

Andrzej Szymon WALISZEWSKI*

WPLYW PROMIENIOWANIA ULTRAFIOLETOWEGO NA LEPKOŚĆ OLEJÓW SMAROWYCH

EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE VISCOSITY OF LUBRICATING OILS

Słowa kluczowe:

olej smarowy, promieniowanie UV-C, utlenianie, lepkość

Key words:

lubricating oil, UV-C radiation, oxidation, viscosity

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań lepkości próbek mineralnego oleju bazowego, oleju bazowego z dodatkiem typu wiskozatora oraz oleju silnikowego po ich naświetleniu promieniowaniem ultrafioletowym UV-C w różnych sekwencjach czasowych.

Wykazano, że istnieje wpływ czasu naświetlania tych próbek na zmiany ich lepkości kinematycznej oraz na wskaźnik lepkości. Uznano,

* Politechnika Poznańska, Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań.

że prezentowana metoda nadaje się do badań porównawczych stabilności lepkości olejów smarowych.

WPROWADZENIE I CEL PRACY

W celu porównania stabilności lepkości olejów smarowych należy poddać je działaniu wymuszeń energetycznych bądź to w warunkach rzeczywistej eksploatacji, bądź podczas prób laboratoryjnych na stanowiskach modelowych.

Powszechnie stosowany jest test ścinania olejów metodą ultradźwiękową lub poddawanie olejów naprężeniom ścinającym [L. 1].

Inną z form wymuszeń energetycznych może być poddanie oleju działaniu promieniowania ultrafioletowego UV-C. Jest to promieniowanie jonizujące, wysokoenergetyczne (4,43–6,21 eV) [L. 2].

W jednej z wcześniejszych prac wykazano, że metoda taka może być wykorzystana do oceny odporności olejów na utlenianie [L. 3, 4]. Wiadomo, że utlenianiu olejów bazowych towarzyszą zmiany jego lepkości. Jeśli jednak w olejach występują dodatki uszlachetniające typu wiskozatorów, to napromieniowany olej może zmieniać również swoją lepkość, nie tylko w wyniku jego utleniania, ale również na skutek degradacji lub depolimeryzacji tych dodatków. Pod działaniem bowiem promieniowania cząsteczki materii zostają wzbudzone i w dalszej konsekwencji może to prowadzić do ich rozkładu na cząsteczki prostsze.

W układach smarowania promieniowanie UV-C wprawdzie nie występuje w makroskali, ale w odróżnieniu od metody ścinania olejów wykorzystującej ultradźwięki, w trakcie działania tego promieniowania zachodzi może jednocześnie proces utleniania oleju i proces destrukcji wiskozatora. A przecież wiadomo, że procesy te zachodzą łącznie w węzłach tarcia i oba mają wpływ na charakterystyki lepkościowo-temperaturowe olejów w eksploatacji.

Celem prezentowanej tu pracy było zbadanie wpływu oddziaływania promieniowania UV-C na zmiany lepkości olejów mineralnych zawierających dodatki uszlachetniające.

METODYKA BADAŃ

Obiektem badań były próbki mineralnego oleju bazowego SN-400 klasy SAE 30 oraz tegoż oleju z dodatkiem 5% wagowych polimetakrylanu o nazwie „Garbakryl” (stosowanego do olejów smarowych w celu po-

prawy charakterystyk lepkościowo-temperaturowych), a także próbki mineralnego oleju silnikowego klasy SAE 15W-40, API SJ/CF zawierającego oprócz wiskozatora także inne dodatki uszlachetniające.

Próby laboratoryjne polegały na:

- poddaniu próbek olejów działaniu promieniowania UV-C w ciągu 2 i 4 godzin,
- zbadaniu lepkości kinematycznej tych olejów przed i po procesie naświetlania, w zakresie temperatur od 27°C do 100°C, przy wykorzystaniu kapilary Pinkiewicza,
- wyznaczeniu wskaźnika lepkości.

Próbki oleju wlewano do kuwet o wymiarach 8 x 9 cm, wykonanych z blachy aluminiowej tak, aby otrzymać warstwę oleju o grubości 2 mm. Kuwety te umieszczano pod lampą o mocy 75 VA, wyposażoną w dwie świetlówki typu TUV 30, emitujące promieniowanie UV-C o długości fali 253,7 nm i natężeniu w odległości 1 m – 3,6 W/m².

Odległość świetlówek od kuwet z próbkami wynosiła 10 cm.

WYNIKI POMIARÓW I ICH ANALIZA

Wyniki pomiarów uzyskane podczas wykonywanych prób laboratoryjnych, po ich opracowaniu statystycznym, zestawiono w **Tabeli 1** oraz przedstawiono na wykresach (**Rys. 1 i 2**).

Analizując wartości średnie lepkości kinematycznej badanych olejów można zauważyć, że w pierwszym okresie ich naświetlania, do 2 godzin, wartości te nie zmieniają się lub zmieniają się nieznacznie. Natomiast po napromieniowaniu próbek przez 4 godziny obserwuje się już większe zmiany lepkości. Największe jednak różnice, w stosunku do wartości lepkości dla olejów przed naświetlaniem, stwierdzono podczas pomiarów lepkości w temperaturze 27°C. W temperaturach wyższych zmiany lepkości są już mniejsze albo – jak w przypadku oleju bazowego SN 400 – nie obserwuje się ich wcale.

Zmiany lepkości oleju zarówno w temperaturach niższych, jak i wyższych, rzutują na wartości wskaźnika lepkości i kierunek ich zmian.

Na wykresie przedstawionym na **Rys. 2** widać wyraźnie, że wskaźnik lepkości dla oleju bazowego po jego napromieniowaniu maleje, podczas gdy dla tegoż oleju z 5% dodatkiem polimetakrylanu – rośnie. Podobną tendencję wzrostu można stwierdzić dla oleju silnikowego SAE 15W/40.

Taki stan rzeczy można tłumaczyć tym, że produkty utleniania oleju bazowego zwiększają jego lepkość głównie w temperaturach niższych, natomiast w temperaturach wyższych zwiększają swoją płynność nie podnosząc lepkości oleju.

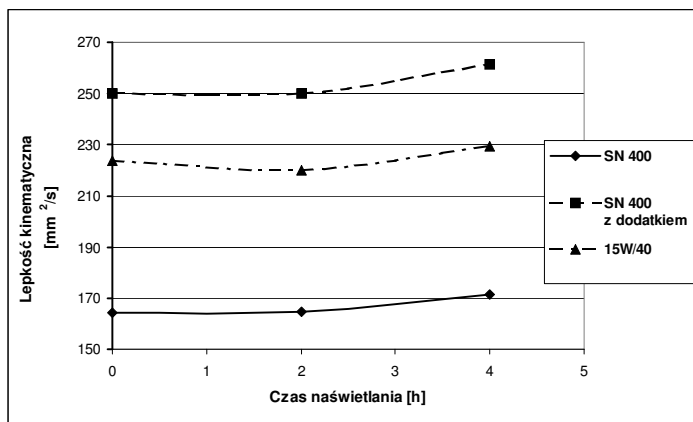
Tabela 1. Zestawienie wartości średnich lepkości kinematycznej próbek badanych olejów

Table 1. Specification of average values of kinematic viscosity of oil samples

Nazwa oleju ↓	Czas naświetlania [h] ↓	Wartość średnia lepkości kinematycznej badanego oleju [mm ² /s]					Wskaźnik lepkości
		Temperatura pomiaru →	27°C	40°C	49°C	69°C	
SN 400	0	164,2	78,0	48,2	22,7	9,1	89,2
	2	164,8	78,2	48,2	22,6	9,1	88,8
	4	171,5	80,0	53,1	22,6	9,0	82,9
SN 400 z dodatkiem	0	250,0	124,9	79,3	38,0	15,4	128
	2	250,0	124,9	78,2	38,0	15,4	128
	4	261,2	131,4	86,0	40,3	16,4	133
15W/40	0	223,7	110,2	75,8	33,0	13,4	118
	2	220,0	113,0	75,1	36,1	14,0	125
	4	229,2	116,7	77,2	36,1	14,9	131

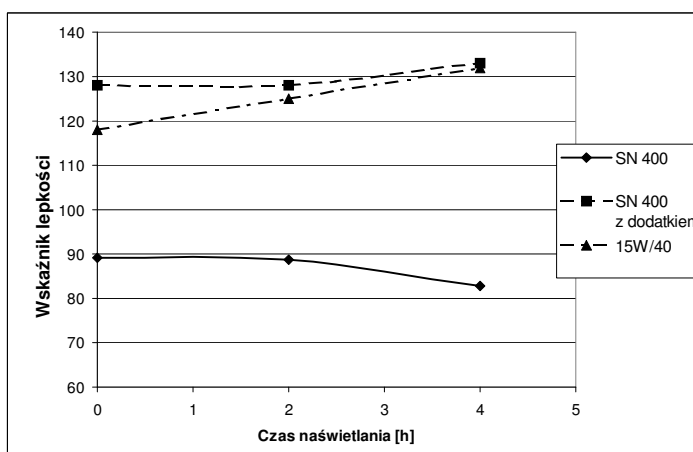
W pozostałych próbkach olejów, zawierających dodatek poprawiający ich właściwości lepkościowo-temperaturowe, wynikiem oddziaływania promieniowania UV-C jest powstanie takich produktów utlenienia, które łącznie z wymienionymi powyżej wiskozatorami i innymi dodatkami uszlachetniającymi oraz produktami ich utleniania, powodują w efekcie końcowym wzrost wskaźnika lepkości.

W przypadku oleju silnikowego SAE 15W/40 daje się zaobserwować pewien spadek lepkości po 2 godzinach jego naświetlania. Świadczyć by to mogło o degradacji zawartego w nim wiskozatora lub innych dodatków, które w wyniku napromieniowania zwiększyły swoją płynność, a nie zostało to zrekompensowane przez zbyt małe jeszcze – w tym okresie – nagromadzenie się produktów utleniania samego oleju bazowego.



Rys. 1. Wpływ czasu naświetlania olejów promieniowaniem UV-C na wartości ich lepkości kinematycznej mierzonej w temperaturze 27°C

Fig. 1. Impact of oil exposure time of UV-C on the value of their kinematic viscosity measured at 27°C



Rys. 2. Wpływ czasu naświetlania olejów promieniowaniem UV-C na wartości ich wskaźnika lepkości

Fig. 2. Impact of oil exposure time of UV-C on the value of their viscosity index

WNIOSKI

W oparciu o analizę wyników badań można stwierdzić istnienie zależności pomiędzy czasem naświetlania próbek olejów bazowych i uszlachetnionych promieniowaniem ultrafioletowym z zakresu UV-C a wartością lepkości tych olejów.

W szczególności zaobserwowano, że wskaźnik lepkości oleju bazowego obniża się w wyniku działania tego promieniowania, a wskaźniki lepkości olejów uszlachetnionych zwiększają się.

Proponowana metoda różnicuje pod tym względem oleje o różnym genotypie, a więc nadaje się do badań porównawczych.

Wyjaśnienie mechanizmu degradacji bądź depolimeryzacji dodatku lepkościowo-temperaturowego pod wpływem stosowanego tu promieniowania wymaga dalszych badań wspomaganych analizami spektralnymi. Metodę badań spektralnych metakrylanów poddanych działaniom promieniowania ultrafioletowego znaleźć można w literaturze [L. 5].

LITERATURA

1. Hamilton G.M., Bottomley L.: Measurement of viscosity loss of polymer-containing oils at high shear stresses, *Tribology International*, volume 20, issue 1, 1987, s. 41–48.
2. Latanowicz L., Latosińska J.L.: *Promieniowanie ultrafioletowe a środowisko*, PWN 1999.
3. Waliszewski A.Sz., Górski Z.: Badanie utleniania olejów smarowych z wykorzystaniem wysokoczułej kamery skanującej CCD, *Prace Naukowe Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej*, nr 87, seria Konferencje, nr 27, 2002, s. 354–359.
4. Waliszewski A.Sz., Moszak M.: Wpływ oddziaływanie promieniowania ultrafioletowego na właściwości smarne olejów mineralnych, *Tribologia* nr 4, 2004, s. 293–299.
5. Mitsuoka, T., A. Torikai, K. Fueki: Wavelength sensitivity of the photodegradation of poly(methyl methacrylate). *Journal of Applied Polymer Science* 47, 1993, s. 1027–1032.

Recenzent:

Marian W. SUŁEK

Summary

The article presents the study of viscosity changes of samples of mineral base oil, base oil with viscosity additive and engine oil after they have been exposed to UV-C radiation at different time sequences.

The research indicates that exposure time changes the viscosity and viscosity index of the samples. It was considered that the presented method is suitable for comparative studies of the viscosity stability of lubricating oils.