

Stanisław Oleksiak

Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Ocena odporności na ścinanie samochodowych olejów przekładniowych

W artykule omówiono klasyfikację lepkościową samochodowych olejów przekładniowych, mechanizm działania wiskozatorów i metody oceny odporności na ścinanie. Zgodnie z SAE J306, ocena względnej utraty lepkości oleju prowadzona jest według normy CEC L-45-99 przy użyciu aparatu czterokulowego wyposażonego w głowicę z łożyskiem stożkowym. Przedstawiono szczegóły procedury badania CEC L-45-99 z uwzględnieniem precyzji metody oszacowanej na podstawie badań międzylaboratoryjnych. Zamieszczono przykładowe wyniki badań różnych olejów przekładniowych.

Słowa kluczowe: oleje przekładniowe, test KRL, test TRB, odporność na ścinanie.

Determining the shear stability of automotive gear oils

The article discusses the viscosity classification of automotive gear oils, mechanism of viscosity modifiers action and methods of assessing shear stability. According to SAE J306 the evaluation of relative oil viscosity loss is done using the CEC L-45-99 test method using the four-ball tester equipped with the tapered roller bearing adapter. Details of the CEC L-45-99 test procedure is presented taking into account the precision of the method estimated on the basis of interlaboratory studies. Test results of different gear oils are also included.

Key words: gear oils, KRL test, TRB test, shear stability.

Wprowadzenie

Jednym z podstawowych zadań środków smarowych stosowanych w przekładniach zębatych jest zabezpieczenie powierzchni zębów przed zużyciem przez utworzenie filmu smarującego o odpowiedniej grubości. W przypadku olejów przekładniowych uzyskanie pożądanej grubości filmu smarującego uzależnione jest przede wszystkim od lepkości oleju, która z kolei jest funkcją lepkości olejów bazowych i modyfikatorów lepkości (jeśli są dodawane). Gdy komponenty te ulegają w czasie pracy ścinaniu, dochodzi do utraty lepkości oleju i zmniejszenia grubości filmu, co zwiększa ryzyko wystąpienia styku powierzchni typu metal-metal i skrócenia żywotności przekładni.

Rosnący nacisk na oszczędność paliwa, wydłużone okresy między wymianami oleju i wprowadzenie nowych paramet-

trów jakościowych, w tym wymagań dotyczących rozszerzonego zakresu temperatury pracy, spowodowały wzrost zastosowania wielosezonowych olejów przekładniowych nowych klas lepkościowych. Oleje te mogą zawierać stosunkowo wysoki poziom dozowania dodatków polimerowych.

Samochodowe skrzynie biegów przechodzą szybką i nieustanną ewolucję. Od zwykłych skrzyń manualnych, przez automaty i sekwencje, po dzisiejsze skomplikowane przekładnie dwusprzęgłowe. Stosowane w nich mechanizmy z biegiem czasu zaczęły pracować pod coraz większym obciążeniem, a to stawiało nowe wyzwania przed producentami olejów przekładniowych. Poprawa aerodynamiki samochodów, zmniejszenie wymiarów przekładni głównej i elementów układu napędowego spowodowały w ostatnich

latach znaczący wzrost temperatur pracy przekładni. Zmiany te przyczyniły się do rosnącego zainteresowania olejami przekładniowymi syntetycznymi lub częściowo syntetycznymi, zawierającymi duże ilości (nawet powyżej 25%) modyfikatorów lepkości. Równoległe ze zmianami w technologii produkcji olejów przekładniowych pojawiały się nowe metody badawcze, które miały określać odporność olejów przekładniowych na ścinanie i wskazywać ich rzeczywistą przydatność do stosowania w praktyce.

Klasyfikacja lepkościowa olejów przekładniowych SAE J306 zawiera dodatkowe wymaganie pozostania oleju w deklarowanej klasie lepkości po 20-godzinnym ścinaniu w łożysku stożkowym, zgodnie z procedurą badawczą CEC L-45-99.

Aktualnie obowiązującą wersję klasyfikacji SAE J306 przedstawiono w tabelicy 1 [10].

Tablica 1. Klasyfikacja lepkościowa olejów przekładniowych SAE J 306 JUN2005 [10]

Klasa lepkości SAE	Najwyższa temperatura dla lepkości 150 000 cP [°C]	Lepkość kinematyczna w temperaturze 100°C [mm ² /s]	
		minimum	maksimum
70W	-55	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7,0	-
85W	-12	11,0	-
80*	-	7,0	< 11,0
85*	-	11,0	< 13,5
90*	-	13,5	< 18,5
110*	-	18,5	< 24,0
140*	-	24,0	< 32,5
190*	-	32,5	< 41,0
250*	-	41,0	-

* Olej musi spełniać limit minimalnej lepkości po 20-godzinnym ścinaniu w łożysku stożkowym, zgodnie z procedurą badawczą CEC L-45-99.

Mechanizm działania modyfikatorów lepkości

Lepkość jest miernikiem zdolności cieczy do spełnienia roli smaru w określonych warunkach pracy, na które składają się ciśnienie i prędkość obrotowa współpracujących części oraz temperatura. Z uwagi na duże znaczenie lepkości olejów smarowych, dla każdego typu oleju określa się stosunkowo wąski zakres wymaganej lepkości kinematycznej, w zależności od warunków, w jakich ma on pracować. Lepkość olejów mineralnych zależy w dużym stopniu od temperatury. Im mniejsze zmiany lepkości w funkcji temperatury, tym wyższa jest wartość użytkowa oleju. Używanie korzystniejszych, ze względów eksploatacyjnych, charakterystyk reologicznych, tj. jak najlepszych zależności lepkościowo-temperaturowych, możliwe jest dzięki wprowadzeniu do oleju bazowego dodatku lepkościowego, tzw. modyfikatora lepkości lub wiskozatora [2].

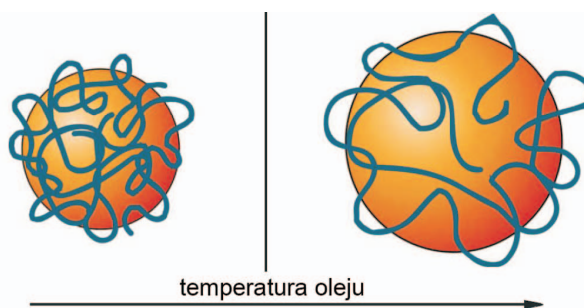
Najczęściej stosowane dodatki lepkościowe są związkami o charakterze polimerów, które mają kształt gęsto upakowanych kłębków i przypominają małe kulki toczące się jedna po drugiej bez oddziaływania na płynięcie oleju. Kłębki te rozwijają się w miarę wzrostu temperatury oleju w długie

łańcuchy z bocznymi podstawnikami. Schematycznie mechanizm ich działania pokazano na rysunku 1 [13].

Ze wzrostem temperatury i rozluźnieniem zbitej struktury polimerów pojawiają się dodatkowe oddziaływania przyciągające (siły Van der Waalsa) pomiędzy molekułami oleju bazowego a rozgałęzionymi łańcuchami wiskozatora. Przeciwdziała to naturalnemu spadkowi lepkości ze wzrostem temperatury. Lepkość obniża się, ale mniej intensywnie. Podwyższenie temperatury daje wzrost energii zmniejszającej siły kohezji makromolekularnej.

Kłębki powiększają swoje rozmiary, co powoduje wzrost lepkości wraz ze wzrostem temperatury [4].

Czynniki mechaniczne o dużych naprężeniach ścinających doprowadzają w pierwszym etapie do odkształcania kłębków makromolekuł, zgodnego z przepływem oleju, a następnie z rozrywaniem łańcuchów. W takim przypadku mamy do czynienia najpierw z czasowym, a następnie z trwałym obniżeniem lepkości. Z tego powodu dodatki lepkościowe muszą być odporne na ścinanie, czyli nie mogą być podatne na rozrywanie łańcucha [9].



Rys. 1. Schemat mechanizmu działania wiskozatorów

Metody badań odporności olejów na ścinanie

W ciągu ostatnich lat stosowano wiele metod badawczych służących do oceny trwałej utraty lepkości środków smarowych zawierających dodatki polimerowe. Ponieważ warunki ścinania w zależności od zastosowania produktu mogą się znacznie różnić, wiele stanowisk badawczych opracowano w oparciu o konkretne potrzeby. Kilka najpopularniejszych testów scharakteryzowano w tablicy 2 [11].

testów stanowiskowych odniesiono do rezultatów utraty lepkości oleju przekładniowego po eksploatacji w taksówce na dystansie 80 000 kilometrów. Okazało się, że najbardziej zbliżone z eksploatacją wyniki uzyskano w 20-godzinnym teście KRL/TRB, gdzie olej ścinany jest w pracującym pod obciążeniem łożysku stożkowym. Na rysunku 2 zestawiono uzyskane wyniki [6].

Tablica 2. Metody badań odporności olejów na ścinanie

Metoda badania	Procedura	Aparat	Zastosowanie
Ultradźwiękowa	ASTM D2603-01:2013 ASTM D5621-07	Oscylator ultradźwiękowy	Oleje hydrauliczne/ATF
Pompa-wtryskiwacz	PN-EN ISO 20844:2009 CEC L-14-93 ASTM D7109-12	Wtryskiwacz silnika Diesla	Oleje silnikowe/hydrauliczne
FZG	CEC L-37-T-85 (obecnie wycofana)	Przekładnia zębata	ATF/oleje przekładniowe
KRL/TRB* Łożysko stożkowe	CEC L-45-99 ISO 26422:2011 DIN 51350/6	Łożysko stożkowe	ATF/oleje przekładniowe

* KRL – niem. *Kegelrollenlager*, TRB – ang. *Tapered Roller Bearing*.

Tablica 3. Porównanie wyników badania odporności na ścinanie dwóch olejów przekładniowych [11]

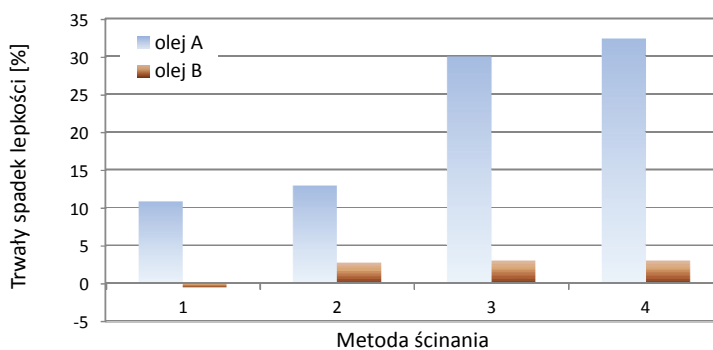
Badany olej	Lepkość początkowa [mm ² /s]	Metoda badania					
		Ultradźwiękowa		FZG		KRL/TRB	
		Lepkość po próbie [mm ² /s]	Spadek lepkości [%]	Lepkość po próbie [mm ² /s]	Spadek lepkości [%]	Lepkość po próbie [mm ² /s]	Spadek lepkości [%]
A	15,1	13,4	11,0	13,0	13,9	10,5	30,5
B	19,4	19,4	0,0	18,7	4,1	18,7	4,1

Wzrost ostrości testu →

Uwaga: lepkość (kinematyczna) oznaczana w temp. 100°C; KRL/TRB – ścinanie w łożysku stożkowym, 20-godzinna procedura badawcza.

Dla zilustrowania ostrości różnych metod badawczych, w tablicy 3 zestawiono przykładowe wyniki badania odporności na ścinanie dwóch olejów przekładniowych SAE 75W/90, oznaczonych jako A i B.

W przypadku oleju A widać wyraźnie zwiększający się spadek lepkości wraz ze wzrostem ostrości testu. Olej B nie wykazuje takiej zależności. Dane te niezaprzeczalnie pokazują, że w zależności od metody badawczej ocena trwałej utraty lepkości może być znacznie zróżnicowana. W celu wybrania metody badawczej do oceny odporności na ścinanie olejów przekładniowych niezbędne stało się odniesienie wyników uzyskanych na stanowiskach badawczych do rezultatów z eksploatacji. Wyniki poszczególnych



Rys. 2. Porównanie wyników testów stanowiskowych i badań eksploatacyjnych

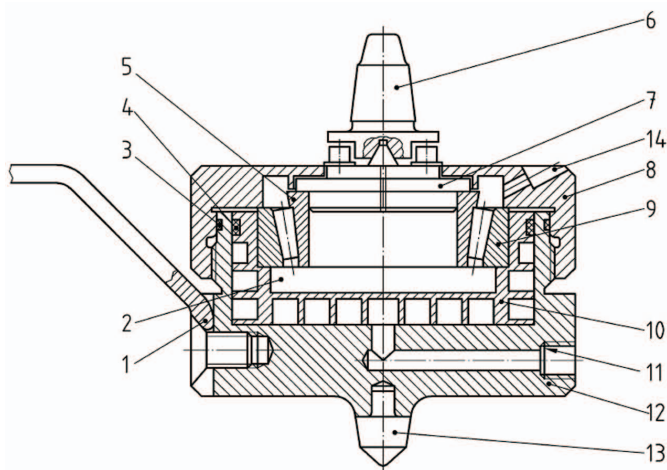
1 – ścinanie ultradźwiękowe, 2 – ścinanie w maszynie FZG, 3 – ścinanie w łożysku stożkowym (KRL/TRB), 4 – eksploatacja w taksówce na dystansie 80 000 km

Metoda badania odporności olejów na ścinanie w łożysku stożkowym (KRL/TRB)

Opracowany w Europie przez firmę Volkswagen test polega na ścinaniu badanego oleju w łożysku stożkowym, umieszczonym w specjalnej termostatowanej głowicy dostosowanej do aparatu czterokulowego. Łożysko obciążone jest stałą siłą osiową, a wewnętrzny pierścień obraca się z niezmienną prędkością obrotową przez 20 godzin. Po zakończeniu testu badany olej usuwa się z obudowy łożyska, po czym określana jest jego lepkość kinematyczna. Części składowe głowicy przystosowanej do aparatu czterokulowego Stanhope Seta pokazano na fotografii 1, a schemat głowicy z łożyskiem przedstawiono na rysunku 3.



Fot. 1. Elementy składowe głowicy z łożyskiem stożkowym (fot. INiG)



Rys. 3. Schemat głowicy z łożyskiem stożkowym [3, 5]

- 1 – ramię reakcyjne, 2 – badany olej, 3 – uszczelka typu O-ring,
- 4 – uszczelka typu O-ring, 5 – bieżnia wewnętrzna, 6 – trzpień napędzający,
- 7 – zespół napędzający wewnętrzną bieżnię,
- 8 – nakrętka dociskowa, 9 – bieżnia zewnętrzna, 10 – urządzenie do regulacji temperatury,
- 11 – wlot chłodziwa, 12 – obudowa,
- 13 – stożkowy wspornik montażowy, 14 – umiejscowienie czujnika temperatury

Metoda badania w łożysku stożkowym została adaptowana i dopracowana przez Grupę Roboczą CEC (Coordinating European Council for the Development of Performance Tests for Transportation Fuels, Lubricants and Other Fluids – Europejską Radę Koordynacyjną ds. Rozwoju Metod Badań Paliw, Środków Smarowych i Innych Płynów Stosowanych w Transporcie), która sprecyzowała ostatecznie warunki badania i zaproponowała odpowiednie ciecze wzorcowe. Po przeprowadzeniu badań międzylabo-

ratoryjnych metoda została zatwierdzona do stosowania i obecnie ma oznaczenie CEC L-45-99 – *Odporność olejów przekładniowych na ścinanie* [6]. Tę samą procedurę badania wprowadzono również w Europie jako normę ISO 26422:2011 – *Oznaczanie odporności na ścinanie olejów smarowych zawierających polimery – Metoda z zastosowaniem łożyska stożkowego* [5].

Zgodnie z wymaganiami ww. norm stanowisko badawcze składa się z:

- standardowego aparatu czterokulowego,
- głowicy do umieszczenia łożyska stożkowego typu SKF32008XQ, stanowiącego element testowy,
- układu kontrolno-sterującego zapewniającego utrzymanie stałej temperatury pracy łożyska i wyłączającego stanowisko po wykonaniu określonej liczby obrotów.

Stanowisko badawcze powinno pracować w warunkach zestawionych w tabelicy 4 [3, 5].

Tablica 4. Warunki testu KRL/TRB

Parametr testu	Warunki
Prędkość obrotowa silnika	$(1475 \pm 25) \text{ min}^{-1}$
Temperatura oleju smarowego	$(60 \pm 1)^\circ\text{C}$
Ilość oleju smarowego	$(40 \pm 0,5) \text{ ml}$
Obciążenie	$(5000 \pm 200) \text{ N}$
Czas trwania testu	1 740 000 obrotów, co odpowiada około 20 godzinom

Dla części aplikacji mogą być stosowane odpowiednio dłuższe biegi testowe. Z niektórymi ostrymi warunkami w przekładniach manualnych lub mostach napędowych dobrze korelują testy 200-godzinne.

Miarą odporności na ścinanie jest względny spadek lepkości (R_v) wyrażony w %, definiowany równaniem:

$$R_v = \frac{v_0 - v_1}{v_0} \cdot 100$$

gdzie:

- v_0 – lepkość kinematyczna w 100°C świeżego oleju [mm^2/s],
- v_1 – lepkość kinematyczna w 100°C oleju po ścinaniu [mm^2/s].

Zgodnie z wymaganiami normy CEC L-45-99, przed rozpoczęciem badań z użyciem nowego łożyska SKF32008XQ należy skontrolować, czy łożysko to spełnia wstępne wymagania, stosując procedurę sprawdzenia i ewentualnego docierania. Procedura ta w 2012 roku została istotnie zmieniona – zamiast oleju wzorcowego RL 181 wprowadzono olej wzorcowy RL 209. Żeby łożysko mogło być stosowane

do dalszych badań, spadek lepkości po teście kontrolnym na oleju RL 209 powinien mieścić się w granicach od 7,5 do 10,9%. Procedura wymaga również okresowego sprawdzania stanowiska przy zastosowaniu dwóch olejów wzorcowych: wspomnianego już RL 209 (co 10 testów) i RL 210 (co 20 testów). Dla oleju wzorcowego RL 209, podobnie jak dla wstępnej kontroli łożyska, wyniki powinny zawierać się w granicach od 7,5 do 10,9%, a dla oleju RL 210 – od 16,5 do 26,3% [3].

Informacje dotyczące precyzji metody podano zarówno w normie CEC-L-99, jak i w ISO 26422:2011. W normie ISO oszacowano odtwarzalność na podstawie pomiarów kontroli jakości badań prowadzonych przez CEC w latach 2000–2007. Ponieważ nie wymagano powtórzenia pomiarów, nie była możliwa pełna obróbka statystyczna według ISO 4259. Zestawy danych użyte do ustalenia precyzji oparte są na wynikach uzyskanych z około 15 laboratoriów przez grupę roboczą CEC SG-T-045. Laboratoria wykorzystywały od jednego do pięciu stanowisk badawczych, wykonując około 1000 pojedynczych pomiarów kontroli jakości, stosując oleje RL 181, RL 209 i RL 210 w okresie od 2000 do 2007 roku. Rezultaty analizy statystycznej tych wyników zestawiono w tabelicy 5.

Obecnie Grupa Robocza CEC SG-T-045 sprawuje nadzór nad stosowaniem metody i zapewnieniem dostaw olejów wzorcowych oraz kontrolą precyzji metody.

W najnowszym wydaniu normy CEC-L-99 (wydanie nr 5 z 23.08.2012 r.) precyzja metody oszacowana została na podstawie wyników badań olejów wzorcowych dostarczanych do systemu monitoringu metod badawczych CEC-TMS (Test Monitoring System) przez laboratoria należące do grupy roboczej. Do obliczenia precyzji wykorzystano wyniki testów z zastosowaniem olejów wzorcowych RL 181, RL 209 i RL 210, przeprowadzonych w okresie: październik 2010 r. – wrzesień 2011 r. W badaniach uczestniczyło 18 laboratoriów, które wygenerowały w sumie 390 wyników. Statystykę precyzji podsumowano w tabelicy 6.

Tabela 5. Wyznaczona precyzja dla odtwarzalności (procentowy spadek lepkości) w oparciu o wyniki z lat 2000–2007 [5]

Parametr	Olej wzorcowy		
	RL 181	RL 209	RL 210
Ilość pomiarów	649	209	147
Średni spadek lepkości [%]	12,5	8,1	22,0
Odchylenie standardowe	1,42	1,61	2,09
Oszacowana odtwarzalność (R) [%]	3,9	4,5	5,8

Tabela 6. Zestawienie wyników oszacowania precyzji w oparciu o wyniki CEC z lat 2010–2011 [7]

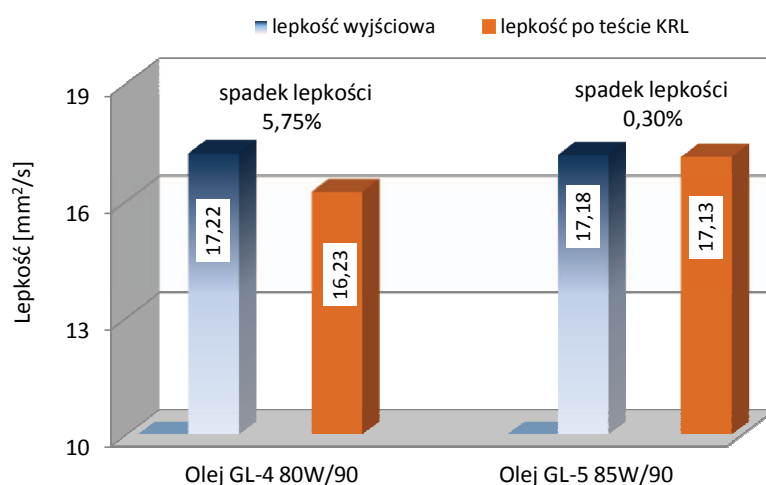
Olej wzorcowy	RL 181	RL 209	RL 210
Okres zbierania danych	10.2010 – 09.2011	10.2010 – 09.2011	10.2010 – 09.2011
Ilość laboratoriów	18	18	18
Ilość wyników	110	142	138
Średni spadek lepkości [%]	12,79	8,61	21,54
Powtarzalność (r) [%]	4,23	3,91	4,94
Odtwarzalność (R) [%]	4,84	4,67	5,75

Wyniki badań odporności na ścinanie

Spadek lepkości olejów przekładniowych po badaniu w łożysku stożkowym wynosi zwykle od części procenta do kilku procent. Przykładowe wyniki badań dwóch olejów przekładniowych, jednego klasy GL-4 80W/90 i drugiego klasy GL-5 85W/90, przedstawiono na rysunku 4.

Zaobserwowany spadek lepkości po 20-godzinym teście KRL/TRB dla drugiego oleju (GL-5) jest prawie dwudziestokrotnie niższy niż dla pierwszego, ale obydwa oleje mieszczą się z dużym zapasem w wyjściowej klasie lepkości od 13,5 do < 18,5 mm²/s [8].

W USA w 2007 roku przeprowadzono badania kilkunastu dostępnych na rynku olejów przekładniowych klasy GL-5 o lepkości 75W/90 (syntetycznych) i 80W/90 (mineralnych), produkowanych



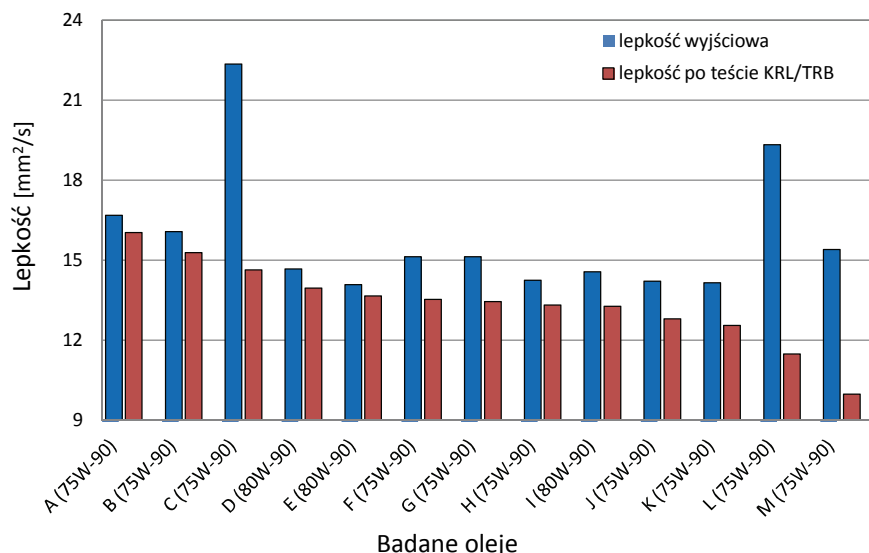
Rys. 4. Przykładowe wyniki testu KRL/TRB dla dwóch olejów przekładniowych

m.in. przez firmy: Amsoil, Castrol, Lucas, Mobil, Pennzoiln oraz Valvoline. Wyniki pomiarów lepkości wyjściowej i po teście KRL/TRB przedstawiono na rysunku 5. Względny procentowy spadek lepkości po teście KRL/TRB zilustrowano na rysunku 6 [1].

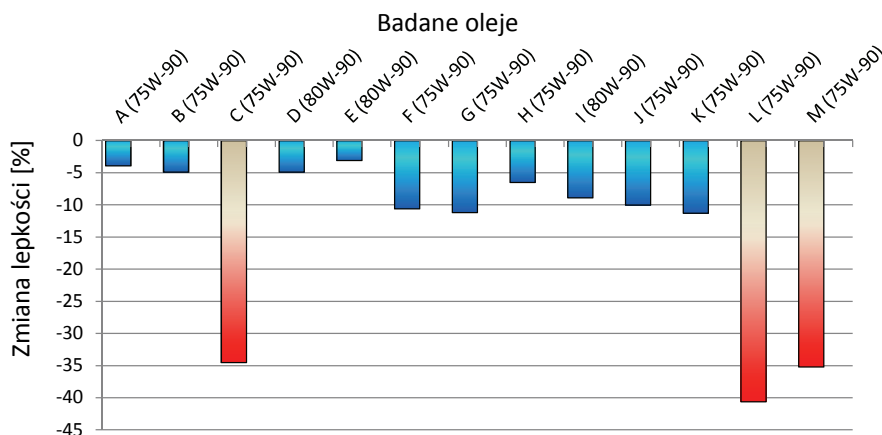
Rysunek 5 pokazuje wyjściową lepkość badanych olejów oraz lepkość po teście KRL/TRB.

Klasyfikacja SAE J306 wymaga, aby lepkość oleju klasy SAE 90 w temperaturze 100°C mieściła się w przedziale od 13,5 do 18,49 mm²/s. Dwa z badanych olejów (oznaczone jako C i L) miały lepkość wyjściową znacznie powyżej dopuszczalnej górnej granicy.

Pomiar lepkości po teście KRL/TRB wykazał, że siedem spośród trzynastu badanych olejów nie spełnia wymagań klasyfikacji J306 pod względem odporności na ścinanie. Trzy oleje wykazały się względnym spadkiem lepkości – powyżej 30% (rysunek 6), przy czym jeden z nich (L), odznaczający się lepkością znacznie powyżej górnej granicy, nie zmieścił się w klasie lepkości po teście KRL/TRB.



Rys. 5. Wyniki badania odporności na ścinanie w teście KRL/TRB dostępnych na rynku olejów przekładniowych



Rys. 6. Porównanie względnego spadku lepkości olejów przekładniowych po teście KRL/TRB

Podsumowanie

Efektywne smarowanie przekładni zębatych wymaga utworzenia filmu smarującego o odpowiedniej grubości. W przypadku olejów przekładniowych uzyskanie właściwej grubości filmu smarującego uzależnione jest przede wszystkim od lepkości oleju, która z kolei jest funkcją lepkości olejów bazowych i modyfikatorów lepkości.

Klasyfikacja lepkościowa olejów przekładniowych SAE J 306 obejmuje wymagania dotyczące odporności olejów na ścinanie mechaniczne, oznaczanej zgodnie z normą CEC L-45-A-99. Ocena względnej utraty lepkości oleju prowadzona jest przy użyciu aparatu czterokulowego wyposażonego w specjalną termostatowaną głowicę z łożyskiem stożko-

wym. Ta sama procedura badania znana jest jako norma ISO 26422:2011 *Oznaczenie odporności na ścinanie olejów smarowych zawierających polimery – Metoda z zastosowaniem łożyska stożkowego*. Metody te, nadzorowane przez odpowiednie grupy robocze, pozwalają na ocenę stabilności lepkości oleju pod wpływem naprężeń ścinających w warunkach najbardziej zbieżnych z eksploatacją, gwarantując zachowanie precyzji testów. Mimo że wymagania pozostania w deklarowanej klasie lepkości po 20-godzinnym ścinaniu w łożysku stożkowym obowiązują od kilkunastu lat, badania rynkowe wykazały, że część olejów przekładniowych renomowanych firm nie spełnia tego warunku.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2014, nr 5, s. 313–319

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Walidacja wybranych stanowiskowych metod oceny właściwości smarnych olejów i smarów* – praca INiG na zlecenie MNiSW; nr archiwalny: DK-4100-59/13, nr zlecenia: 59/TE/13.

Literatura

- [1] *A Study of Automotive Gear Lubes*, AMSOIL Drive-train Division, 2007, www.goodsenseoil.com/G2457-GearOilWhitePaper.pdf (dostęp: wrzesień 2013).
- [2] Bartz W. J.: *Influence of Viscosity Index Improver, Molecular Weight, and Base Oil on Thickening, Shear stability, and Evaporation Losses of Multigrade Oils*. *Lubrication Science* 2000, vol. 12, no. 3, pp. 215–237.
- [3] CEC L-45-99 *Viscosity Shear Stability of Transmission Lubricants*. Wydanie nr 5 z 23.08.2012.
- [4] Herman D., Gorzkowska A.: *Wpływ typu modyfikatora lepkości na zmianę właściwości reologicznych oleju smarowego*. *Nafta-Gaz* 2001, nr 7–8, s. 403–413.
- [5] ISO 26422:2011 *Petroleum and related products – Determination of shear stability of lubricating oils containing polymers – Method using a tapered roller bearing*.
- [6] *Lubrizol – Future Directions*. Materiały z seminarium. Kraków 1999.
- [7] Materiały Grupy Roboczej CEC SG-T-045 z lat 1999–2013.
- [8] Oleksiak S.: *Opracowanie metody oceny odporności olejów na scinanie mechaniczne w lozysku stożkowym*. Dokumentacja ITN nr 3363/2000.
- [9] Ratiu T. M.: *Understanding Shear Stability*, <http://ezinearticles.com/?Understanding-Shear-Stability&id=6817925> (dostęp: sierpień 2013).
- [10] SAE J306 *Automotive Gear Lubricant Viscosity Classification*, June 14, 2005.
- [11] Schnur E. R.: *Evaluating Gear Lubricant Shear Stability*. SAE 961108.
- [12] Tuszynski W., Rogos E.: *Nowoczesne metody badania właściwości tribologicznych olejów smarowych*. *Nafta-Gaz* 2010, nr 10, s. 927–935.
- [13] www.mobilindustrial.com/ind/english/files/tt-hydraulic-fluid-shear-stability.pdf (dostęp: wrzesień 2013)



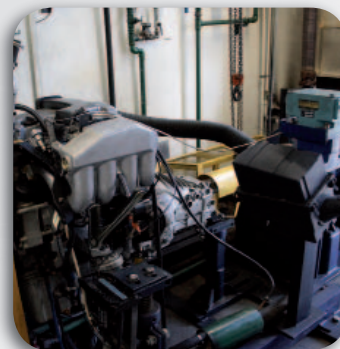
Dr inż. Stanisław OLEKSIĄK
 Adiunkt, kierownik Zakładu Oceny Właściwości Eksploatacyjnych.
 Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
 ul. Lubicz 25A
 31-503 Kraków
 E-mail: stanislaw.oleksiak@inig.pl

OFERTA

ZAKŁAD OCENY WŁAŚCIWOŚCI EKSPLOATACYJNYCH

Zakres działania:

- ocena w testach laboratoryjnych właściwości fizykochemicznych oraz użytkowo-eksploatacyjnych wg najnowszych procedur badawczych; zarówno europejskich jak i amerykańskich:
 - » paliw ciekłych, biopaliw i biokomponentów,
 - » materiałów smarnych, w tym: olejów silnikowych, przekładniowych i przemysłowych; zarówno świeżych, jak i przerepracowanych;
- pełny zakres usług w zakresie nowoczesnego planowania i monitorowania właściwości olejów smarowych w eksploatacji wraz z oceną zachodzących w nich zmian, doradztwo i ekspertyzy w zakresie użytkowania olejów niewłaściwej jakości lub ich niewłaściwej eksploatacji;
- szeroki zakres ocen stanowiskowych właściwości trybologicznych paliw, środków smarowych oraz cieczy hydraulicznych;
- oceny liczb oktanowych i cetanowych w testach silnikowych wg procedur europejskich i amerykańskich;
- jedyne w kraju oceny właściwości użytkowo-eksploatacyjnych paliw silnikowych wg ogólnoeuropejskich testów silnikowych opracowanych przez CEC i wymaganych między innymi przez Worldwide Fuel Charter;
- oceny kompatybilności dodatków do paliw i olejów smarowych, usługi eksperckie w zakresie problemów związanych z niekompatybilnością wyżej wymienionych produktów w eksploatacji;
- oceny właściwości użytkowo-eksploatacyjnych paliw i olejów smarowych w badaniach eksploatacyjnych;
- usługi eksperckie w zakresie wpływu jakości paliw na możliwości powstania dysfunkcji i uszkodzeń silnikowych układów wtrysku paliwa;
- badania procesów regeneracji filtrów cząstek stałych na stanowisku silnikowym, doradztwo w zakresie eksploatacji układów filtracji spalin wyposażonych w filtry cząstek stałych.



Kierownik: dr inż. Stanisław Oleksiak
Adres: ul. Łukasiewicza 1, 31-429 Kraków
Telefon: 12 617-75-81
Faks: 12 617-75-86
E-mail: stanislaw.oleksiak@inig.pl

