

**Marek LITWIŃSKI, Paweł PIEC**  
Politechnika Krakowska, Kraków

## **BADANIA TRIBOLOGICZNE OLEJÓW SILNIKOWYCH**

### **Słowa kluczowe**

Olej silnikowy, współczynnik tarcia.

### **Streszczenie**

Praca dotyczy badań wpływu warunków pracy pojazdu na charakter zmian współczynnika tarcia pary tarciowej czop–panewka smarowanych olejem silnikowym. W pracy przebadano wpływ warunków pracy pojazdu na zmiany charakterystyk tribologicznych tych elementów w aspekcie stosowania oleju mineralnego i syntetycznego.

### **Wprowadzenie**

Olej silnikowy stanowi istotny element konstrukcji silnika. Powinien umożliwiać spełnianie wszystkich przypisanych mu funkcji w zmiennych warunkach pracy. Oleje silnikowe, znajdujące się w układzie smarowania, narażone są na działanie wielu czynników, które przyspieszają proces jego starzenia, a tym samym mogą wpływać na cykl jego wymiany.

Czas eksploatacji oleju uwarunkowany jest ustalonym sztywnym cyklem jego wymiany.

Celem badań w niniejszej pracy jest wyznaczenie charakterystyk tarcia olejów silnikowych: przed napełnieniem układu smarowania oraz po jego wymianie – według obowiązującego sztywnego cyklu jego eksploatacji.

## 1. Wskaźniki charakteryzujące jakość olejów silnikowych

Lepkość oleju decyduje o wielkości strat energii potrzebnej na pokonanie sił tarcia i w ten sposób wpływa na sprawność silnika. Na podstawie wieloletnich badań można przyjąć, że lepkość różnych olejów mineralnych w granicach temperatury 20÷100°C zwiększa się zgodnie z danymi zestawionymi w tabeli 1.

Tabela 1. Wzrost lepkości olejów przy zwiększeniu się ciśnienia w zakresie temperatur 20–100°C [4]

CISNIENIE [MPa]]	7	15	20	40	60
WZROST LEPKOŚCI OLEJU [%]	20–25	35–40	50–60	120–160	250–350

Zjawisko zwiększania się lepkości oleju w miarę wzrostu ciśnienia ma istotne znaczenie w przypadku smarowania silnie obciążonych łożysk silników spalinowych.

Odporność olejów na utlenianie jest nazwana, choć nie jest to określenie ścisłe, *odporność na starzenie się oleju*. Spośród składników grupowych olejów silnikowych najbardziej podatne na utlenianie są węglowodory naftenowe, natomiast odporność węglowodorów aromatycznych zależy od ich budowy chemicznej. Ich obecność w oleju hamuje proces utleniania węglowodorów naftenowych. Tworzeniu się produktów utleniania można zapobiec, stosując dodatki zwiększające odporność na utlenianie (*inhibitory utlenienia*). Aktywność inhibitorów utleniania zmniejsza się ze wzrostem temperatury i obecności wody. Dodatki przeciwutleniające oddziałują przeciwkorozyjnie i jako związki polarne poprawiają właściwości smarowe oleju oraz ograniczają katalizujące działanie metali na proces utleniania.

## 2. Metodyka badań

Przedmiotem badań jest olej silnikowy stosowany w ciągnikach siodłowych FH 12 wyposażonych w dwunastolitrowy silnik Volvo D12C.

Do badań eksploatacyjnych wytypowano dwa ciągniki siodłowe, z których pobierano próbki OS przeznaczone do badań tribologicznych na testerze T-05.

Dla pobieranych próbek oleju silnikowego, bezpośrednio z ciągnika siodłowego, przypisano następujące oznaczenia:

- OS mineralny, Rimula Super 15W-40;
  - A0 – olej świeży – przebieg pojazdu 0 [km],
  - Aw – olej po wymianie – przebieg 60 000 [km],

- OS syntetyczny, Rimula Ultra 10W-40;
  - B0 – olej świeży – przebieg pojazdu 0 [km],
  - Bw – olej po wymianie – przebieg 90 000 [km].

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym typu tester T-05 przy zachowaniu warunków ciągłego smarowania badanej „pary ciernej”. Podczas badań tribologicznych zapewniono „pełne” smarowanie „pary ciernej” czop–panewka. Czop badanej „pary ciernej” był częściowo zanurzony w badanym oleju silnikowym.

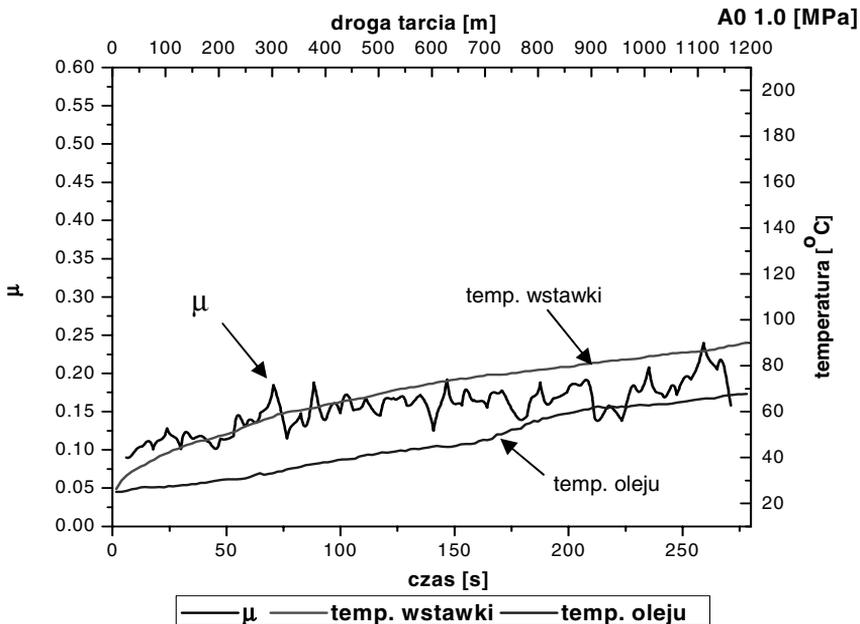
Badania stanowiskowe mają na celu wyznaczenie wartości i przebiegu zmian wartości współczynnika tarcia ślizgowego podczas współpracy czopa stalowego, smarowanego olejem silnikowym, z panewką wykonaną z brązu.

Podczas badań mierzono wartość współczynnika tarcia oraz temperaturę panewki i oleju.

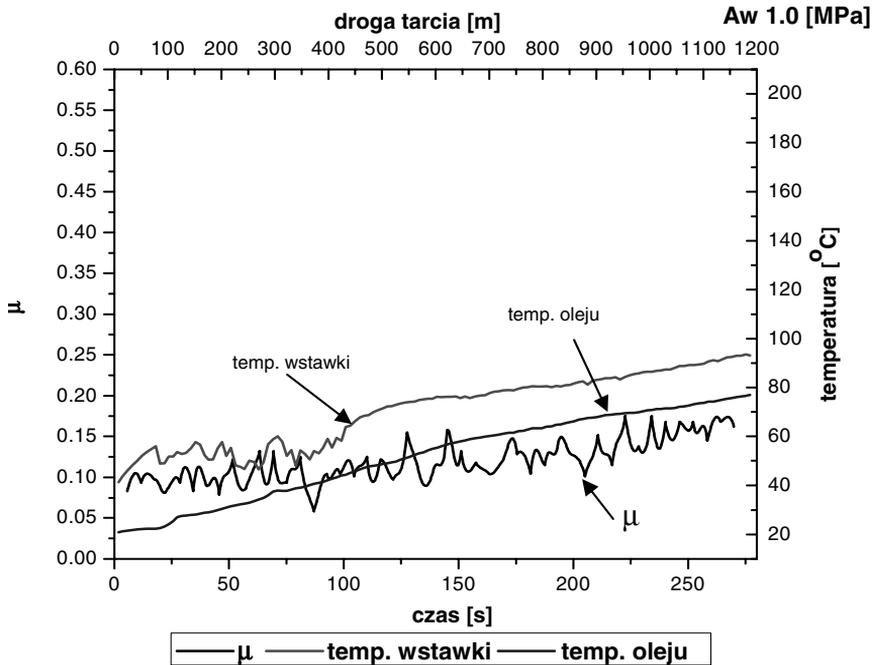
### 3. Wyniki badań

Na rys. 1÷2 zamieszczono wyniki badań tribologicznych pobranych próbek oleju mineralnego:

- A0 – olej przed waniem do silnika (rys. 1),
- Aw – olej podczas wymiany, tj. po przebiegu 60 000 km (rys. 2).



Rys. 1. Wykres przebiegu wartości współczynnika tarcia



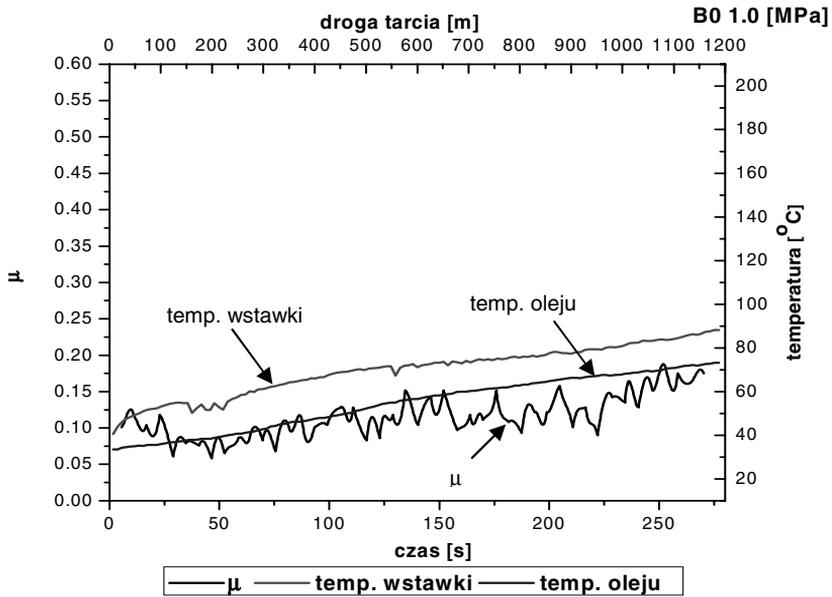
Rys. 2. Wykres przebiegu wartości współczynnika tarcia

Na podstawie analizy charakterystyk współczynnika tarcia pary tarciowej, czop stalowy-brązowa panewka smarowanych olejem mineralnym A można stwierdzić, że:

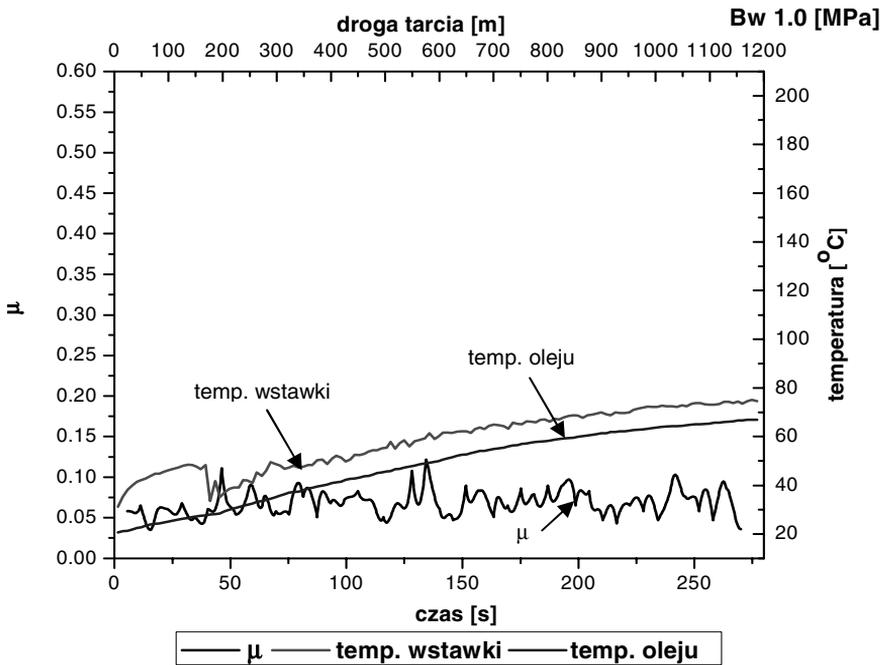
- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju pobranego przed waniem do silnika wynosi  $\mu_{sA0} = 0,155$ ,
- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju pobranego po przebiegu 60 000 km, podczas jego wymiany, wynosi  $\mu_{sAw} = 0,118$ ,
- nie stwierdzono istotnych zmian temperatury oleju i panewki.

Na rys. 3 ÷ 4 zamieszczono wyniki badań tribologicznych pobranych próbek oleju syntetycznego B:

- B0 – olej przed waniem do silnika (rys. 3),
- Bw – olej podczas wymiany, tj. po przebiegu 90 000 km (rys. 4).



Rys. 3. Wykres przebiegu wartości współczynnika tarcia



Rys. 4. Wykres przebiegu wartości współczynnika tarcia

Na podstawie analizy charakterystyk współczynnika tarcia pary tarciowej czop stalowy–brązowa panewka, smarowanych olejem syntetycznym B, można stwierdzić, że:

- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju pobranego przed waniem do silnika wynosi  $\mu_{sBo} = 0,115$ ,
- średnia wartość współczynnika tarcia dla oleju pobranego po przebiegu 90 000 km, podczas jego wymiany, wynosi  $\mu_{sBw} = 0,068$ ,
- nie stwierdzono istotnych zmian temperatury oleju i panewki.

### Podsumowanie

Zamieszczone w pracy wyniki badań tribologicznych współczynnika tarcia pary tarciowej; stalowy czop–brązowa panewka, smarowanej olejem silnikowym, wykazały, że:

- olej mineralny „A” po przebiegu 60 000 km, po obowiązującym cyklu jego wymiany, wykazuje spadek wartości współczynnika tarcia o 23,88% – w odniesieniu do oleju świeżego,
- olej syntetyczny „B” po przebiegu 90 000 km, po obowiązującym cyklu jego wymiany, wykazuje spadek wartości współczynnika tarcia o 40,87% – w odniesieniu do oleju świeżego,

Reasumując, uzyskane wyniki badań wskazują, że obowiązujące przebiegi pojazdu, zgodnie z obowiązującymi cyklami wymiany oleju silnikowego, wpływają w większym stopniu niekorzystnie na właściwości tribologiczne oleju mineralnego. Olej silnikowy syntetyczny wykazuje, po 2-krotnie większym przebiegu, korzystniejszą charakterystykę współczynnika tarcia.

### Bibliografia

1. Golec K., Stępień Z.: Paliwa i oleje silnikowe. Skrypt Politechniki Krakowskiej, Kraków 1993.
2. Litwiński M.: Wspomaganie komputerowe w eksploatacji pojazdów. Praca magisterska, Politechnika Krakowska, Kraków 2005.
3. Litwiński M., Piec P.: Badania oleju smarowego metodą spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni. Wyd. Politechnika Warszawska, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, 2(61)/2006, 151–156.
4. Michałowska J.: Paliwa oleje smary. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1997.
5. Piec P.: Badania eksploatacyjne elementów i zespołów pojazdów szynowych. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2005.
6. Podniało A.: Paliwa, oleje i smary w ekologicznej eksploatacji. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003.

7. Praca zbiorowa: Ustalenie przyczyn nadmiernych zużyć i uszkodzeń wałów silników spalinowych a8c22. ZNTK Nowy Sącz, Instytut Pojazdów Szynowych, Kraków 1984.
8. Praca zbiorowa: Określenie optymalnego wykorzystania oleju silnikowego podczas prób silników spalinowych w hamowniach w ZNTK Poznań. Politechnika Krakowska, Instytut Pojazdów Szynowych, Kraków 1984.
9. Pytko S.: Podstawy trybologii i techniki smarowniczej. Wyd. AGH, Kraków 1984.

Recenzent:  
**Jan SENATORSKI**

### **Tribological testing of motor oil**

#### **Key words**

Motor oil, coefficient of friction.

#### **Summary**

The research concerns the effect of vehicle working conditions on the friction coefficient of steam frictional pivot-pan oiled by motor oil. The influence of the vehicle working conditions on changes to tribological characteristics of these elements, with respect to mineral and synthetic oil, was investigated.

