

Analysis of the rank spreading the decline of oil in internal-combustion engines

Abstract: In the study the diagnostic method based on the technique of high voltages is presented whose purpose is to serve for the evaluation of the state of the engine oil. Data describing the manufacturers' time exchange of the exploitation of the engine oil aren't an effective way of controlling the exchange of the engine oil. On the basis of conducted examinations it is demonstrated that monitoring the dielectric constant of the engine oil could be of help for determining its state, since changes of values of the suggested diagnostic parameter are connected with properties of engine oil.

Key words: *internal-combustion engine, technical diagnostics,*

Analiza stopnia degradacji oleju smarującego w silnikach spalinowych

Streszczenie: W opracowaniu przedstawiono analizę opartą na porównaniu poszczególnych właściwości fizyko-chemicznych oleju silnikowego podczas eksploatacji, służącą do oceny jego stanu. Pomimo, że producent określa czasookres użytkowania oleju silnikowego, nie jest to efektywny wskaźnik wymiany oleju silnikowego. Przeprowadzone w ramach pracy badania wykazały, że monitorowanie zmian stałej dielektrycznej oleju silnikowego może być pomocne do określenia jego stanu, ponieważ zmiany wartości zaproponowanego parametru diagnostycznego, jakim jest rozkład widma podczerwonego, są powiązane z właściwościami oleju silnikowego.

Słowa kluczowe: *silnik spalinowy, diagnostyka techniczna,*

1. Wprowadzenie

Stosowanie nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych w budowie silników tłokowych wiąże się również z wprowadzaniem coraz to lepszych płynów eksploatacyjnych a w szczególności olejów silnikowych. Dlatego dla prawidłowej eksploatacji jednostek napędowych oleje muszą spełniać szereg surowych parametrów fizykochemicznych. Trudne warunki pracy i niejednorodne użytkowanie pojazdów zmusza nas do rozpatrywania procesu starzenia oleju silnikowego w sposób indywidualny dla każdej jednostki napędowej.

W czasie eksploatacji zachodzą nieodwracalne zmiany w składzie chemicznym i budowie strukturalnej oleju silnikowego, co wpływa na jego jakość i parametry techniczne. Olej zanieczyszczany jest substancjami obcymi pochodzenia zewnętrznego takimi jak: paliwo, cząstki pyłu, woda, produkty zużycia ściernego i korozyjnego silnika, itd., oraz wewnętrznego, które stanowią produkty termicznego utlenienia oleju. Procesy powodujące te zmiany określa się ogólnym mianem starzenia i są one przyczyną wymiany oleju w układzie smarowania. [1,5].

Skrajne warunki pracy silnika spalinowego takie jak wysoka temperatura, podwyższone ciśnienie oraz zimne rozruchy silnika wpływają na przyspieszenie degradacji oleju. Głównym elementem składowym procesu starzenia oleju jest jego utlenianie. Dochodzi do niekorzystnych reakcji z tlenem zawartym w powietrzu. W celu wydłużenia zdatości

oleju smarowego dodaje się do jego baz chemicznych różne dodatki powodujące neutralizowanie produktów eksploatacji. Dzięki temu niektóre właściwości fizykochemiczne oleju podczas eksploatacji można utrzymać na zadawalającym poziomie. Natomiast jednym z trudniejszych procesów do powstrzymania i zdiagnozowania jest zjawisko termooksydacji, które ma ogromny wpływ na tworzenie kwaśnego środowiska w układzie smarowania pomimo stosowania woleju rezerwy alkalicznej [3,4].

2. Metody weryfikacji stanu oleju

Na dzień dzisiejszy znanych jest wiele sposobów określania stanu zdatości oleju smarującego w silnikach spalinowych, jednakże brak jest precyzyjnej oceny jakościowej. Stosowane metody oceny właściwości fizykochemicznych oleju wymagają skomplikowanych przyrządów oraz są czasochłonne i kosztowne. Wiele z tych metod polega na pobraniu próbki oleju z układu smarowania i porównaniu jej z wzorcami. Kluczowym problemem jest dobór odpowiedniej metody jak również określenie parametru diagnostycznego, za pomocą którego będzie można śledzić zmiany stopnia degradacji oleju [6,7].

W ramach pracy przeprowadzono badania porównawcze oleju smarującego o różnym stopniu przepracowania z zamiarem zobrazowania procesu jego starzenia w czasie jednego eksploatacyjnego okresu użytkowania. W tym celu wykorzystano

techniki pomiarowe stałej dielektrycznej, całkowitej liczby zasadowej oraz rozkład widma podczerwonego IR w paśmie tlenowym. Wybrane własności fizykochemiczne są mierzalnymi parametrami diagnostycznymi oleju za pomocą których można określić stan oleju.

Pozyskane próbki olejów pochodziły z samochodów osobowych zasilanych benzyną i alternatywnie mieszaniną gazów LPG. Samochody użytkowane były przez jednego kierowcę głównie w ruchu pozamiejskim.

3. Wyniki i ich analiza

W przeprowadzonych badaniach zostały wykorzystane próbki częściowo przepracowanych olejów półsyntetycznych, takich jak: Mobil 1 Formula S 10W/40, GM 10W/40, o przebiegach podanych w tabeli 1. Do analizy wybrano dwa samochody co stanowi tylko część wykonanych pomiarów.

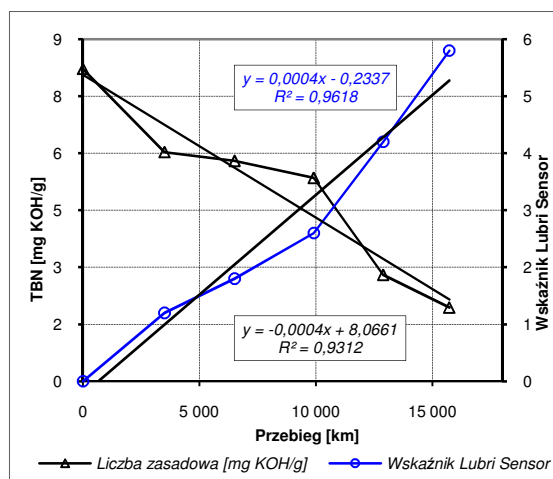
Tab.1 Wartości przebiegów badanych samochodów.

Opel Astra 1,6 ben.+ LPG GM 10W/40				Fiat Seicento 1,1 ben. Mobil 1 Formula S 10W/40	
Przebieg samochodu [km]	Przebieg oleju [km]	Przebieg samochodu [km]	Przebieg oleju [km]	Przebieg samochodu [km]	Przebieg oleju [km]
Seria 1		Seria 2			
125 000	0	140 730	0	99 382	0
128 500	3 500	142 936	2 206	101 850	2 468
131 511	3 011	146 532	3 596	104 443	5 061
134 910	3 399	151 635	5 103	107 361	7 979
137 890	2 980	157 377	5 742	110 943	11 561
140 730	2 840	163 259	5 882		

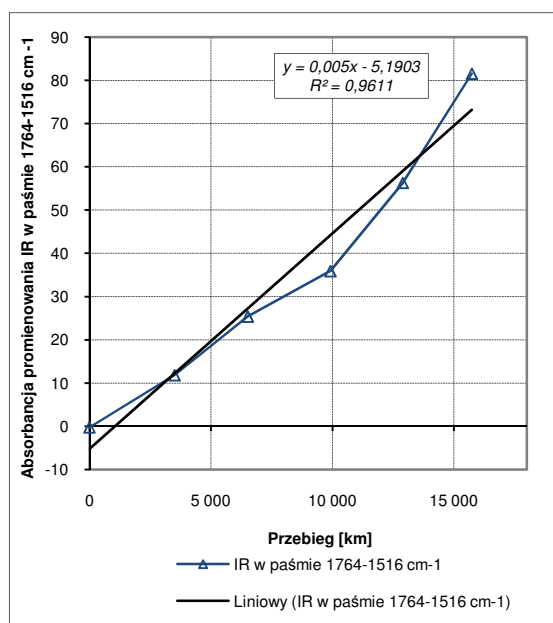
Analizie poddano następujące parametry oleju w poszczególnych stadiach zużycia:

- zmianę całkowitej liczby zasadowej TBN [mg KOH/g], która określa nam rezerwę alkaliczną,
- zmianę stałej dielektrycznej, mierzoną jako wskaźnik zmian wskazań elektronicznego czujnika Lubri Sensor [-],
- zmianę absorbancji promieniowania IR w paśmie tlenowym 1764-1516 [cm⁻¹], gdzie najbardziej widoczny jest stopień termooksydacji.

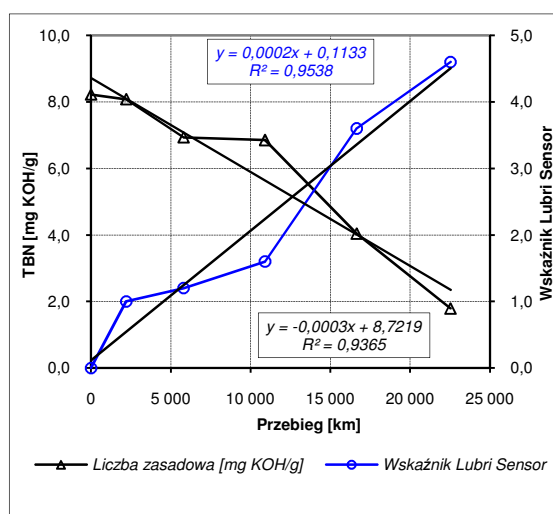
Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono poniższe wykresy przedstawiające zależności przyjętych do analizy parametrów fizykochemicznych oleju w funkcji przebiegu. Na rys.1÷4 przedstawiono pomiary z dwóch serii dla samochodu Opel Astra, przy czym w serii pomiarowej pierwszej oleju nie odświeżano, czyli pobierano próbki bez dolewania oleju do nominalnego poziomu w silniku. Natomiast serię drugą przeprowadzono z odświeżaniem oleju w silniku, czyli pobierano próbki w ilości 100-200 ml oraz uzupełniono jego stan olejem świeżym.



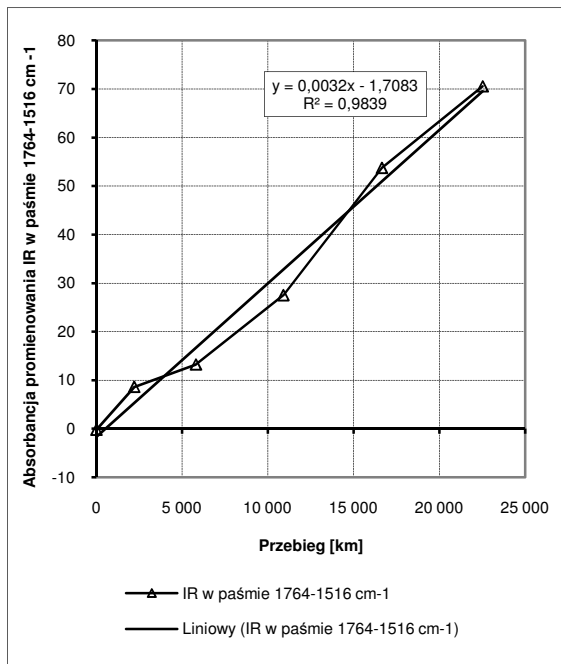
Rys.1. Zależność liczby zasadowej i wskaźnika Lubri Sensor w funkcji przebiegu - Opel Astra I seria pomiarów.



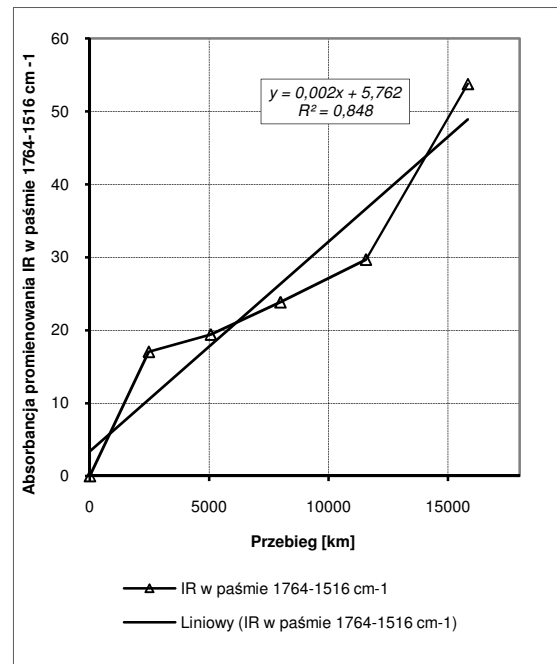
Rys.2. Absorbancja promieniowania IR w funkcji przebiegu - Opel Astra I seria pomiarów.



Rys.3. Zależność liczby zasadowej i wskaźnika Lubri Sensor w funkcji przebiegu - Opel Astra II seria pomiarów.

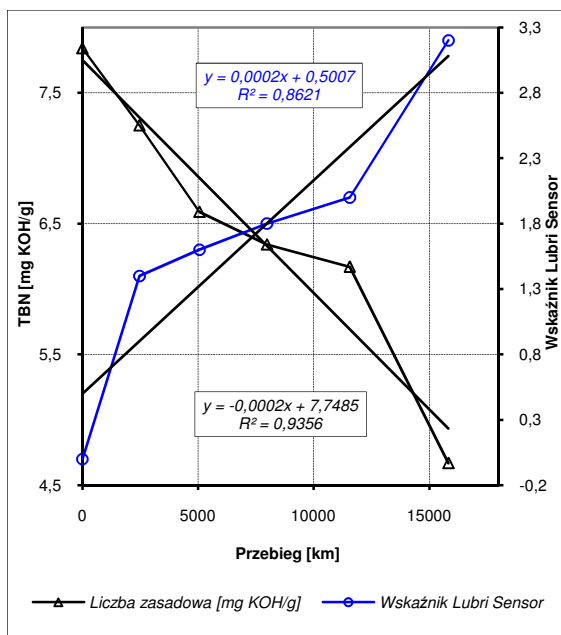


Rys.4. Absorbancja promieniowania IR w funkcji przebiegu - Opel Astra II seria pomiarów.



Rys.6. Absorbancja promieniowania IR w funkcji przebiegu - Fiat Seicento.

Zmianę parametrów oleju Mobil 1 Formula S 10W/40 eksploatowanego w samochodzie Fiat Seicento 1,1 zaprezentowano na rys.5 i 6. Metodę poboru próbek do analiz zastosowano taką samą, jak w serii II Opla Astry, czyli z częściowym odświeżaniem oleju. Pozwala to na odzwierciedlenie w miarę rzeczywistego procesu starzenia oleju, ponieważ podczas eksploatacji użytkownik kontroluje ilość oleju uzupełniając jego stan w razie potrzeby.



Rys.5. Zależność liczby zasadowej i wskaźnika Lubri Sensor w funkcji przebiegu - Fiat Seicento.

4. Podsumowanie

Rezultaty wykonanych badań wskazują, że proces degradacji oleju jest podobny i porównywalny dla przedstawionych serii. Porównując uzyskane wyniki zauważyć można, że pogorszenie jakości oleju smarującego bardzo silnie zależy od warunków eksploatacji. Dowodem takiego stwierdzenia jest celowe wykonanie badań próbek oleju w dwóch seriach pochodzących z samochodu Opel Astra. Widoczny jest od razu szybszy proces starzenia oleju w momencie, gdy nie odświeżamy oleju poprzez jego dolewanie.

Zaproponowany parametr diagnostyczny w postaci absorbancji promieniowania IR w paśmie tlenowym 1764-1516 [cm⁻¹] skutecznie charakteryzuje proces degradacji oleju. Potwierdziło to monitorowanie zmian stałej dielektrycznej. Uzyskano przy tym wysoką wartość współczynnika korelacji liniowej R² Pearsona.

Można zatem wyznaczyć wartość parametru po przekroczeniu którego olej nie nadaje się do dalszej eksploatacji.

Bibliography/Literatura

- [1] Praca zbiorowa pod redakcją Wiesława Olszewskiego.: Paliwa i materiały smarowe, badania laboratoryjne podstawowych własności fizykochemicznych. Politechnika Radomska 2009,
- [2] Jakubiec J., Budzik G.: Czynniki mające wpływ na stopień degradacji oleju silnikowego w okresie eksploatacji, *Archiwum Motoryzacji*, s. 209-216, 3/2007.
- [3] Olszewski W.: Możliwości oceny stanu jakości oleju silnikowego podczas eksploatacji za pomocą pomiaru własności dielektrycznych, *Journal of Kones. Combustion Engines*, Vol 8, No 3-4, 2001 s.84-90
- [4] Oleje dla motoryzacji, *Auto Ekspert*, 3/2009 s. 149.
- [5] Wang S. S.: Engine oil condition sensor: method for establishing correlation with total acid number, *Sensors and Actuators*, B 86, 2002 s. 122-126,
- [6] Wang S.S.: Road tests of oil condition sensor and sensing technique. *Sensors and Actuators B* 73, 2001 s. 106-111,
- [7] Raadnui S., Meenak A.: Effects of refined palm oil (RPO) fuel on wear of diesel engine components. *Wear* Volume 254, Number 12, November 2003 , pp. 1281-1288.

Mgr inż. Leszek Gomółka – doktorant w Katedrze Pojazdów Drogowych i Rolniczych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej.

Mr Leszek Gomółka, MEng. – Postgraduate in the Department of Road and Agricultural Vehicles at Opole University of Technology.



Dr hab. inż. Andrzej Augustynowicz – profesor w Katedrze Pojazdów Drogowych i Rolniczych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej.

Mr Andrzej Augustynowicz, Dr Eng. Professor in the Department of Road and Agricultural Vehicles at Opole University of Technology.



Dr inż. Artur Maciąg – adiunkt na Wydziale Mechanicznym Politechniki Radomskiej.

Artur Maciąg, Dr Eng. – Faculty of Mechanical Engineering at Radom University of Technology.

