

Jan GUZIK*

OCENA WŁAŚCIWOŚCI TRIBOLOGICZNYCH OLEJÓW PRZEKŁADNIOWYCH

ASSESSMENT OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF GEAR OILS

Słowa kluczowe:

charakterystyka tribologiczna olejów, obciążenie zacierające, zużycie

Key-words:

tribological oils characteristic, scuffing load, wear

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań tribologicznych olejów przekładniowych świeżych i z eksploatacji oraz olejów z modelowymi zanieczyszczeniami (woda oraz ciała stałe). Badania wykonano w zmodernizowanym aparacie czterokulowym oraz w maszynie MT-1. W aparacie czterokulowym wyznaczono obciążenie zacierające dla badanych próbek, a w maszynie MT-1 – zależność momentu tarcia od nacisku jednostkowego i zużycie próbek stalowych podczas długotrwałego tarcia (72 h) węzła smarowanego badanymi olejami.

* Politechnika Radomska, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, al. Chrobrego 45, 26-600 Radom.

WPROWADZENIE

Zanieczyszczenia powstające podczas eksploatacji oleju smarowego, w tym przekładniowego, pogarszają jakość oleju i są przyczyną jego wymian. Użytkownik przy wymianie oleju powinien kierować się zaleceniami producenta maszyny (np. samochodu), ale zalecenia dostosowane są do typowych sytuacji. W sytuacjach nietypowych, przy wymuszeniach znacznie mniejszych lub znacznie większych od typowych lub dla nowych olejów, brakuje kryteriów wymiany.

Uznano za celowe określenie wpływu modelowych zanieczyszczeń na właściwości tribologiczne samochodowych olejów przekładniowych. Zanieczyszczeniami powstającymi podczas eksploatacji olejów są woda oraz zanieczyszczenia stałe.

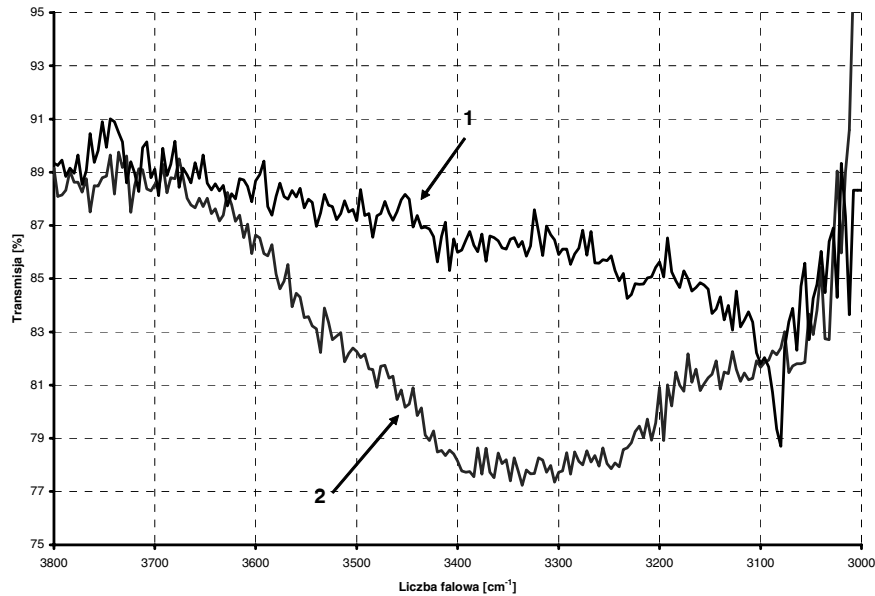
METODY BADAWCZE ORAZ BADANE PRÓBKI OLEJOWE

Wykorzystano dwa rodzaje maszyn tarciovych: zmodernizowany aparat czterokulowy, z rosnącym obciążaniem węzła tarcia [L. 1], do wyznaczania obciążenia zacierającego oraz maszynę tarciovą MT-1 służącą do pomiaru zużycia próbek stalowych podczas długotrwałego docierania węzła (3 doby). W maszynie MT-1 wyznaczano też zależność momentu tarcia od rosnącego nacisku jednostkowego [L. 2].

Widmo w podczerwieni oleju przekładniowego z eksploatacji wykazało, że zawiera on pewne ilości wody, o czym świadczy szeroki pik w paśmie 3400 cm^{-1} (Rys. 1).

Badania wykonano dla oleju przekładniowego Hipol 15F z eksploatacji oraz świeżego. Badano też olej świeży z zanieczyszczeniami modelowymi: wodą destylowaną (5% emulsja) oraz z pyłem testowym (2% dyspersja). Pył testowy z Arizony, stosowany do badania filtrów, składa się głównie z krzemionki, a ze względu na twardość może być ścierniwem, czyli spełniać warunki dla niekorzystnych cząstek stałych [L. 3]. W celu porównawczym badano też olej bazowy (niezawierający dodatków) czysty oraz z zawartością 2% pyłu testowego.

Metodyka badań w aparacie czterokulowym oraz w maszynie MT-1 była analogiczna do stosowanych i opublikowanych poprzednio [L. 4, 5, 6].



Rys. 1. Widmo w podczerwieni w paśmie 3400 cm^{-1} : 1 – świeży olej Hipol 15F, 2 – olej Hipol 15F z eksploatacji

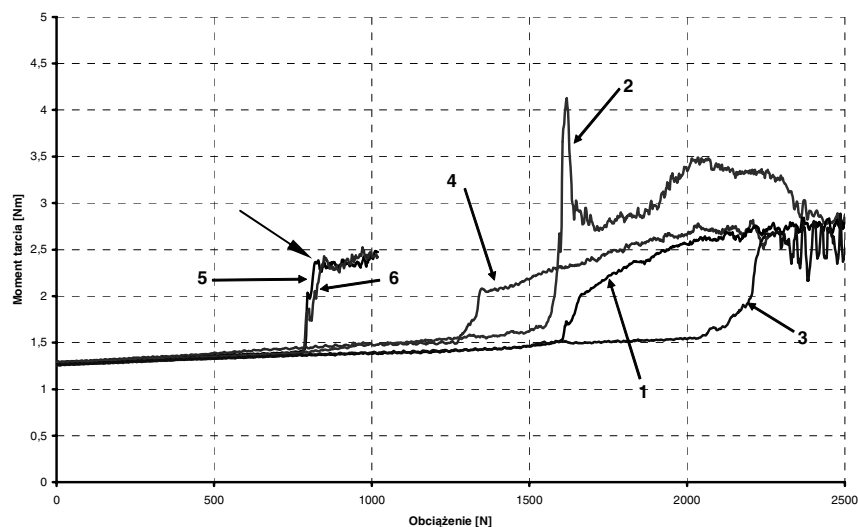
Fig. 1. IR spectrum on the range 3400 cm^{-1} : 1 – fresh oil Hipol 15F, 2 – used Hipol 15F

WYNIKI BADAŃ

Na **Rys. 2** porównano zmiany momentu tarcia wyznaczone w aparacie czterokulowym, a w **Tabeli 1** zestawiono wartości obciążenia zacierającego wynikające z tych pomiarów; podano też lepkości badanych olejów. Oznaczenia linii na **Rys. 2** są zgodne z **Tabelą 1**. Z **Rys. 2** i **Tabeli 1** wynika, że obciążenie zacierające dla oleju bazowego czystego i z pyłem testowym pokrywają się i są zdecydowanie mniejsze niż dla któregośkolwiek oleju przekładniowego. Wartości dla oleju przekładniowego (świeżego, z eksploatacji oraz zawierającego pył testowy) są zbliżone do siebie, natomiast najwyższe wartości stwierdzono dla oleju z wodą: być może odparowanie wody ochładza węzeł tarcia zmniejszając skłonność do szepień adhezyjnych.

Dalsze badania wykonano w maszynie MT-1 wyznaczając kolejno:

- a) moment tarcia w funkcji nacisku jednostkowego ($v = 0,1\text{ m/s}$, $p = \pm 25\text{ MPa}$),
- b) zużycie próbki stalowej podczas 72-godz. tarcia ($v = 0,4\text{ m/s}$, $p = 12,5\text{ MPa}$),
- c) ponowny pomiar momentu tarcia w funkcji nacisku jednostkowego, po tarcu wg **b**, w warunkach identycznych z punktem **a**.



Rys. 2. Porównanie zmian momentu tarcia w funkcji obciążenia, wyznaczone w węźle aparatu czterokulowego smarowanym badanymi olejami

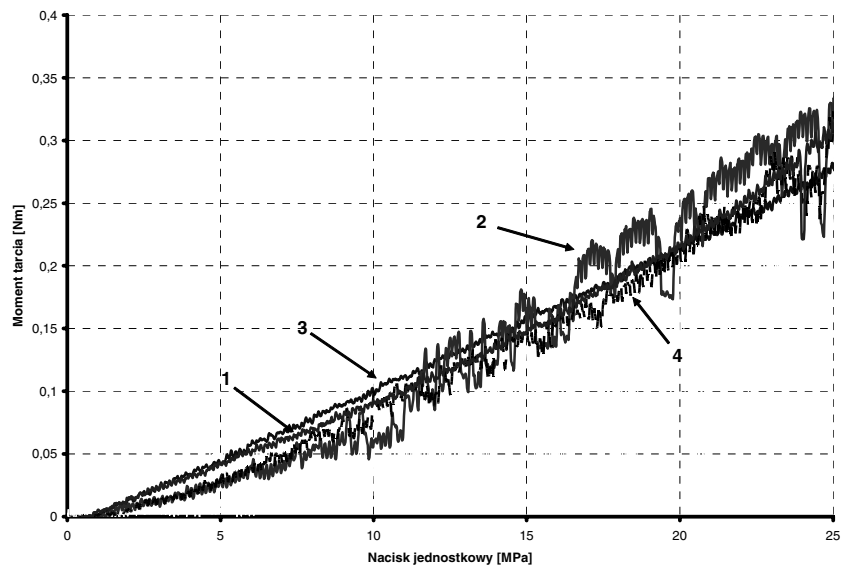
Fig. 2. Comparison changes of friction moment as a function of load using Four-Ball apparatus lubricating with tested oil

Tabela 1. Obciążenie zacierające wyznaczone na podstawie przebiegów z Rys. 2

Table 1. Scuffing load determinated considering Fig. 2 runs

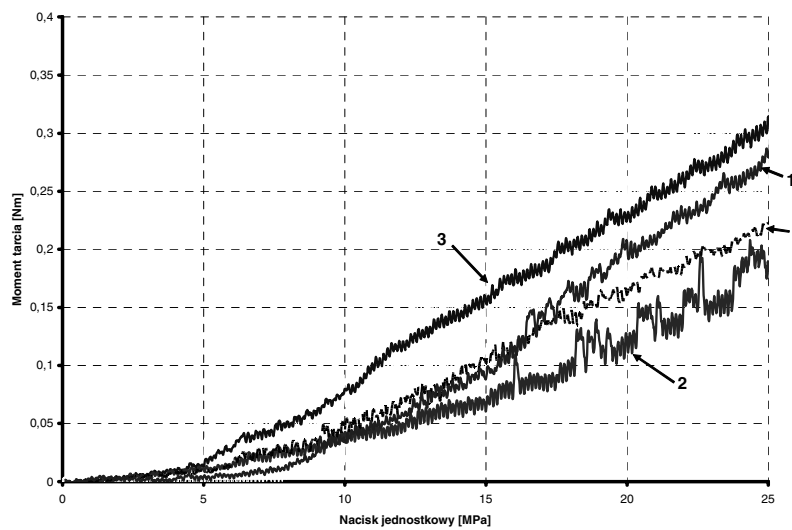
Nr	Oznaczenie próbki	Lepkość próbki w 40°C [mm ² /s]	Obciążenie zacierające [N]
1	Olej Hipol 15F, świeży	201,2	1600
2	Hipol 15F z eksploatacji	221,9	1550
3	Hipol 15F + 5% wody	-	2100
4	Hipol 15F + 2% pyłu	-	1300
5	Olej bazowy	92,1	800
6	Olej bazowy + 2% pyłu	-	800

Na **Rys. 3** porównano wartości momentu tarcia dla węzła maszyny MT-1, smarowanego olejami przekładniowymi po zalaniu oleju, czyli wg punktu **a**. Na **Rys. 4** przedstawiono analogiczne wartości wyznaczone wg punktu **c**; numery przebiegów są zgodne z **Tabelą 1**.



Rys. 3. Porównanie zależności momentu tarcia od nacisku wyznaczone w węźle maszyny MT-1 smarowanym olejami przekładniowymi przed długotrwałym tarcie

Fig. 3. Comparison dependence of friction moment on pressure determined using MT-1 machine lubricating with gear oils before prolonged friction process

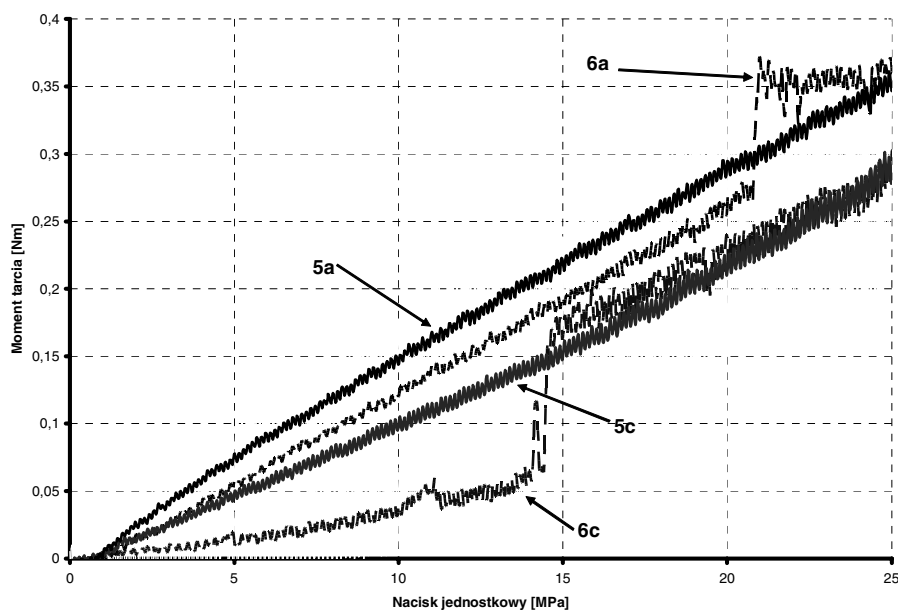


Rys. 4. Porównanie zależności momentu tarcia od nacisku wyznaczone w węźle maszyny MT-1 smarowanym olejami przekładniowymi po 72-godz. tarcia (wg punktu c)

Fig. 4. Comparison dependence of friction moment on pressure determined using MT-1 machine lubricating with gear oils after 72h friction process

Charakterystyka: moment tarcia w funkcji nacisku dla poszczególnych olejów przekładniowych przed długotrwałym tarcieniem jest dość zbliżona (**Rys. 3**), natomiast wyraźne różnice widać na **Rys. 4**: moment tarcia dla prawie wszystkich olejów zmniejszył się, co świadczy o docieraniu wężła, ale dla oleju z wodą (linia 3) docieranie nie nastąpiło.

Dla porównania przeprowadzono badania z pyłem testowym dla oleju bazowego; na **Rys. 5** porównano wyniki przed długotrwałym tarcieniem i po tarcieniu.



Rys. 5. Porównanie zależności momentu tarcia od nacisku podczas smarowania olejem bazowym czystym – 5 oraz z pyłem – 6; przed tarcieniem – a oraz po tarcieniu – c

Fig. 5. Comparison dependence of friction moment on kind of lubricating oils: fresh base oil – 5, base oil containing dust – 6; before friction – a, after friction process – c

Można zauważyć, że wprowadzenie pyłu testowego do oleju bazowego zupełnie zmienia zależność momentu tarcia od nacisku: dla oleju czystego moment tarcia rośnie regularnie przy wzroście nacisku, a dla oleju z dyspersją pyłu przy pewnym nacisku następuje skokowy wzrost wartości momentu tarcia. Tymczasem wprowadzenie pyłu testowego do oleju przekładniowego nie powodowało istotnych zmian zależności momentu tarcia od nacisku jednostkowego (**Rys. 3 i 4**).

W **Tabeli 2** porównano średnią intensywność zużycia próbek stalowych w maszynie MT-1 podczas długotrwałego tarcia (72 h, wg punktu **b**).

Tabela 2. Intensywność zużycia próbek stalowych w węźle maszyny MT-1

Table 2. Wear intensity of steel samples in friction pair of MT-1 machine

Nr	Oznaczenie próbki	Intensywność zużycia próbki stalowej [$\mu\text{m/h}$]
1	Olej Hipol 15F, świeży	0,054
2	Hipol 15F z eksploatacji	0,069
3	Hipol 15F + 5% wody	0,048
4	Hipol 15F + 2% pyłu testowego	0,065
5	Olej bazowy	0,035
6	Olej bazowy + 2% pyłu testowego	1,578

Intensywność zużycia dla oleju przekładniowego z eksploatacji oraz dla oleju z pyłem testowym jest nienacznie większa, niż dla oleju świeżego (z wodą nieco mniejsza). Porównawcze badania dla oleju bazowego z pyłem testowym wykazały wielokrotnie większą (30–50 razy) intensywność zużycia. Pył wprowadzony do oleju przekładniowego nie powodował takich skutków. Należy w przyszłości wyjaśnić, czy różnica spowodowana była obecnością dodatków, czy też różną lepkością olejów.

WNIOSKI

Na podstawie otrzymanych wyników można przedstawić następujące wnioski:

1. Badania tribologiczne olejów z eksploatacji powinny być możliwie szerokie; pojedyncze oznaczenia, jak np. wysokie obciążenie zacierające dla emulsji wody w oleju (**Rys. 2**) nie dowodzi dobrych właściwości tribologicznych.
2. Wprowadzenie wody do oleju przekładniowego zwiększa opory tarcia (podwyższa moment tarcia, **Rys. 4**), a pył testowy zwiększa nieco intensywność zużycia stalowych elementów węzła tarcia.

3. W odróżnieniu od oleju bazowego zaskakująco mały jest wpływ pyłu testowego w oleju przekładniowym na zużycie próbek stalowych; w dalszych badaniach należałoby wyjaśnić przyczynę różnic.

LITERATURA

1. Maciąg A., Olszewski W., Guzik J.: Czterokulowa maszyna tarcia. Rozszerzenie możliwości badawczych w warunkach zmiennych obciążeń, mat. Konferencji XXVI Szkoła Tribologiczna, Łódź–Niedzica 2003, s. 95–100.
2. Guzik J., Maciąg A.: Maszyna MT-1 do badania własności tribologicznych ze zmianą nacisku jednostkowego, mat. konf. XXVI Szkoła Tribologiczna, Łódź–Niedzica 2003, s. 33–38.
3. Spałek J.: Badania tarcia i zużywania przy smarowaniu zanieczyszczonym olejem, Tribologia 5–6/1997, s. 902–909.
4. Guzik J.: Ocena właściwości tribologicznych olejów silnikowych, Tribologia, 4/2009, s. 61–68.
5. Guzik J.: Pomiar właściwości tribologicznych olejów smarowych, Bezpieczeństwo i ekonomika użytkowania samochodów ciężarowych i autobusów, wyd. PR. Radom 2007, s. 41–48.
6. Guzik J.: Charakterystyki tribologiczne płynów eksploatacyjnych, Tribologia 2/2008, s. 207–214.

Recenzent:
Janusz JANECKI

Summary

The results of the tribological test of fresh and used gear oils and model-polluted oils (containing water and solid substance) are presented in this paper. The scuffing load was determined in an updated Four-Ball machine for tested samples. The dependence of friction moment on the pressure and wear of steel samples during a prolonged (72h) friction process was determined in the lubricated friction pair of the MT-1 machine.