTANTS, LUBRICANT PROPERTIES, GRIP, GRIP STRENGTH.

РЕФЕРАТ

Кшеминьски А. Влияние загрязнения дизельного топлива его смазочные свойства / А. Кшеминьски, П. Шимчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 3 (50).

При производстве, транспортировке, распределению, использования или хранения дизельного топлива в него попадают жидкие и твердые вещества, негативно влияет на их эксплуатационные

свойства. Эти вещества называются загрязнителями. В то же время примеси удаляются из топлива фильтрацией, обезвоживанием и отстаиванием. Их общее количество является результатом процесса очистки.

Исполнение, вышеупомянутых, задач топливной системы определяется главным образом соответствующими физико-химическими свойствами дизельного топлива. Свойства топлива, влияющие на функционирование топливной системы, являются следующие: мастильность, вязкость, плотность, реологические показатели при низкой температуре.

Невыполнение требований по масла и содержания примесей в дизельном топливе может быстро повредить инжекторное оборудование, чувствительное к изменению качества топлива.

По природе, к загрязнителям дизельного топлива можно отнести: частицы пыли, воду, продукты коррозии трубопроводов и резервуаров, микроорганизмы, смолистые вещества.

Требования к дизельным маслам, содержащимся в стандарте PN-EN 590, определяют допустимый уровень загрязнения. Максимальное содержание твердых загрязнителей, для дизелей составляет 24 мг / кг. Данное значение - это количество твердых веществ, выделяющихся при фильтрации заданного количества топлива через нитроцеллюлозный фильтр, размеры пор которого менее 0,8 мкм. Пятое издание Всемирной хартии топлива от сентября 2013 содержит дополнительный критерий, определяющий размер частиц твердых загрязнителей. Введен раздел касается частиц размерами более 4 мкм, 6 мкм и 14 мкм. Согласно предположению о разделе молекул на соответствующие группы размеров, чистота дизельного топлива определяется тремя числами. Они, в свою очередь, соответствуют количеству молекул, содержащихся в вышеуказанных диапазонах размеров.

Из-за возможности роста микробов, блокировки фильтра или усиление процесса электрохимической коррозии предполагается, что вода в дизельном топливе не должно быть в виде отдельной фазы. Допустимое содержание воды в дизельном топливе составляет 200 мг / кг. Выброс соединений серы в атмосферу увеличивает концентрацию других токсичных компонентов в отработавших газах транспортных средств с двигателями с воспалением на сжатие. Сера улучшает мастильность дизельного топлива, но благодаря защите окружающей среды его содержание систематически уменьшается. Современные стандарты на эти виды топлива позволяют содержание серы до 10 мг / кг. Содержание примесей можно определить как объемную (об / об) или массовую (м / м) долю примесей, содержащихся в единице объема или массе исследуемой жидкости. Существует много методов определения содержания различных видов примесей, от самых простых - визуальных, через количественные и качественные испытания, в химических испытаний.

Было испытано четыре образца дизельного топлива. Базовым образцом было дизельное топливо (ON). Остальные образцы прошли ускоренную процедуру загрязнения. Загрязнителями, использованными в ходе исследования, были: вода, бензин, твердые порошковые абразивные вещества, состоящие из зерен карбида кремния SiC (95 - 98%) и примесей Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, SiO₂, MnO₂, грануляции 4,5 мкм ± 1 %.

Во время испытания базовой пробы незапачканного дизельного топлива было получено значение силы захватывающего нагрузки P_{02} на уровне 930 Н. Захват произошел через 2 с испытания. Образец представлял собой смесь дизельного топлива и бензина, продемонстрировал незначительное уменьшение силы P_{02} сравнению с базовой пробой. Разница составила 3%. Время, через которое наблюдалось увлечение, был подобен времени, полученного при испытании базовой пробы. Во время исследования образца дизельного топлива, загрязненного твердыми частицами абразивного порошка, было отмечено резкое уменьшение силы захвата на целых 97% относительно результата, полученного для базового образца, а начало захвата - менее 0,5 с. Испытания смеси дизельного топлива и воды показало уменьшение силы захвата на 15%, а время - также составлял 2 с.

После сравнения полученных результатов можно сделать вывод, что все использованные примеси влияли на силу захватывающего нагрузки. Различные результаты указывают на разную степень влияния определенных загрязнителей на мастильность дизельного масла.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА, ЗАГРЯЗНИТЕЛИ, СМАЗОЧНЫЕ СВОЙСТВА, ЗАХВАТЕ, СИЛА ЗАХВАТА.

AUTORZY:

KRZEMIŃSKI Artur, Politechnika Rzeszowska, Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu, e-mail: artkrzem@prz.edu.pl, tel.: +48 17 865 2550, 35-959, Rzeszów, Polska, Al. Powstańców Warszawy 12, orcid.org/0000-0003-4733-7308.

SZYMCZUK Paulina, Politechnika Rzeszowska, Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu, e-mail: p.szymczuk@prz.edu.pl, tel.: +48 17 865 2550, 35-959, Rzeszów, Polska, Al. Powstańców Warszawy 12, orcid.org/0000-0002-3116-5241.

АВТОРИ:

КРЕМІЙСЬКИЙ Артур, Жешувська Політехніка, кафедра автомобільного транспорту та транспортної інженерії, e-mail: artkrzem@prz.edu.pl, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща, бульвар Повстанців Варшави 12, orcid.org/0000-0003-4733-7308.

SZYMCZUK Пауліна, Жешувська Політехніка, кафедра автомобільного транспорту та транспортної інженерії, e-mail: p.szymczuk@prz.edu.pl, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща, бульвар Повстанців Варшави 12, orcid.org/0000-0002-3116-5241.

AUTHORS:

KRZEMIŃSKI Artur, Rzeszów University of Technology, Department of Automotive Vehicles and Transport Engineering, e-mail: artkrzem@prz.edu.pl, tel.: +48 17 865 2550, 35-959, Rzeszow, Poland, Av. Powstancow Warszawy 12, orcid.org/0000-0003-4733-7308.

SZYMCZUK Paulina, Rzeszów University of Technology, Department of Automotive Vehicles and Transport Engineering, e-mail: p.szymczuk@prz.edu.pl, tel.: +48 17 865 2550, 35-959, Rzeszow, Poland, Av. Powstancow Warszawy 12, orcid.org/0000-0002-3116-5241.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Балавендер Кшиштоф, кандидат технічних наук, доцент, Жешувська політехніка, доцент кафедри автомобільного транспорту та транспортного машинобудування, Жешув, Польща.

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту і матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Balawender Krzysztof, PhD in Technical Sciences, associate professor, Rzeszow University of Technology, associate professor of the motor vehicles and transport engineering department, Rzeszow, Poland.

Posviatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, professor of the production, repair and materials science department, Kyiv, Ukraine.