

WPLYW DODATKU BENZYNY NA WLAŚCIWOŚCI SMARNE OLEJU NAPĘDOWEGO

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
JAWORSKI Artur, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ВПЛИВ ДОДАВАННЯ БЕНЗИНУ НА ЗМАЩУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

КУШЕВСЬКІ Губерт, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЯВОРСЬКІ Артур, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
УСТШИЦЬКІ Адам, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

STUDY OF LUBRICATING PROPERTIES OF DIESEL FUEL WITH THE ADDITION OF GASOLINE

KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland.,
JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

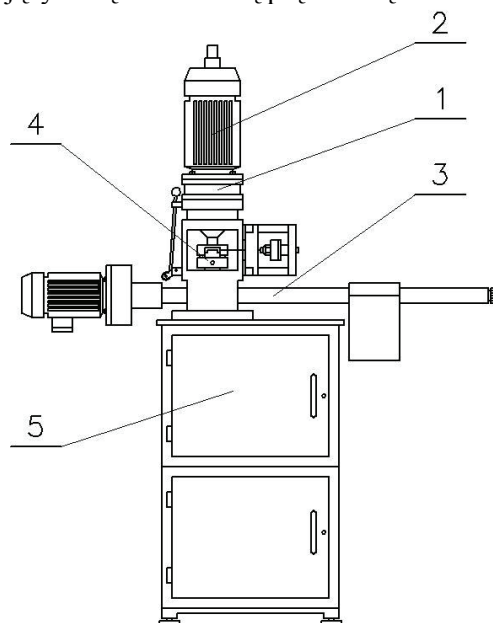
Wstęp. Rozwój silników o zapłonie samoczynnym z systemem bezpośredniego wtrysku paliwa determinowany jest przede wszystkim uwarunkowaniami ekologicznymi. Coraz większa uwaga przywiązywana jest jednocześnie do jakości paliw, którymi zasilany jest silnik. Istotnym czynnikiem determinującym toksyczność spalin emitowanych przez silniki o zapłonie samoczynnym jest skład chemiczny i właściwości fizyczne oleju napędowego (ON) [1,6,8]. Wszelkie zanieczyszczenia oleju napędowego, w tym paliwa innego rodzaju, powodują zmianę parametrów paliwa i przez to mogą zakłócać przebieg tworzenia mieszaniny palnej oraz procesu spalania, a tym samym przyczyniać się do wzrostu emisji toksycznych składników spalin. Do głównych zanieczyszczeń wewnętrznych ON zalicza się substancje asfaltowo-żywiczne oraz siarkę i jej związki [1].

Zanieczyszczenia zewnętrzne generowane są natomiast na etapie produkcyjnym i wynikają np. z jakości surowca oraz instalacji. W tej grupie zanieczyszczeń znajdują się również te o charakterze dystrybucyjnym, które przedostają się do paliwa z atmosfery, wewnętrznych powierzchni zbiorników magazynowych, środków transportu (cystem, rurociągów). Część tego typu zanieczyszczeń przedostaje się do ON w czasie przechowywania, transportu i dystrybucji od producenta do użytkownika [2].

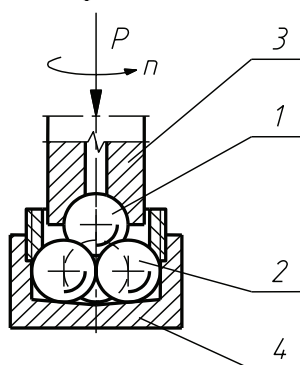
Jednym z zanieczyszczeń ON może być benzyna silnikowa (BS), która może dostać się do oleju napędowego w wyniku niewłaściwie prowadzonego procesu dystrybucji paliwa. Benzyna silnikowa jest również często dodawana świadomie do oleju napędowego przez użytkowników pojazdów, w celu poprawy jego właściwości niskotemperaturowych. Takie działanie jest podejmowane np. wówczas, gdy istnieje obawa, że ON utraci płynność w niskich temperaturach i zwykle jest związane z posiadaniem paliwa o charakterze przejściowym lub letnim. Dodatek BS do ON może spowodować wówczas obniżenie temperatury zablokowania zimnego filtra (TZZF). Przykładowo, dodatek 20 % (v/v) BS do paliwa letniego o TZZF = 0 ÷ -2 °C czy przejściowego o TZZF = -12 °C, powoduje obniżenie TZZF o 5 °C, ale już w przypadku ON zimowego o TZZF = -21 °C, ten spadek to już tylko 3 °C [1]. Dodatek BS do ON nie należy zatem do skutecznych sposobów poprawy parametrów niskotemperaturowych. W przypadku dodawania benzyny do ON należy się natomiast liczyć z istotnym pogorszeniem właściwości samozapłonowych i smarnościowych tak przygotowanego paliwa [1,2].

Celem badań zamieszczonych w niniejszym artykule jest określenie na ile określone udziały objętościowe benzyny silnikowej w oleju napędowym wpływają na właściwości smarne tak przygotowanego paliwa. Jako kryterium smarności przyjęto siłę obciążenia zacierającego węzeł tarcia. Badania zostały wykonane z wykorzystaniem aparatu czterokulowego umożliwiającego zadawanie ciągłego narastania siły obciążenia węgla tarcia.

Stanowisko badawcze i metodyka badań. Do badań smerności wykorzystano, aparat czterokulowy T-02U, w którego skład wchodzi maszyna badawcza oraz system pomiarowo-sterujący. Mechaniczna część aparatu (maszyna badawcza) zbudowana jest z korpusu, zespołu napędowego, zespołu obciążającego węzeł tarcia, zespołu mocującego kulki oraz podstawy (rys.1). Na rys. 2 przedstawiono węzeł tarcia, na który składają się trzy unieruchomione w uchwycie kulki dolne dociskane z odpowiednią siłą do górnej kulki zamocowanej we wrzecionie obracającym się z określoną prędkością.



Rys. 1. Aparat czterokulowy T-02U [3], 1-korpus, 2-zespół napędowy, 3-zespół obciążający węzeł tarcia, 4-zespół mocujący kulki, 5-podstawa



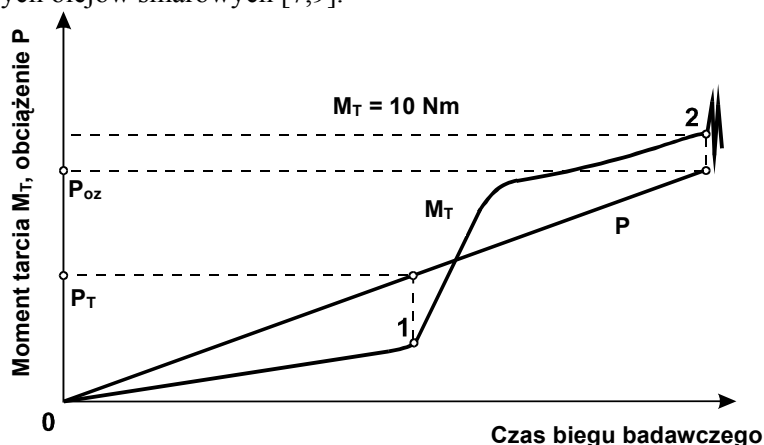
Rys. 2. Węzeł tarcia aparatu czterokulowego [4], 1-kulka górna, 2-kulki dolne, 3-uchwyt kulki, 4-gniazdo kulek

Elementami testowymi są znormalizowane kulki łożyskowe o średnicy nominalnej 1/2" wykonane ze stali łożyskowej ŁH15. Ich twardość wynosi $60 \div 65$ HRC. Układ mechaniczny umożliwia liniowy wzrost obciążenia węzła tarcia podczas trwania biegu badawczego. Sterowanie urządzeniem odbywa się za pomocą sterownika mikroprocesorowego, sterownika silników asynchronicznych oraz komputera ze specjalnym programem sterującym.

Badania smerności były realizowane w warunkach ciągłego narastania obciążenia. Prędkość obrotowa wrzeciona w czasie biegu badawczego wynosiła 500 obr/min, natomiast prędkość narastania obciążenia wynosiła 409 N/s. Z uwagi na lotność benzyny silnikowej, temperaturę początkową próbki paliwa, tj. na początku biegu badawczego, ograniczono do $28 \pm 2,0$ °C. W przyjętej metodzie badań, zatarciem węzła tarcia nazywa się przekroczenie granicznej wartości momentu tarcia M_T , która wynosi 10 Nm. Wartość ta determinowana jest trwałością uchwytu górnej kulki w węźle tarcia. Podczas badań, rejestracji podlegał przebieg momentu tarcia M_T , przebieg narastającego liniowo obciążenia węzła tarcia P oraz współczynnik tarcia μ .

Na rys. 3 przedstawiono sposób wyznaczania obciążenia zacierającego oraz granicznego obciążenia zatarcia. Obciążenie P w punkcie 1, w którym wartość momentu tarcia zaczyna gwałtownie przyrastać, nazwane 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} . Przedstawiona metoda została opracowana przez Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu i jest stosowana przy ocenie właściwości smarujących olejów smarowych [7,9].



Rys. 3. Sposób wyznaczania obciążenia zacierającego P_T oraz granicznego obciążenia zatarcia P_{oz} [5]: 1-punkt odpowiadający inicjacji zacierania, 2-punkt odpowiadający zatarciu

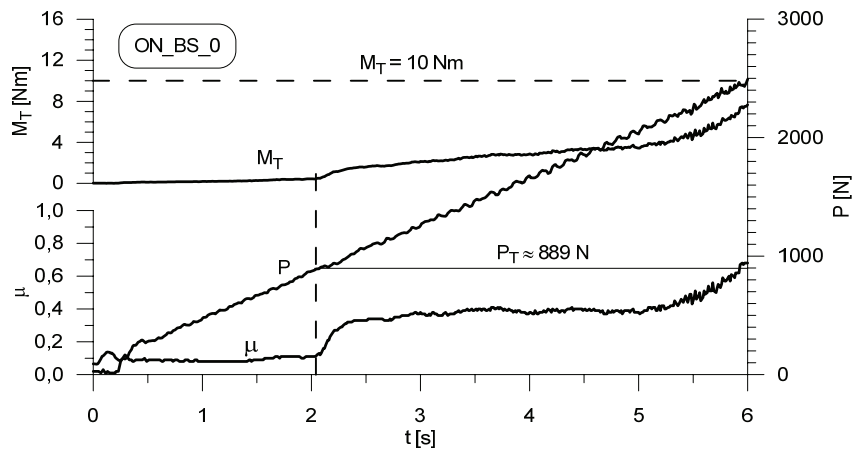
Tabela 1. Charakterystyka próbek paliw wykorzystanych w badaniach smarności

| Oznaczenie próbki | Udział % (V/V) | |
|-------------------|--|------------------------------|
| | Benzyna silnikowa (klasa lotności D/D1) | Olej napędowy (gatunek F) |
| ON_BS_0 | 0 | 100 |
| ON_BS_5 | 5 | 95 |
| ON_BS_10 | 10 | 90 |
| ON_BS_15 | 15 | 85 |
| ON_BS_20 | 20 | 80 |

Za próbkę odznaczającą się najlepszymi właściwościami smarującymi uznano tą, dla której warstwa graniczna wykazuje największą odporność na przerwanie, tj. takiej, dla którego wartość obciążenia zacierającego ma największą wartość. Badania porównawcze tego typu są możliwe jedynie w warunkach ciągłego narastania obciążenia węzła tarcia.

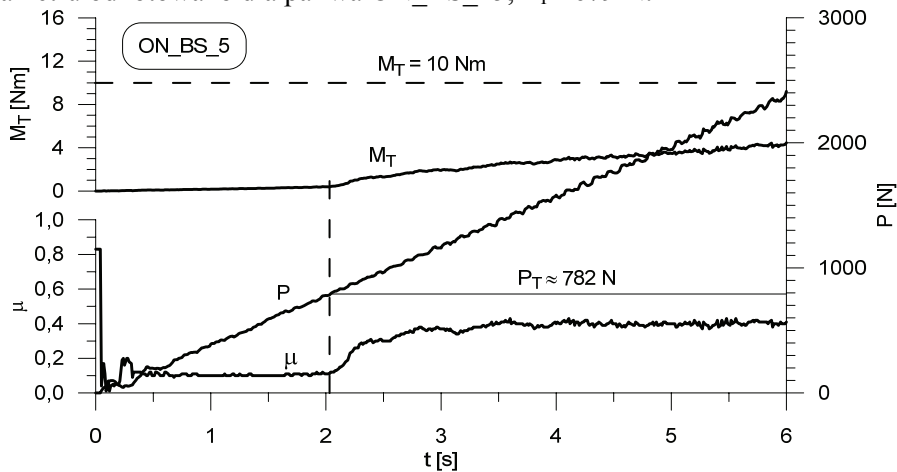
Pierwszym etapem badań było określenie obciążenia zacierającego dla oleju napędowego (gatunek F). Następnie do tego oleju napędowego dodano typową benzynę silnikową, o klasie lotności D/D1, w udziałach 5, 10, 15 i 20 % V/V. Temperatura paliw w chwili sporządzania próbek wynosiła $20 \pm 2,0$ °C. Do sporządzenia próbek paliwa wykorzystano precyzyjną biuretę cyfrową. Oznaczenia próbek paliw wykorzystanych w badaniach smarności zestawiono w tabeli 1.

Wyniki badań i ich analiza. Na kolejnych rys. 4 do 8 przedstawiono zarejestrowane podczas pomiarów przebiegi obciążenia węzła tarcia P , momentu tarcia M_T oraz współczynnika tarcia μ dla sporządzonych próbek paliw. Zgodnie z przyjętym kryterium oceny smarności poszczególnych próbek, na wykresach zaznaczono także wartości obciążenia zacierającego P_T . Większa wartość tego parametru oznacza lepsze właściwości smarne. Wykresy sporządzono dla pierwszych 6 sekund biegu testu badawczego.

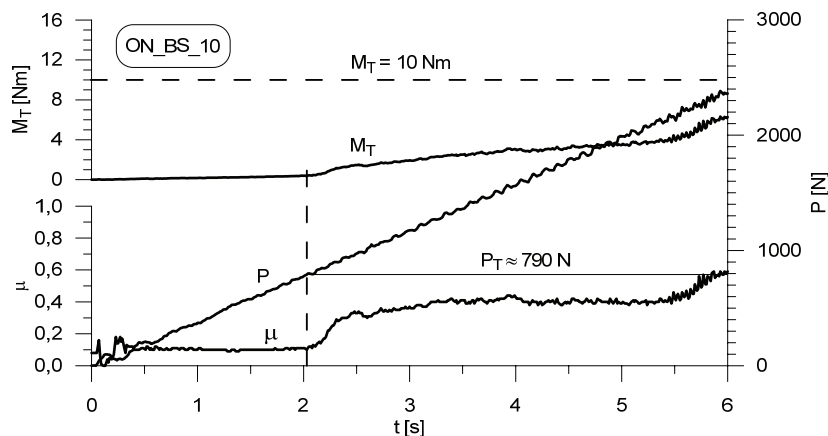


Rys. 4. Przebieg obciążenia węzła tarcia P, momentu tarcia M_T oraz współczynnika tarcia μ dla oleju napędowego bez udziału benzyny

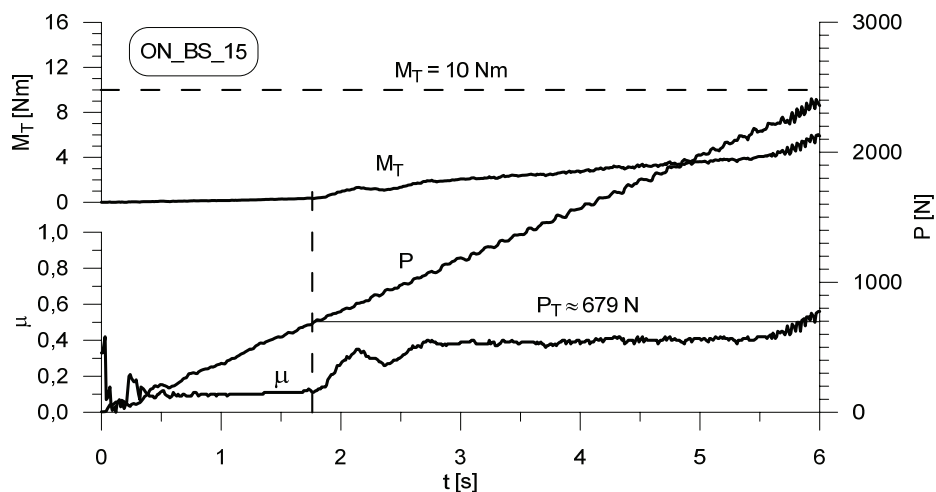
Jak widać z przedstawionych wykresów, zgodnie z oczekiwaniem, największą smarnością odznaczał się olej napędowy bez dodatku benzyny silnikowej. W tym przypadku, zarejestrowana wartość siły obciążenia zacierającego wyniosła ok. 889 N. Dodatek benzyny silnikowej do oleju napędowego spowodował ogólnie wzrost siły P_T , czyli pogorszenie właściwości smarnych, przy czym najmniejszą wartość tego parametru odnotowano dla paliwa ON_BS_15, $P_T \approx 679$ N.



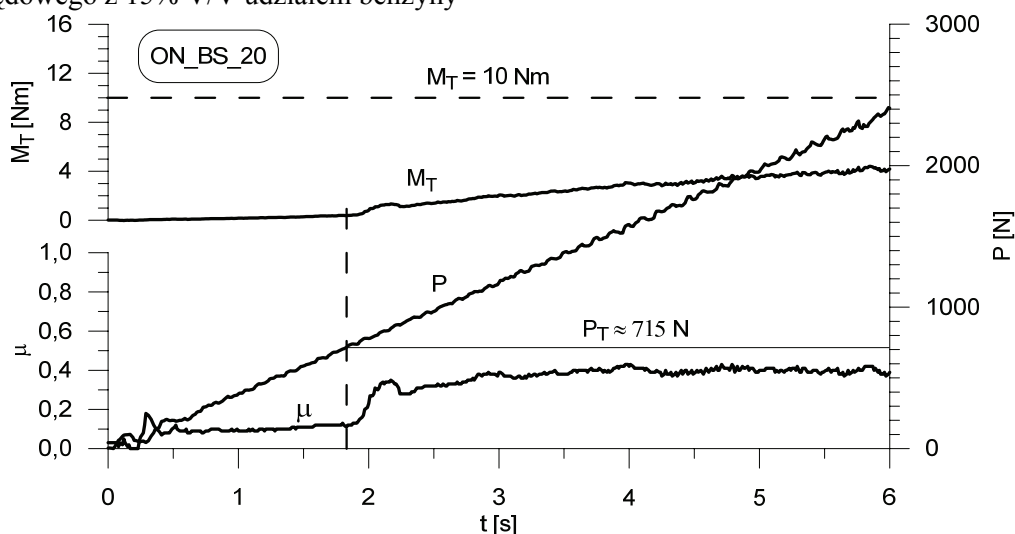
Rys. 5. Przebieg obciążenia węzła tarcia P, momentu tarcia M_T oraz współczynnika tarcia μ dla oleju napędowego z 5% V/V udziałem benzyny



Rys. 6. Przebieg obciążenia węzła tarcia P, momentu tarcia M_T oraz współczynnika tarcia μ dla oleju napędowego z 10% V/V udziałem benzyny



Rys. 7. Przebieg obciążenia węzła tarcia P , momentu tarcia M_T oraz współczynnika tarcia μ dla oleju napędowego z 15% V/V udziałem benzyny



Rys. 8. Przebieg obciążenia węzła tarcia P , momentu tarcia M_T oraz współczynnika tarcia μ dla oleju napędowego z 20% V/V udziałem benzyny

Tabela 2. Wyniki badań smerności dla poszczególnych próbek paliw

| Oznaczenie próbki | Wartość obciążenia zacierającego P_T [N] | Procentowy spadek obciążenia zacierającego w stosunku do ON bez udziału BS [%] | Czas inicjacji zacierania od początku biegu badawczego [s] |
|-------------------|--|--|--|
| ON_BS_0 | ≈ 889 | - | ≈ 2,04 |
| ON_BS_5 | ≈ 782 | ≈ 12 | ≈ 2,03 |
| ON_BS_10 | ≈ 790 | ≈ 11 | ≈ 2,03 |
| ON_BS_15 | ≈ 679 | ≈ 24 | ≈ 1,76 |
| ON_BS_20 | ≈ 715 | ≈ 20 | ≈ 1,83 |

Jak wynika z przedstawionych wykresów oraz tab. 2, dodatek 5 i 10% V/V do oleju napędowego skutkowało uzyskaniem próbek paliwa o właściwościach bardzo zbliżonych pod względem smernościowym. W przypadku próbek paliwa ON_BS_5 i ON_BS_10 spadek wartości siły obciążenia zacierającego w stosunku do ON bez udziału benzyny silnikowej (ON_BS_0) wyniósł odpowiednio ok. 12 i 11%. Dodatek 15 i 20% V/V BS spowodował już bardzo wyraźne pogorszenie właściwości smarnych oleju napędowego. Dla próbek paliwa ON_BS_15 i ON_BS_20, odnotowano spadek wartości siły obciążenia zacierającego w stosunku do ON bez udziału benzyny silnikowej o odpowiednio 24 i 20%. Charakterystyczne jest, że siła obciążenia zacierającego P_T dla oleju napędowego zawierającego 20% V/V BS (paliwo ON_BS_20) osiągnęła większą wartość (co oznacza lepszą smarność) niż dla oleju napędowego zawierającego 15% V/V (paliwo ON_BS_15). Podobnie, dla paliwa ON_BS_10 odnotowano mniejszy spadek siły P_T w stosunku do paliwa ON_BS_0 niż dla paliwa zawierającego mniejszy udział BS, czyli dla paliwa ON_BS_5 – odpowiednio 12 i 11%

Podsumowanie i wnioski. Przeprowadzone badania wskazują, że pod wpływem dodatku benzyny, ogólnie pogarszają się właściwości smarne oleju napędowego. Przeprowadzone badania obejmujące cztery próbki oleju napędowego z ustalonymi udziałami objętościowymi benzyny silnikowej nie pozwalają jednak na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków dotyczących charakteru zmian smarności oleju napędowego zawierającego benzynę silnikową. W warunkach badań zarówno dodatek 5, jak i 10% V/V BS do oleju napędowego, skutkowało praktycznie takim samym spadkiem wartości obciążenia zacierającego w stosunku do oleju napędowego nie zawierającego benzyny. Charakterystyczne jest również, że dodatek 20% V/V BS spowodował zauważalnie większy wzrost obciążenia zacierającego niż dodatek 15%.

W związku z powyższym, autorzy zamierzają kontynuować badania dotyczące wpływu wielkości udziału benzyny silnikowej na właściwości smarne oleju napędowego. W szczególności planowane jest uwzględnienie większej liczby próbek oraz zastosowanie różnych gatunków paliw. W dalszej perspektywie uzasadnione będzie również zastosowanie w badaniach smarności procedury normatywnej przy wykorzystaniu metody HFRR.

LITERATURA

Baczewski K., Kałdoński T.: Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym. WKiŁ, Warszawa 2004.

Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.: The effect of adding gasoline to diesel fuel on its self-ignition properties. Combustion Engines, PTNSS–2013–SC–107, Polskie Towarzystwo Naukowe Silników Spalinowych, Bielsko Biala 2013.

Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.: The use of four-ball tester to lubricity tests of selected alternative fuels for diesel engines. Monograph. Proceedings of the 8th International Green Energy Conference, Kijów 2013.

Kuszewski H., Jaworski A., Ustrzycki A.: Badania smarności wybranych paliw zastępczych stosowanych w transporcie samochodowym. Науково-технічний збірник No 23/2011, Вісник Національного транспортного університету, Київ 2011.

Kuszewski H., Lejda K., Lew K.: Wpływ temperatury na smarność wybranych paliw zastępczych stosowanych w transporcie samochodowym.. Praca zbiorowa, nt. „Systemy i środki transportu samochodowego” TRANSPORT 2013, Rzeszów 2013.

Ping W., Korcek S., Spikes H.: Comparison of the Lubricity of Gasoline and Diesel Fuels. SAE Technical Paper 962010, 1996.

Szczerek M., Tuszyński W.: Badania tribologiczne – zacieranie. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji. Radom 2000.

Tan P., Zhao J., Hu Z., Lou D., Du A., Du D.: Effects of fuel properties on exhaust emissions from Diesel engines. Journal of Fuel Chemistry and Technology, Volume 41, Issue 3, 2013.

T-02U. Aparat czterokulowy – instrukcja obsługi. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji. Radom 2011.

STRESZCZENIE

KUSZEWSKI Hubert. Wpływ dodatku benzyny na właściwości smarne oleju napędowego/KUSZEWSKI Hubert, BALAWENDER Krzysztof, JAWORSKI Artur, USTRZYCKI Adam // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. Naukowe i techniczne Kolekcja: w 2 częściach. Część 1: Seria «Techniczne nauki». – K: NUT, 2014. – Wyp. 30.

Celem badań, których wyniki zamieszczono w niniejszym artykule jest określenie wpływu wybranych udziałów objętościowych benzyny silnikowej w oleju napędowym na właściwości smarne tak przygotowanej mieszaniny. Badania zostały wykonane z wykorzystaniem aparatu czterokulowego umożliwiającego zadawanie ciągłego narastania siły obciążenia węzła tarcia. Jako kryterium smarności przyjęto siłę obciążenia zacierającego węzeł tarcia.

РЕФЕРАТ

КУШЕВСКИ Губерт. Вплив додавання бензину на змащувальні властивості дизельного палива /КУШЕВСКИ Губерт, БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, ЯВОРСКИ Артур, УСТШИЦКИ Адам // Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2014. – Вип. 30.

Метою дослідів, результати яких подані у даній статті, є визначення впливу певних об'ємних часток бензину у дизельному паливі на змащувальні властивості такої суміші. Досліди проводилися з

використанням чотирикульового пристрою, що дає можливість прикладати навантаження до вузла тертя з постійним збільшенням сили. За критерій змащувальної властивості взято силу стирання вузла тертя.

SUMMARY

KUSZEWSKI Hubert. Study of lubricating properties of diesel fuel with the addition of gasoline / KUSZEWSKI Hubert, BALAWENDER Krzysztof, JAWORSKI Arthur, USTRZYCKI Adam // Visnyk National Transport University. Scientific and Technical Collection: In Part 2. Part 1: Series «Technical sciences». – Kyiv: National Transport University, 2014. – Issue 30.

The aim of the researches presented in this paper was to determine the effect of some volume fractions of gasoline in the diesel fuel on the lubricating properties for such prepared fuel. A four-ball tester with a facility for a continuous load increase was used for the tests. The value of the seizing load was used as the lubricity assessment criteria.

AUTORZY:

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

JAWORSKI Artur, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

КУШЕВСКИ Губерт, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЯВОРСКИ Артур, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

УСТШИЦКИ Адам, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, доктор габілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.