

Paweł PIEC*

DIAGNOSTYKA INTENSYWNOŚCI ZUŻYCIA OLEJU SILNIKOWEGO W CZASIE EKSPLOATACJI

DIAGNOSTICS OF THE WEAR INTENSITY OF ENGINE OIL DURING OPERATION

Słowa kluczowe:

olej silnikowy, lepkość kinematyczna, współczynnik tarcia, spektrometria IR

Key words:

engine oil, kinematic viscosity, coefficient of friction, IR spectrometry

Streszczenie

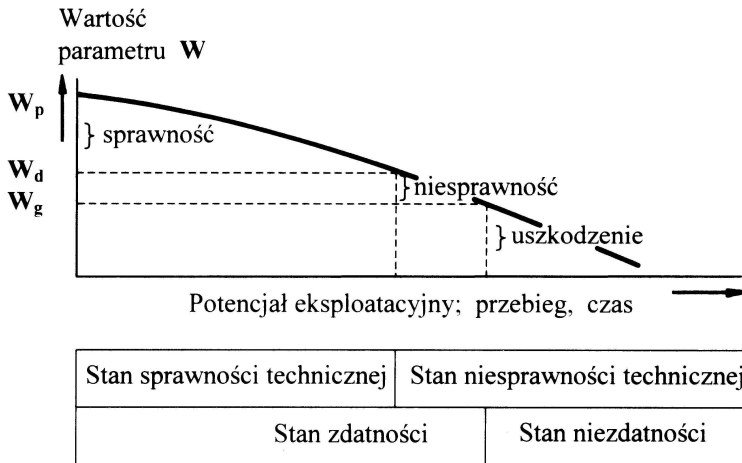
Praca zawiera wyniki badań właściwości eksploatacyjnych oleju silnikowego w kontekście jego diagnostyki. Badania obejmują lepkość kinematyczną oraz zmiany absorpcji w spektrometrii w podczerwieni IR. Próbki oleju do badań były pobierane z silnika spalinowego podczas jego eksploatacji.

WPROWADZENIE

Badania diagnostyczne intensywności zużywania elementów maszyn stanowią podstawę do określenia stanu technicznego badanego obiektu w kontekście zmian jego parametrów użytkowych.

* Politechnika Krakowska, Instytut Pojazdów Szynowych, Zakład Niezawodności i Eksploatacji Technicznej, Al. Jana Pawła II 37, 31-864 Kraków.

Na **Rys. 1** przedstawiono w formie graficznej wydzielone stany eksploatacyjne badanego obiektu.



Rys.1. Stany eksploatacyjne badanego obiektu [L. 2]: W_p – wartość początkowa, W_d – wartość dopuszczalna, W_g – wartość graniczna

Fig. 1. Operating states of the test object: W_p – the initial value, W_d – acceptable value, W_g – limit value

W trakcie badań diagnostycznych dokonuje się pomiaru wartości wybranego parametru „ W ” (**Rys. 1**). Zakres zmian parametru „ W ” od wartości początkowej W_p do wartości dopuszczalnej W_d stanowi podstawę identyfikacji zakresu zmian stanu technicznego diagnozowanego obiektu technicznego.

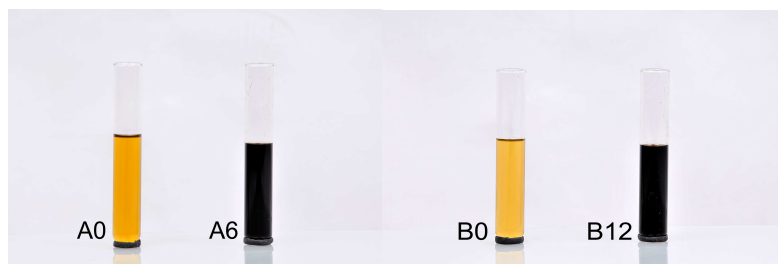
WYNIKI BADAŃ

Z analizy zabarwienia próbek oleju silnikowego, przedstawionych na **Rys. 2**, wynika, że barwa oleju ulega zmianie podczas eksploatacji – według skali wzorcowej Oswalda – z „5”, tj. pomarańczowożółtej – oleju silnikowego świeżego – do „10” czarnej nieprzeźroczystej – oleju zużytego [**L. 1**].

Celem przedstawionych w niniejszym artykule prac jest wykazanie wpływu eksploatacji pojazdu na intensywność zużywania oleju silnikowego.

W badaniach intensywności zużywania olejów silnikowych, mineralnego i syntetycznego, uwzględniono:

- lepkość kinematyczną,
- współczynnik tarcia,
- widmo IR.



Rys. 2. Kolor zabarwienia oleju silnikowego: A – mineralnego: A0 – świeżego i A6 – zużytego, wymienionego po przebiegu 60 000 km), B – syntetycznego: B0 – świeżego i B12 – zużytego, wymienionego po przebiegu 120 000 km), [L. 3]

Fig. 2. Color of colouring the engine oil: A – mineral: A0 – fresh and A6 – used as specified in the course of 60 000 km), B – Synthetic: B0 – fresh and B12 – used as specified in the course of 120 000 km)

Wyniki analizy zmian intensywności zużycia olejów stanowią podstawę ich aplikacji w ramach badań diagnostycznych dla obowiązującego cyklu wymiany tych olejów.

Lepkość kinematyczna

Badania lepkości olejów silnikowych OS wykazały, że olej mineralny OSM w porównaniu do oleju silnikowego syntetycznego OSS:

- ma większą lepkość kinematyczną,
- ma większy spadek lepkości kinematycznej oleju zużytego o ok. 8% (olej zużyty OSM-A6 wymieniany jest po przebiegu 60 000 km).

Lepkość kinematyczna oleju silnikowego syntetycznego zużytego OSS-B12 jest o ok. 2,5% większa od lepkości oleju świeżego OSS-B0 (olej wymieniany jest po przebiegu 120 000 km).

Wyniki pomiaru lepkości kinematycznej badanych olejów **Rys. 2**, zamieszczono w **Tabeli 1 [L. 3]**.

Tabela 1. Zestawienie lepkości kinematycznej OS

Table 1. Summary of the measured values of kinematics viscosity OS

Lp.	Oznaczenie próbki	Lepkość kinematyczna w 40°C [mm ² /s]
1	Shell Rimula Ultra R4L 15W-40 (OSM-A0)	115,69
2	Shell Rimula Ultra R4L 15W-40 (OSM-Aw6)	95,31
3	Shell Rimula Ultra R6M 10W-40 (OSS-B0)	91,33
4	Shell Rimula Ultra R6M 10W-40 (OSS-Bw12)	93,75

Na podstawie analizy tych wyników można stwierdzić, że podczas eksploatacji w silniku spalinowym ciągnika siodłowego następuje:

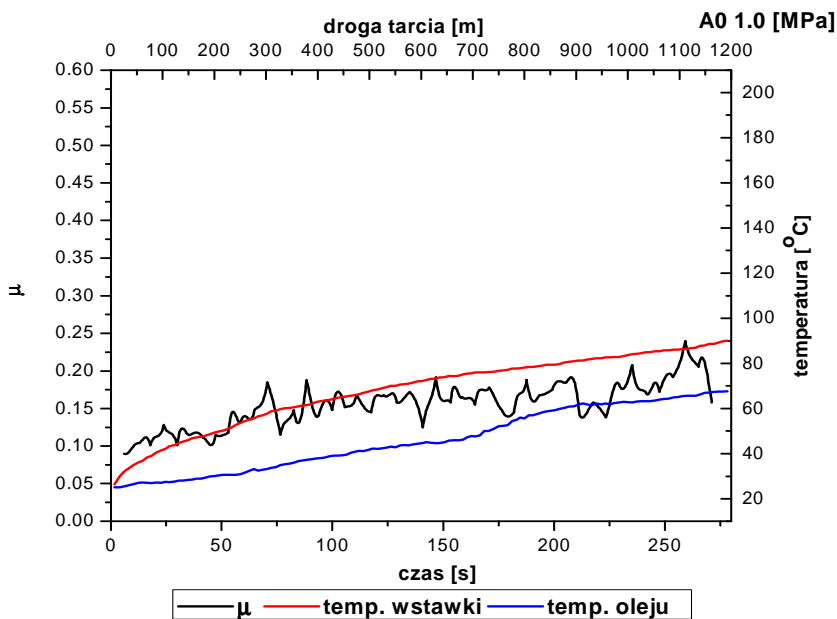
- spadek lepkości oleju mineralnego,
- wzrost lepkości oleju syntetycznego.

Współczynnik tarcia

Pomiary tribologiczne przeprowadzono na stanowisku T-05 dla pary tarciowej: czop stalowy „rolka” – brązowa panewka „wstawka”.

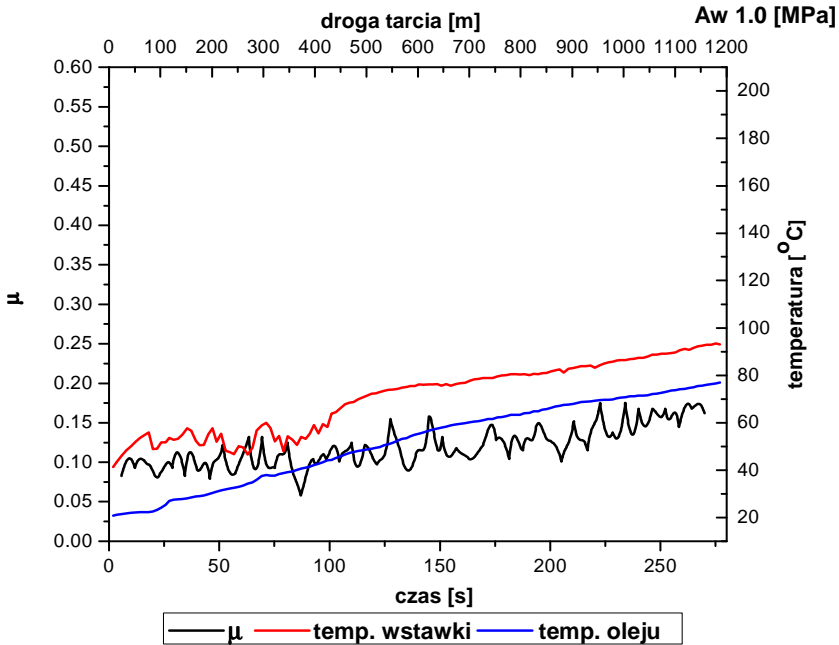
Na **Rysunkach 3 i 4** zamieszczono, dla przykładu, wykresy przebiegu wartości współczynnika tarcia:

- dla oleju mineralnego A0, próbka oleju świeżego pobrana z silnika spalinowego ciągnika siodłowego,
- dla oleju mineralnego Aw, próbka oleju pobrana z silnika spalinowego ciągnika siodłowego po przebiegu 60 000 km, podczas obowiązującego cyklu jego wymiany.



Rys. 3. Wykres przebiegu współczynnika tarcia; próbka oleju A0, nacisk 1,0 MPa, prędkość poślizgu 4,4 m/s, $\mu_s = 0,155$

Fig. 3. Graph of the course of the coefficient of friction; the oil sample A0, pressure 1.0 MPa, sliding velocity 4.4 m/s, $\mu_s = 0.155$



Rys. 4. Wykres przebiegu współczynnika tarcia; próbka oleju Aw, nacisk 1,0 MPa, prędkość tarcia 4,4 m/s, $\mu_s = 0,118$

Fig. 4. Graph of the course of the coefficient of friction; the oil sample Aw, pressure 1.0 MPa, sliding velocity 4.4 m/s, $\mu_s = 0.118$

Na podstawie badań stanowiskowych stwierdzono, że:

► w odniesieniu do oleju mineralnego A:

- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju A0, pobranego przed włączeniem do silnika spalinowego, wynosi $\mu_{sA0} = 0,155$,
- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju Aw6, pobranego podczas obowiązującego cyklu wymiany, tj. po przebiegu 60 000 km, wynosi $\mu_{sA6} = 0,118$;

► w odniesieniu do oleju syntetycznego B:

- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju B0, pobranego przed włączeniem do silnika spalinowego, wynosi $\mu_{sB0} = 0,115$,
- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju Bw12, pobranego podczas obowiązującego cyklu wymiany, tj. po przebiegu 120 000 km, wynosi $\mu_{sB12} = 0,068$.

Na podstawie tych wyników można stwierdzić, że współczynnik tarcia dla pary tarciowej czop stalowy „rolka”–brązowa panewka „wstawka” wykazuje dla oleju syntetycznego świeżego, jak i po obowiązującym cyklu eksploatacji mniejszą wartość w porównaniu z olejem mineralnym.

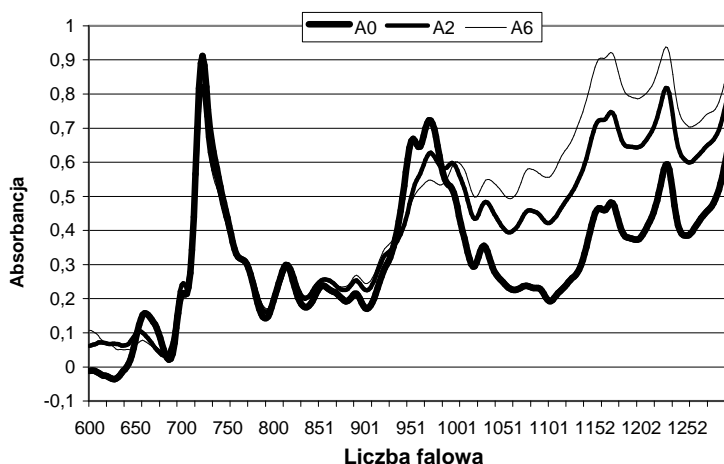
Widmo IR

Każdy olej smarowy składa się z dwóch podstawowych części:

- oleju bazowego,
- zestawu dodatków uszlachetniających.

W zależności od warunków pracy silnika spalinowego, ilość dodatków uszlachetniających waha się od kilku do kilkunastu procent. Na przykład dla olejów eksploatowanych w ciężkich warunkach pracy zawartość elementów uszlachetniających olej może wynosić 30%.

Analizy spektrometryczne, w odniesieniu do zmian poziomu absorpcji, mogą być wykorzystane do badań diagnostycznych OS. Wydzielone pasma absorpcji obejmują, w tym przypadku charakterystyczne pasma w granicach liczby falowej $900\text{--}1250\text{ cm}^{-1}$. Zakres tych pasm obejmuje strefę oddziaływania dodatków uszlachetniających, dodawanych do OS (**Rys. 5**).



Rys. 5. Widmo próbki oleju silnikowego mineralnego po przebiegu pojazdu: A0 – 0 km, A2 – 20 000 km, A6 – 60 000 km [L. 4]

Fig. 5. The spectrum of the mineral engine oil samples after vehicle mileage: A0 – 0 km, A2 – 20 000 km, A6 – 60 000 km [L. 4]

Z analizy przedstawionych na **Rys. 5** wykresów widm IR wynika, że charakterystyczne pasma absorpcji w granicach: $900\text{--}1250\text{ cm}^{-1}$, obejmujące strefę dodatków uszlachetniających dodawanych do olejów, nadają się w dużym stopniu do identyfikacji „intensywności zużycia badanych olejów silnikowych”. Na podstawie tych widm IR można stwierdzić, że oleje silnikowe mineralne i syntetyczne wykazują ten sam charakter zmian.

WNIOSEK KOŃCOWY

Analiza porównawcza wyników badań lepkości, współczynnika tarcia oraz widm IR, stanowi podstawę do stwierdzenia, że metoda IR odzwierciedla w największym stopniu zakres zużycia badanych olejów i z tego względu może być stosowaną w badaniach diagnostycznych.

Literatura

1. Golec K., Stępień Z., Paliwa i oleje silnikowe. Skrypt Polit. Krakowskiej, Kraków 1993.
2. Hebda M., Niziński S., Pelc H., Podstawy diagnostyki pojazdów mechanicznych, WKŁ, Warszawa 1980.
3. Litwinki M., Badania wybranych właściwości olejów silnikowych w warunkach eksploatacji, Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2011.
4. Litwiński M., Piec P., Badania wpływu czasu eksploatacji samochodu na zmianę widma oleju silnikowego, Politechnika Krakowska, QSEV '07, Wyd. IPSz. s.143–148.
5. PN – C – 96050; Polska norma: Przetwory Naftowe – Oleje przepracowane – kwiecień 1999 r.
6. PN-77/Z-04108.01 Badania zawartości olejów. Oznaczanie olejów (mgła) na stanowiskach pracy metodą spektrofotometrii absorpcyjnej w podczerwieni.

Summary

The paper presents the results of engine oil performance characteristics in the context of diagnosis. Diagnostic tests include the kinematic viscosity of engine oil, and the friction coefficient values obtained for the reference absorbency changes in the IR spectrometry. Oil samples were collected for testing an internal combustion engine during its operation.

