

Jan GUZIK*

OCENA WŁAŚCIWOŚCI TRIBOLOGICZNYCH OLEJÓW SILNIKOWYCH

ASSESSMENT OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF MOTOR OILS

Słowa kluczowe:

charakterystyka tribologiczna olejów, obciążenie zacierające, zużycie

Key-words:

tribological characteristic of oils, seizing load, wear

Streszczenie

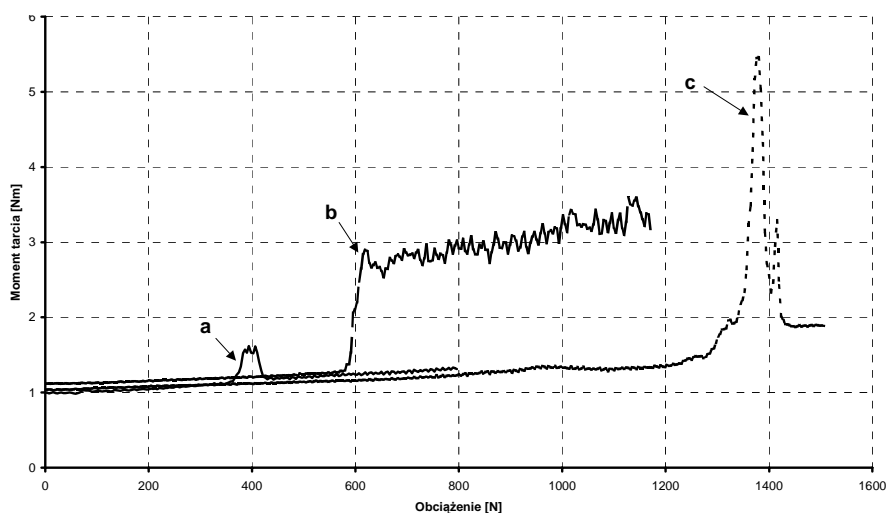
W artykule przedstawiono wyniki badań tribologicznych handlowych olejów silnikowych, świeżych oraz z eksploatacji. Porównano też wyniki dla próbek modelowych z dodatkami przeciwzużyciowymi. Badania wykonano w zmodernizowanym aparacie czterokulowym oraz w maszynie MT-1. Wyznaczono obciążenie zacierające badanych próbek. Dla wybranych olejów zmierzono też zużycie próbek stalowych podczas długotrwałej współpracy węzła maszyny MT-1 smarowanego badanymi olejami. Zużycie próbek stalowych podczas smarowania różnymi olejami porównano na **Rys. 4 i 7**.

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

Opisaną procedurę autor uważa za dobrą podstawę do oceny właściwości tribologicznych olejów smarowych.

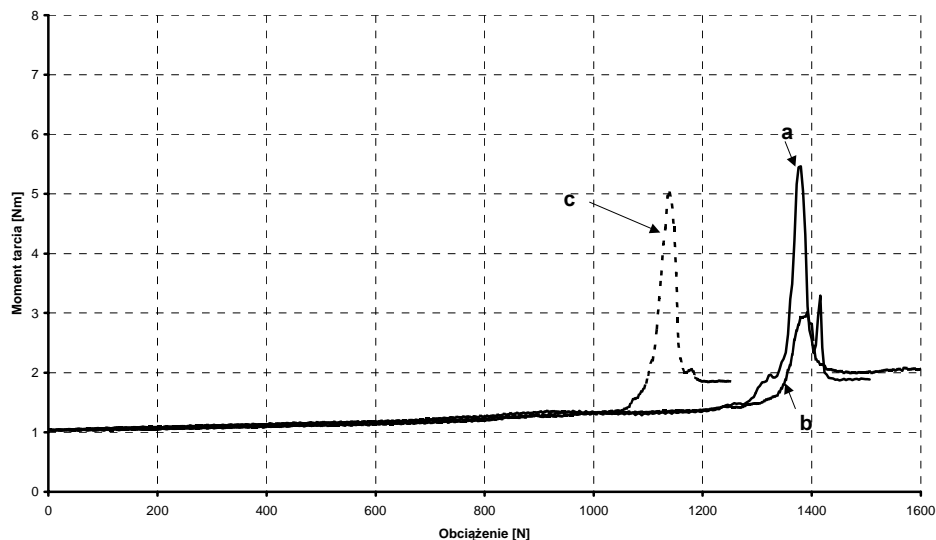
WPROWADZENIE

W poprzednich artykułach przedstawiono wyniki oznaczeń obciążenia zacierającego dla różnych płynów eksploatacyjnych [L. 1, 2]. Badania wykonano w zmodernizowanym aparacie czterokulowym z szybkością narastania obciążenia wynoszącą 40 N/s [L. 3]. Podobne szybkości narastania obciążenia stosowane były wg włoskiej normy [L. 4] i w badaniach innych autorów [L. 5]. **Rysunek 1** ilustruje wpływ lepkości oleju oraz obecności w oleju dodatku przeciwzużyciowego (AW), a **Rys. 2** przedstawia wpływ rodzaju i zawartości dodatku AW w oleju bazowym na obciążenie zacierające. Skład próbek olejowych podano w **Tabeli 1**.



Rys. 1. Porównanie obciążenia zacierającego wyznaczonego w aparacie czterokulowym z obciążeniem narastającym z szybkością 40 N/s: a) olej napędowy, b) olej bazowy (Hydrorafinat II), c) olej bazowy + 2% dodatku AW1a

Fig. 1. The comparison of seizing load determined in FBA with growing load at the rate of 40 N/s: a) diesel oil, b) base oil (Hydrorafinat II), c) base oil + 2% additive AW1a



Rys. 2. Porównanie obciążenia zacierającego: a) 2%AW1a, b) 5%AW1b, c) 2%AW2

Fig. 2. The comparison of seizing load: a) 2%AW1a, b) 5%AW1b, c) 2%AW2

Porównanie na **Rys. 1** pokazuje pewien wpływ lepkości na obciążenie zacierające. Okazuje się, że obecność dodatku AW znacznie bardziej podwyższa obciążenie zacierające (**Rys. 1 i 2**). Otrzymane wyniki potwierdzają przydatność proponowanej metody do wstępnego porównania parametrów tribologicznych płynów eksploatacyjnych. Analogiczne oznaczenia wykonano (i przedstawiono w artykule) także dla innych próbek olejowych.

Dokładniejsza ocena właściwości tribologicznych możliwa jest w bardziej skomplikowanych oznaczeniach, np. w węźle maszyny MT-1, gdzie można wyznaczyć zużycie metalowych próbek.

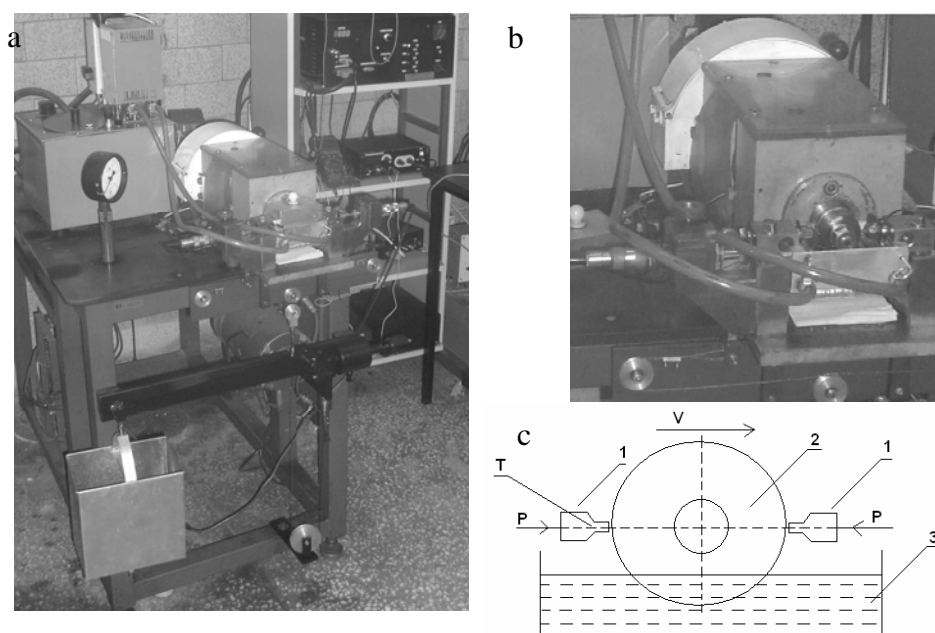
METODA BADAŃ I OZNACZENIA BADANYCH PRÓBEK

Oznaczono obciążenie zacierające w aparacie czterokulowym (z szybkością narastania obciążenia 40 N/s), a dla wybranych próbek także zużycie stałych próbek. Pomiary w maszynie MT-1 wykonano wg opracowanej wcześniej procedury [**L. 6**]. Po przygotowaniu węzła tarcia i zalaniu go badanym olejem zmierzono kolejno: **a)** zależność współczynnika tarcia od nacisku jednostkowego, **b)** zużycie w czasie długotrwałej współpracy węzła z badanym olejem (docieranie węzła), **c)** zależność jak w punkcie a),

ale po docieraniu wężła. Wyniki zapisywano na bieżąco w komputerze i przeliczano na jednostki fizyczne po zakończeniu pomiarów. Oznaczenia wg a) i c) wykonano w warunkach tarcia mieszanego ($v = 0,1$ m/s; $p = 0\div 25$ MPa). W artykule przedstawiono zmierzoną wartość zużycia obydwu próbek stalowych (po uśrednieniu) podczas docierania wg pkt. b) przy ustalonych wymuszeniach: $v = 0,4$ m/s; $p = 12,5$ MPa.

Opisane oznaczenia zużycia próbek stalowych wykonano w zmodernizowanej maszynie tarciowej MT-1 pokazanej na **Rys. 3 [L. 7]**.

W **Tabeli 1** podano skład i lepkości kinematyczne badanych próbek. Próbka 10 różni się znacznie lepkością od próbki 8, gdyż na dolewki podczas eksploatacji stosowano olej 0W/40.



Rys. 3. Widok maszyny MT-1 (a), jej węzła tarcia (b) oraz schemat węzła tarcia (c): 1 – próbka stalowa, 2 – przeciwp próbka, 3 – próbka badanego oleju, T – temperatura, v – prędkość ślizgania, p – nacisk jednostkowy

Fig. 3. View of MT-1 machine (a), its friction pair (b) and scheme of friction pair (c): 1 – steel sample, 2 – antisample, 3 – sample of tested oil, T-temperature, v – sliding speed, p – pressure

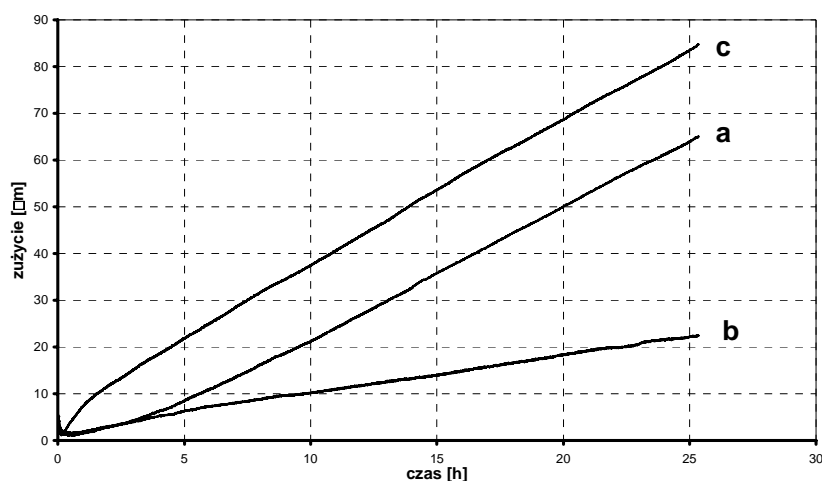
Tabela 1. Skład i lepkość kinematyczna badanych próbek

Table 1. Composition and kinematic viscosity of the test samples

Nr próbki	Oznaczenie i skład próbki olejowej	Lepkość kinematyczna w temperaturze 40°C, mm ² /s
1	Olej napędowy	2,76
2	Olej bazowy hydrorafinat II (H2)	92,13
3	AW1a, 2% roztwór dodatku AW, rodzaj 1 w H2	91,4
4	AW1b, 5% roztwór dodatku AW, rodzaj 1 w H2	86,1
5	AW2, 2% roztwór dodatku AW, rodzaj 2 w H2	88,4
6	Olej silnikowy SAE 15W/40, SF/CC	117,58
7	Olej silnikowy SAE 10W/40	107,70
8	Olej silnikowy SAE 5W/50, SJ/CF	105,02
9	Próbka nr 8 + 2% wody	105,37
10	Próbka nr 8 po przebiegu ok. 20 tys. km	86,32

WYNIKI BADAŃ

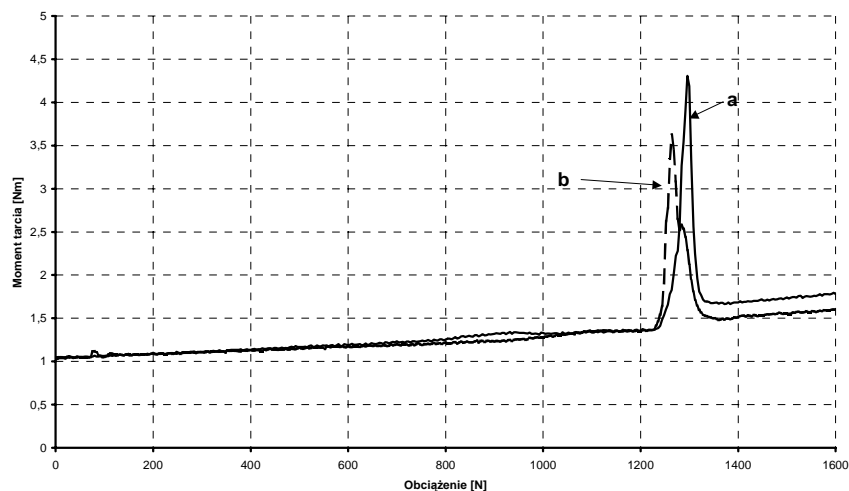
Na **Rysunku 4** porównano zużycie próbek stalowych w węźle maszyny MT-1 smarowanym olejami modelowymi zawierającymi dodatki AW, dla których na **Rys. 2** przedstawiono obciążenie zacierające.



Rys. 4. Zużycie próbek stalowych podczas docierania węzła maszyny MT-1 smarowanego olejem bazowym z dodatkami przeciwwzyciowymi: a) 2%AW1a, b) 5%AW1b, c) 2%AW2

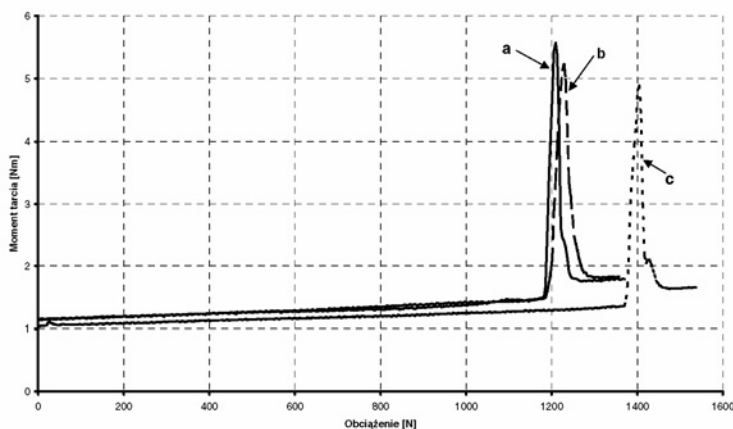
Fig. 4. Wear of steel samples during running-in process in friction pair of MT-1 machine lubricated with base oil with anti-wear additives: a) 2%AW1a, b) 5%AW1b, c) 2%AW2

Na **Rys. 5** porównano obciążenie zacierające dla handlowych olejów silnikowych opisanych w **Tabeli 1**.



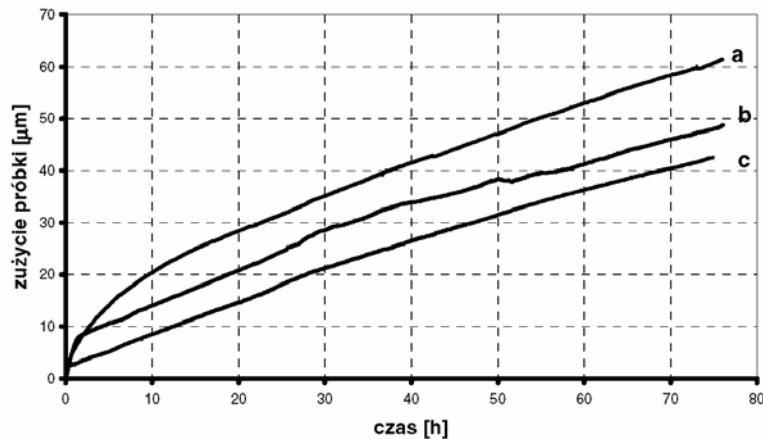
Rys. 5. Obciążenie zacierające podczas smarowania węzła olejem: a) pr. 6, b) pr. 7
Fig. 5. Sizing load determined in FBA lubricating with oil: a) sample 6, b) sample 7

Na **Rys. 6** porównano obciążenie zacierające zmierzone podczas smarowania węzła świeżym olejem syntetycznym (próbka 8 wg **Tab. 1**), tym samym olejem zanieczyszczonym zemulgowaną wodą (pr. 9) oraz olejem po przebiegu 20 tys. km (pr. 10). Na **Rys. 7** porównano zużycie próbek stalowych w węźle MT-1 smarowanym tymi olejami.



Rys. 6. Obciążenie zacierające wyznaczone w aparacie czterokulowym smarowanym olejem: a) próbka 8, b) próbka 9, c) próbka 10

Fig. 6. Sizing load determined in FBA lubricating with oil: a) sample 8, b) sample 9, c) sample 10



Rys. 7. Porównanie zużycia próbek podczas docierania wężła maszyny MT-1 smarowanego olejem: a) próbka 8, b) próbka 9, c) próbka 10

Fig. 7. The comparison wear of steel samples during running-in process in MT-1 machine lubricating with oil: a) sample 8, b) sample 9, c) sample 10

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Wyznaczenie obciążenia zacierającego jest dobrą i szybką metodą porównania jakości olejów smarowych poważnie różniących się właściwościami tribologicznymi. Gdy różnice są niewielkie (linie a i b na **Rys. 2, 5** oraz **6**), konieczne są dokładniejsze oznaczenia. Pomiar zużycia próbek stalowych w wężle maszyny MT-1 różnicuje takie oleje. Wyniki na **Rys. 4** pozwalają rozróżnić próbki różniące się zawartością dodatku AW. Z kolei **Rys. 7** potwierdza, że badany olej syntetyczny po przebiegu 20 tys. km ma jeszcze dobre właściwości tribologiczne (czyli wymieniono go zbyt wcześnie), a smarowanie wężła emulsją wodno-olejową pogarsza zużycie próbek jedynie w pierwszym okresie.

Na podstawie otrzymanych wyników można sformułować wnioski:

1. Pomiar obciążenia zacierającego może być wstępną metodą oceny właściwości tribologicznych płynów eksploatacyjnych.
2. Pomiar zużycia próbek stalowych w maszynie MT-1 różnicuje właściwości tribologiczne badanych olejów.
3. Należy wyjaśnić w dalszych badaniach, czy otrzymane wyniki zużycia próbek przy smarowaniu emulsją wodno-olejową dotyczą tylko badanego oleju, czy też innych olejów smarowych.

LITERATURA

1. Guzik J.: Charakterystyki tribologiczne płynów eksploatacyjnych, Tribologia 2/2008, s. 207–214.
2. Guzik J.: Pomiar właściwości tribologicznych olejów smarowych, Bezpieczeństwo i ekonomika użytkowania samochodów ciężarowych i autobusów, wyd. PR. Radom 2007, s. 41–48.
3. Maciąg A., Olszewski W., Guzik J.: Czterokulowa maszyna tarcia. Rozszerzenie możliwości badawczych w warunkach zmiennych obciążeń, mat. konf. XXVI Szkoła Tribologiczna, Łódź – Niedzica 2003, s. 95–100.
4. Norma FIAT 50500.
5. Kałdoński T.: O normatywnych badaniach smarności na aparacie czterokulowym, Tribologia, 1, 1990, s. 18–22.
6. Guzik J.: Zmiany właściwości tribologicznych w procesie tarcia powodowane tworzeniem eksploatacyjnej warstwy wierzchniej, Prace Naukowe Wydz. Mechanicznego Politechniki Radomskiej, nr 1, 2002, s. 250–261.
7. 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.

Recenzent:
Andrzej KULCZYCKI

Summary

Results of tribological properties of fresh and used commercial oils were presented in this article. Effects for model samples with anti-wear additives were compared. We used Four Ball Apparatus (FBA) and MT-1 machine for the tests. Seizing load of the samples wear determined. Wear of steel samples for selected oils during prolonged collaboration MT-1 friction pair (lubricated with tests oils) were measured. Wear of steel samples during lubrication process with various oils were compared in the Fig. 4 and 7.

The author considers described procedure as a good basis to assessment of tribological properties lube oils.