

Artur KRÓL

NIEKONWENCJONALNE DODATKI DO OLEJÓW SILNIKOWYCH

Streszczenie. W niniejszej pracy dokonano przeglądu stanu badań i opinii dotyczących badań nad niekonwencjonalnymi dodatkami do olejów silnikowych. Przedstawiono wyniki wstępnych badań współdziałania siedmiu niekonwencjonalnych dodatków z olejem bazowym hydrorafinat-5 w zakresie właściwości reologicznych i właściwości smarnościowych. Powyższe badania, po uzupełnieniu o badania z olejami w pełni skomponowanymi, umożliwią bliższe poznanie mechanizmu współdziałania tych dodatków z bazą olejową i jej komponentami.

NON-CONVENTIONAL ADDITIVES FOR LUBRICATING OILS

Summary. The state of research and existing opinions regarding non-conventional are reviewed in this paper. The results of preliminary researches of influence of eight non-conventional additives on the lubricating and rheological properties of basic oil H-5 are presented too. Findings of these researches after completing will allow finding out cooperation mechanism of non-conventional additives with basic oil and its improvers.

1. WSTĘP

Środki smarne pomimo niewątpliwych zalet nie rozwiązują problemów niedosmarowania w warunkach ekstremalnych (duże obciążenie, wysoka temperatura) oraz nie zapobiegają zjawisku tzw. zimnego rozruchu silnika. Przez kilkanaście sekund od momentu uruchomienia silnik jest niedosmarowany i żaden z aktualnie stosowanych olejów nie jest w stanie temu zapobiec. Dlatego pojawiła się idea wtórnego uszlachetniania oleju poprzez dodawanie różnych preparatów w trakcie eksploatacji. Wszystkie one zawierają substancje (np. PTFE, polimery ciekłe), które dodane do oleju tworzą cienką warstwę na powierzchniach smarowanych elementów silnika lub przekładni w wyniku adsorpcji fizycznej lub chemisorpcji. W rezultacie powinno nastąpić zmniejszenie zużycia elementów trących, zmniejszenie współczynnika tarcia, a także zmniejszenie zużycia paliwa przez silnik, uszczelnienie ruchomych elementów, ułatwienie zimnego rozruchu silnika. Takie zalety wymieniane są w notkach reklamowych preparatów handlowych.

Preparaty są wprowadzane pod wieloma handlowymi nazwami, np.: Militec-1, Nulon (E-10, 20, 30), Slick 50, Moton, Swedol, STP Oil Treatment, STP XEP₂, XPA/ESPI, SFR, itp.

Można spotkać różne nazwy dodatków proponowanych do wtórnego uszlachetniania, które powodują powstawanie tzw. nowego filmu smarnego NFS — korektory [2], niekonwencjonalne dodatki smarowe – NDS [8], nowy film smarujący – NFS [17], dodatki uzupełniające [15], preparaty–uszlachetniacze [7]. Dodatki niekonwencjonalne dzielą się na następujące:

- niskospolimeryzowane związki o nieujawnionym składzie chemicznym, działanie – polikondensacja na zacierających się powierzchniach metalowych,
- dodatki zawierające siarczek molibdenu oraz drugi składnik aktywowany przez generowane ciepło na zacierających się powierzchniach metalowych, oczyszczający je z produktów rozkładu oleju, umożliwiający dobrą sorpcję siarczku molibdenu,
- dodatki z zawiesinami stopów metali oraz roztwory związków organicznych metali, działanie – smarowanie ciekłym metalem,
- zawiesiny w cieczy węglowodorowej drobnoziarnistych cząstek PTFE, działanie – platerowanie powierzchni trących poprzez rozgniatanie cząstek PTFE [17].

Obecnie dodatki te cieszą się największym popytem wśród indywidualnych użytkowników. Sposób, w jaki produkty te docierają do klienta, nie jest odpowiedni. Informowanie o wynikach badań jest niedostateczne i opóźnione, preparaty są drogie, a ich notki reklamowe bazują na łatwości niedoinformowanego klienta (nie podając niepożądanych efektów ubocznych). Ponadto wyniki badań nie są rewelacyjne, a często sprzeczne, co nie ułatwia wyboru.

1.1. Przegląd stanu badań nad niekonwencjonalnymi dodatkami

Istnieje duże zainteresowanie tematem wśród fachowców i wiele ośrodków badawczych podjęło ten problem. Ich opinie są podzielone i często rozbieżne (co wynika po części z możliwości zastosowania dodatków niekonwencjonalnych w olejach różnych gatunków i konstrukcjach o zróżnicowanym stanie technicznym), a wyniki badań potwierdzają zalety lub wady, są jednak ciągle niepełne (brak środków finansowych, brak ujednoliconych zasad postępowania). Wśród publikacji przeważają zdecydowanie pozycje popierające zastosowanie niekonwencjonalnych dodatków pod pewnymi warunkami. Nieliczni przeciwnicy, jak np.: Reznikow [15], podają między innymi takie argumenty, że tego rodzaju preparaty wywołują szereg negatywnych efektów i niepożądanych następstw, m.in.: możliwość utraty gwarancji, wzrost popiołu siarczanowego (dla dodatków zawierających proszki metali) i jego osiadanie w nagarze, wywoływanie przedwczesnego zapłonu, blokowanie zasobników i utrudnianie dopływu oleju do łożysk ślizgowych. Stosowanie we współczesnych olejach silnikowych dodatków uzupełniających uważają oni za zbędne (największe wytwórnie światowe dodatków lub tzw. pakietów dodatków już dawno zastosowałyby te niekonwencjonalne, jeśli byłyby one tak skuteczne).

Autorzy większości publikacji przedstawiają klasyfikacje dodatków i wyjaśniają ich mechanizm działania. Są zgodni co do tego, że niekonwencjonalne dodatki smarowe (NDS) tworzą zastępczą warstwę graniczną (ZWG) i przejmują rolę filmu olejowego, w momencie gdy normalny olej nie zapewnia prawidłowego smarowania. Daje to w efekcie korzystne efekty zmniejszenia współczynnika tarcia i temperatury obszaru tarcia. Laber [8,9] uważa, że ZWG chroni przed korozją, a jej efektywność oddziaływania jest na ogół większa w przypadku pogarszającego się stanu (zużycie) węzłów tarcia maszyn i urządzeń (stąd mogą wynikać różnice w skuteczności polepszania parametrów funkcjonalnych silników przez różnego typu NDS).

Wyniki badań niekonwencjonalnych dodatków [7, 9, 10, 12, 17, 19, 20] potwierdzają poprawę własności smarnych (wzrost obciążenia zespawania, wskaźnik zużycia oraz obciążenia niezacierającego), przy czym Zalisz [19, 20] stwierdził, że spadek lub wzrost skuteczności preparatów zmienia się w zależności od temperatury pracy węzła tribologicznego i od dobrego lub złego współdziałania z dodatkami – komponentami pakietu oleju silnikowego.

Coraz częściej publikowane są wyniki badań stanowiskowych i eksploatacyjnych. Potwierdzają one fakt zmniejszenia toksyczności spalin i zużycia oleju [17], wyraźnego wzrostu ciśnienia w cylindrach oraz jego wyrównania, zwłaszcza przy niższych parametrach ciśnienia [9, 10].

Badania laboratoryjne i modelowe skoncentrowane są głównie na ocenie właściwości smarowościowych. Pojedyncze publikacje podają wyniki badań ukierunkowane na inne właściwości. W pracach [6, 7] zwracano uwagę na właściwości reologiczne, zwłaszcza niskotemperaturowe, i stwierdzono, że dodatki polimerowe zmieniają je, a niektóre z nich doprowadzają do faktycznej zmiany klasy lepkościowej oleju (w wyniku wzrostu lepkości niskotemperaturowej – pompowalność). Kałdoński [7] dostrzega ponadto konieczność poznania składu chemicznego dodatków (dodatki niekonwencjonalne często zawierały duże ilości chloru; od zastosowania jego związków producenci odchodzą ze względu na korozję, aspekty ekologiczne i intensyfikację pittingu).

Badania składu granulometrycznego [1] preparatów teflonowych wykazały, że cząstki teflonu mają wymiary dużo większe, niż deklarują to producenci. Preparaty teflonowe wpływają zdecydowanie negatywnie na działanie filtra olejowego (powodują blokowanie porów papieru filtracyjnego, zwiększając opór przepływu przez filtr). Działanie teflonu badane na podstawowych maszynach tarciovych potwierdzało jego dobre właściwości smarowościowe, ale z racji możliwości jego pracy do temperatury 240...260°C jego obecność w oleju silnikowym okazała się niepożądana, co potwierdziły badania [13]. Wtórny skutkiem działania PTFE jest trwała izolacja powierzchni metalowych uniemożliwiająca kontakt: metal – cząsteczki dodatków uszlachetniających. Sprzyjało to narastaniu warstwy, postępującej destrukcji termicznej, a po upływie około 1,5 roku zwiększeniu intensywności zużycia.

Inny kierunek poszukiwań dotyczy zjawiska **selektywnego przenoszenia**, które zostało zaobserwowane przez Garkunowa i Kragielskiego (odsylam do publikacji Wachala [16] i Marcza [13]) i jest obecnie wykorzystywane do wyjaśniania mechanizmu działania grupy dodatków niekonwencjonalnych, zawierających związki miedzi. Wachal uważa, że zjawisko to ma znaczenie marginalne i mylnie utożsamiane z tarcieniem bezzużyciowym wykorzystywane jest do celów reklamowych preparatów, zawierających związki miedzi. Stwierdził on, że nie można stawiać znaku równości pomiędzy **selektywnym przenoszeniem a tarcieniem bezzużyciowym** (może zachodzić proces selektywnego przenoszenia, a w skojarzeniu wystąpi zużycie). Ponadto uważa za błąd, iż wszystkie zabiegi tribologiczne, w których używa się związków miedzi i mających na celu zmniejszenie zużycia, są kojarzone ze zjawiskiem selektywnego przenoszenia. Zadaje też pytanie, czy można zrealizować to przy smarowaniu olejem, a więc dielektrykiem (selektywne przenoszenie zachodzące głównie na drodze elektrochemicznej jest możliwe, gdy substancja rozdzielająca obydwie elementy ma odpowiednie właściwości elektrochemiczne).

W przeciwieństwie do Wachala wielu autorów uważa, iż możliwe jest wykorzystanie tego procesu w skojarzeniach tribologicznych smarowanych olejami smarowymi. Wskazują, że największą efektywnością tribologiczną charakteryzują się właśnie dodatki działające według mechanizmu selektywnego przenoszenia. Marczak [13] twierdzi, że proces ten może mieć miejsce w oleju i opisuje go jako samoorganizujący się proces przyrody nieożywionej, zachodzący w systemie tribologicznym termodynamicznie otwartym. Zwraca uwagę na rolę związków kompleksowych miedziowców w obszarze tarcia stal–stal w środowisku olejowym.

Jednocześnie za nieporozumienie uważa badania, w których „psuje się” olej smarowy dodatkami ze związkami miedzi w zawiesinie gliceryny, która nie jest substancją smarną.

Zatem szereg pojawiających się sprzeczności, nawet wśród samych zwolenników, wskazuje na brak uporządkowania wiedzy w tym zakresie. Faktem jest, że dodatki miedziowe zapewniają uzyskanie dobrych charakterystyk tribologicznych, ale czy jest to realizowane w wyniku selektywnego przenoszenia, pozostaje nierozwiązanym problemem. Dlatego optymizm towarzyszący możliwości wykorzystania tego zjawiska, jak i zjawiska tarcia bezzużyciowego, jest raczej nieuzasadniony.

Podsumowując, trzeba stwierdzić, że wszyscy autorzy zwracają uwagę na konieczność kompleksowej i dokładnej analizy działania i właściwości dodatków. Płaza [14] wskazuje na konieczność bliższego poznania reakcji tribochemicznych, co pozwoli na opracowanie nowych lepszych środków smarowych (obniżenie lub eliminacja zużycia, obniżenie zużycia energii oraz szkodliwości składników). Kałdoński [7] uważa, że wprowadzanie odrębnych specyfików jest niezgodne z zasadami doboru środka smarnego do danego urządzenia, a zastosowanie specyfiku o nieznanym składzie chemicznym, bez badań weryfikacyjnych, może być przyczyną niespodziewanych strat finansowych.

Zatem, większość autorów uznaje, że prawidłowe zastosowanie NDS, poprzedzone badaniami laboratoryjnymi i eksploatacyjnymi, może wpłynąć na zmniejszenie kosztów eksploatacji (zużycie paliw, środków smarnych, energii, zwiększenie niezawodności i trwałości). Dodatki niekonwencjonalne można stosować, jednakże wybór odpowiedniego dodatku powinien być oparty na pozytywnych wynikach badań laboratoryjnych, a jego działanie zweryfikowane w próbach stanowiskowych i eksploatacyjnych. Dlatego też sprawę stosowania dodatków można uznać za otwartą i wymagającą dalszych badań i analiz.

1.2. Problem współdziałania dodatków

Odpowiedni dobór komponentów do pakietu dodatków może zapewnić żądane właściwości produktowi finalnemu — olejowi smarowemu dzięki chemicznemu współdziałaniu. W przypadku niewłaściwego doboru dodatków do pakietu może występować ich wzajemna niekompatybilność. Wprowadzanie odpowiednich dodatków do olejów pociąga za sobą zmianę nie tylko tych własności, które docelowo miały być zmienione, ale również wszystkich pozostałych zgodnie z zasadą, że skład chemiczny substancji jest nośnikiem jej własności. Dlatego też badania ustalające mechanizmy współdziałania poszczególnych dodatków między sobą i z bazą olejową oraz badania ubocznego wpływu dodatków na inne właściwości są bardzo ważne. Problem ten dotyczy również dodatków niekonwencjonalnych.

Zdolność do tworzenia warstwy granicznej zależy od zastosowanej bazy olejowej, użytych dodatków oraz od materiału podłoża, na którym tę warstwę chcemy uzyskać. Dodatki niekonwencjonalne, np.: typu polimerowego, o masach cząsteczkowych znacznie różniących się od mas cząsteczkowych węglowodorów bazy olejowej oraz dodatków z pakietu jakościowego, powodują zmianę składu warstwy granicznej, są bowiem silniej spolaryzowane i wykazują większe powinowactwo w stosunku do powierzchni metalu. Z reguły zachodzi poprawa właściwości smarnościovych takiej kompozycji olejowej, ale współdziałanie z dodatkami uszlachetniającymi z pakietu jakościowego pozostaje pod znakiem zapytania. Marczak [13] stwierdził, że dodatki zawierające teflon osadzały się na wszystkich częściach silnika mających kontakt z olejem i utrudniały działanie dodatków myjących. Ponadto zanieczyszczenia i produkty zużycia łatwiej osadzały się na warstwie teflonowej. Zalisz [19, 20] z kolei stwierdził spadek właściwości smarnościovych NDS w wyższej temperaturze w wyniku niekompatybilności w stosunku do dodatków typu EP.

Właściwości reologiczne i niskotemperaturowe olejów smarowych mają podstawowe znaczenie w procesie uruchamiania silnika w niskich temperaturach, związane są bowiem z eta-

pami dostarczania oleju do węzłów tribologicznych. Właściwości reologiczne oleju powinny być takie, aby jednocześnie zapewnić smarowanie płynne, małe straty na tarcie, małe zużycie (spalanie) oleju i łatwy rozruch silnika. Są to wymagania przeciwstawne, a jeśli do tego dodać, że muszą być one spełnione w dużym zakresie temperatur pracy oleju, trudne do spełnienia. Właściwości niskotemperaturowe olejów silnikowych związane są z zanikiem ich płynności w temperaturze ujemnej. Prowadzi to do zaburzeń w przetłaczaniu oleju lub całkowicie je uniemożliwia, co jest bardzo niebezpieczne przy uruchamianiu zimnego silnika. Obecność dodatków niekonwencjonalnych może również doprowadzić do zmiany właściwości reologicznych olejów smarowych, zwłaszcza w ich części niskotemperaturowej. Występują przy tym efekty dodatnie i ujemne, a więc efekt uszczelnienia, lepszej kompresji, ale również wzrost oporów ruchu i zwiększenie zużycia paliwa.

2. CZĘŚĆ BADAWCZA

2.1. Cel i obiekt badań

Niniejsza praca ma na celu określenie, czy siedem wybranych preparatów polimerowych poprawia właściwości smarnościowe bazy olejowej hydrorafinat-5 oraz jak wpływa na jej właściwości reologiczne (zwłaszcza w niskich temperaturach). Stanowić to będzie wstęp do określenia mechanizmu współdziałania wybranych dodatków z komponentami oleju silnikowego.

Do badań wybrano siedem preparatów polimerowych, które według instrukcji mają również poprawiać właściwości smarnościowe. Przygotowano osiem próbek: czysta baza olejowa hydrorafinat-5 i siedem jego roztworów z preparatami o różnym stężeniu (proporcje zachowane wg zaleceń producentów - tabela 1).

Tabela 1

Zestawienie badanych próbek

| Numer próbki | Główne przeznaczenie dodatku | Stężenie [% obj.] |
|--------------|------------------------------|-------------------|
| 1. | uszczelniacz | 9,7% |
| 2. | uszczelniacz | 10,0% |
| 3. | uszczelniacz | 8,1% |
| 4. | antydyminy | 9,1% |
| 5. | antydyminy | 9,7% |
| 6. | uszlachetniacz | 10% |
| 7. | uszlachetniacz | 10% |
| 8. | olej bazowy | — |

2.2. Badania smarnościowe

W pierwszym etapie badań określono wpływ badanych preparatów na właściwości smarnościowe i przeciwzużyciowe. Badania przeprowadzono według zmodyfikowanej metodyki, opartej na PN-76/C-04147 i polegającej na zagęszczeniu ciągu obciążeń dla przebiegów 10-sekundowych w celu dokładniejszego wyznaczenia obciążenia zespawania P_z . Przeprowadzono ponadto badanie właściwości przeciwzużyciowych, przeprowadzając je pod stałym obciążeniem (najmniejsze obciążenie niezacierające uzyskane dla badanych próbek w pierwszej części badań – 49,05 daN) w biegach czasowych (1, 3, 5, 7, 9 min). Badania przeprowadzono na aparacie czterokolowym firmy Stanhope-Seta Ltd. Określono następujące parametry:

P_1 — największe obciążenie niezacierające, [daN],

P_z — obciążenie zespawania, [daN],

G_{Oz} — graniczne obciążenie zużycia, [daN/mm²].

W tabeli 2. przedstawiono wyniki badań smarowościowych, na rys. 1 wykres zależności zużycia w funkcji obciążenia (dla przebiegów 10-sekundowych), a w funkcji czasu dla stałego obciążenia $P=49,05$ daN na rys. 2.

Tabela 2

Wyniki badań smarowościowych

| Próbka | P_1 [daN] | P_z [daN] | G_{Oz} (49,05daN/mm ²) | G_{Oz} (98,1daN/mm ²) | Przebiegi czasowe [min] | | | | |
|--------|-------------|-------------|---|--|-----------------------------|------|------|------|------|
| | | | | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | | | | | średnica śladu zużycia [mm] | | | | |
| 1 | 49,05 | 137,34 | 208,21 | 7,78 | 0,35 | 0,39 | 0,43 | 0,64 | 0,63 |
| 2 | 61,80 | 176,58 | 196,81 | 212,46 | 0,36 | 0,4 | 0,41 | 0,44 | 0,45 |
| 3 | 78,48 | 196,20 | 196,81 | 14,43 | 0,36 | 0,38 | 0,56 | 0,7 | 0,74 |
| 4 | 49,05 | 123,61 | 167,69 | 7,1 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,44 | 0,44 |
| 5 | 98,10 | 176,58 | 196,81 | 11,14 | 0,36 | 0,4 | 0,42 | 0,44 | 0,65 |
| 6 | 49,05 | 123,61 | 208,21 | 7,05 | 0,35 | 0,38 | 0,42 | 0,43 | 0,44 |
| 7 | 78,48 | 176,58 | 220,64 | 9,24 | 0,34 | 0,38 | 0,42 | 0,48 | 0,51 |
| 8 | 49,05 | 137,34 | 196,81 | 5,94 | 0,36 | 0,39 | 0,4 | 0,42 | 0,43 |

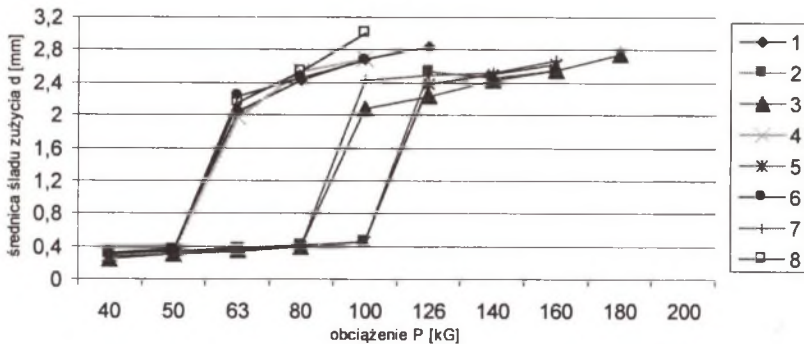
Rys. 1. Zależność zużycia od obciążenia przy stałym czasie przebiegu $t = 10$ s

Fig. 1. The wear versus the load at constant time $t = 10$ sec.

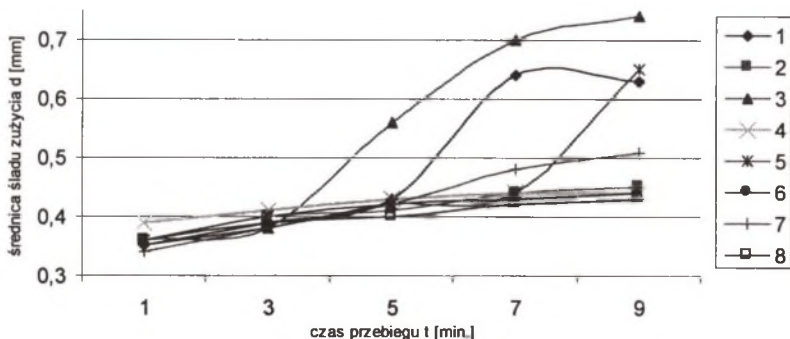
Rys. 2. Zależność śladu zużycia od czasu przebiegu przy stałym obciążeniu $P=49,05$ daN

Fig. 2. The wear versus the time at constant load $P=49,05$ daN

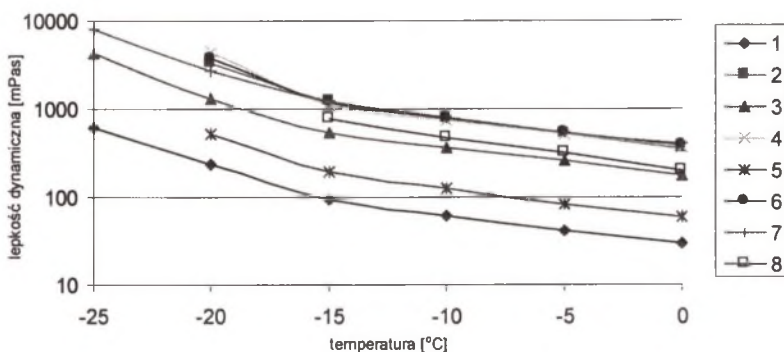
2.3. Badania reologiczne

W drugim etapie badań określono wpływ badanych preparatów na właściwości reologiczne. Oznaczono lepkość kinematyczną lepkościomierzem Ostwalda-Pinkiewicza wg PN-81/C-04011 w temperaturach 40°C i 100°C i określono wskaźnik lepkości wg PN-79/C-04013. Wyniki badań lepkości w temperaturach 40°C i 100°C i wyniki obliczeń wskaźnika lepkości przedstawiono w tabeli 3.

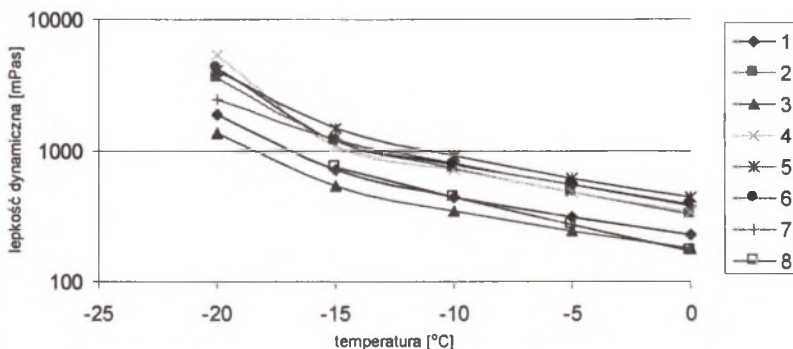
Tabela 3

Wyniki badań lepkości kinematycznej i obliczeń wskaźnika lepkości

| Parametr | | Numer próbki | | | | | | | |
|---|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Lepkość kinematyczna [mm ² /s] w | 40°C | 31,74 | 48,28 | 26,98 | 50,92 | 57,51 | 49,75 | 52 | 30,69 |
| | 100°C | 5,37 | 8,01 | 4,83 | 8,43 | 8,88 | 7,88 | 8,18 | 5,25 |
| Wskaźnik lepkości | | 100 | 137 | 99 | 141 | 132 | 127 | 129 | 100 |



Rys. 3. Wpływ temperatury na lepkość dynamiczną badanych próbek przy stałej prędkości ścinania 13,2 s⁻¹
 Fig. 3. The dynamic viscosity versus the temperature at constant share rate 13.2 s⁻¹



Rys. 4. Wpływ temperatury na lepkość dynamiczną badanych próbek przy stałej prędkości ścinania 6,6 s⁻¹
 Fig. 4. The dynamic viscosity versus the temperature at constant share rate 6.6 s⁻¹

Ponadto określono zmianę lepkości dynamicznej badanych próbek w zakresie temperatur 0°C – -25°C (termostatując próbki przez 30 min w każdej temperaturze) przy niskim gradientie prędkości ścinania ($2,64$; $6,6$; $13,2\text{ s}^{-1}$) na stanowisku pomiarowym, składającym się z lepkościomierza Brookfielda LVT DV-II połączonego z kriostatem RLS-6D węzami silikonowymi izolowanymi termicznie, zaopatrzonym w kontroler temperatury R-22. Badany olej umieszczony był w próbówce metalowej z płaszczem izolacyjnym i z podłączonym do probówki miernikiem temperatury. Wyniki badań przedstawiono na rys. 3 i 4 (dla prędkości ścinania $13,2\text{ s}^{-1}$ i $6,6\text{ s}^{-1}$) sporządzając wykresy logarytmiczne.

WNIOSKI

Właściwości smarnościowe:

- stwierdzono poprawę właściwości przeciwwzartarciowych w porównaniu z bazą olejową (wzrost obciążenia zespawania i największego obciążenia niezacierającego) dla próbek 2, 3, 5, 7; dla próbek 1, 4, 6 nie zaobserwowano zmian w stosunku do bazy olejowej;
- nastąpił wzrost trwałości warstwy granicznej (G_{OZ}) przy biegu pod obciążeniem $P=49,05$ dla próbek 1, 6, 7, a dla próbki nr 4 wystąpił spadek wartości; dla próbek 2, 3, 5 nie stwierdzono zmian wartości G_{OZ} w stosunku do bazy olejowej;
- przy obciążeniu $P=98,1\text{ daN}$ trwałość warstwy granicznej jest największa dla próbek 2, 3, 5, dla pozostałych występuje nieznaczny wzrost w stosunku do bazy olejowej;
- wyniki badań właściwości przeciwwzuzyciowych w przebiegach czasowych pozwalają stwierdzić, że nie zachodzi poprawa tych właściwości dla badanych próbek, a nawet przeciwnie - występuje pogorszenie (próbki 1, 3, 5, 7) po czasie dłuższym niż 3 min.

Właściwości reologiczne:

- stwierdzono podwyższenie lepkości kinematycznej i wskaźnika lepkości dla próbek 2, 4, 5, 6, 7, a dla pozostałych nie wystąpiły znaczące zmiany lepkości;
- przebieg krzywych zmienności lepkości dynamicznej w funkcji temperatury pozwala stwierdzić, że preparaty 1, 3, 5 obniżyły lepkość dynamiczną (przy prędkości ścinania $13,2\text{ s}^{-1}$), czego wymiernym efektem jest obniżenie oporów w trakcie zimnego rozruchu silnika; dla pozostałych próbek wystąpił znaczny wzrost lepkości dynamicznej (krzywe położone ponad krzywą dla bazy olejowej – próbka nr 8).

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania stanowią wstęp do badań ustalających mechanizmy działania niekonwencjonalnych dodatków i ich współdziałania z komponentami olejów smarowych. Konieczne jest rozpoznanie ich składu pierwiastkowego i uzupełnienie badań smarnościowych (przebiegi pod zmiennym obciążeniem, analiza warstwy wierzchniej po przebiegach), a także badań właściwości reologicznych o badanie w wysokiej temperaturze i wysokich prędkościach ścinania (HT/HS). Dalszym etapem badań będzie analiza współdziałania dodatków niekonwencjonalnych z dodatkami z pakietu jakościowego oleju silnikowego. Podsumowując ten etap, należy stwierdzić, że wybrane dodatki niekonwencjonalne dobrze współdziałają z bazą olejową w zakresie właściwości przeciwwzartarciowych, nie poprawiają znacząco właściwości przeciwwzuzyciowych (przebiegi czasowe). Potwierdziły się przypuszczenia co do zmian właściwości reologicznych zarówno

w wysokiej, jak i niskiej temperaturze, co może stanowić źródło zwiększonych oporów mechanicznych w trakcie rozruchu i pracy silnika.

LITERATURA

1. Baczewski K.: Wpływ preparatów teflonowych na filtrację oleju. Paliwa, oleje i smary w eksploatacji, Warszawa 1993, 5. 8-9.
2. Białka Z., Kędziński K.: Korektory do olejów smarowych. Tribologia, nr 5/6, 1997, s. 509–519.
3. Capandis D., Wieleba W., Ziemiański K.: Wpływ warunków eksploatacji na dobór polimerów i kompozytów polimerowych jako materiałów ślizgowych. Tribologia, 1997, nr 5/6, s. 529–539.
4. Górski K., Górski W.: Materiały pędne i smary. WKiŁ, Warszawa 1986, s. 46–62.
5. Hebda M., Wachal A.: Trybologia. WNT, Warszawa 1980, s. 275–316.
6. Kałdoński T., Szczawiński P.: Wpływ wybranych dodatków uszlachetniających na właściwości niskotemperaturowe i smarowości produktów naftowych. Materiały konferencyjne XX Jesiennej Szkoły Tribologicznej „Tribologia a inżynieria powierzchni”, Spała, wrzesień 1995, s. 521–527.
7. Kałdoński T.: Współczesne problemy doboru substancji smarujących i oceny ich właściwości smarowości. Materiały Międzynarodowej Konferencji „Transport ‘97”, Ostrawa–Katowice 1997, s.279–286.
8. Laber A., Laber S.: Badania wpływu niekonwencjonalnych dodatków niskotarciowych na trwałość warstwy granicznej oleju silnikowego CE/SF 15W/40. Materiały Konferencji nt. „Problemy niekonwencjonalnych układów łożyskowych”, Łódź 1997, s. 141–146.
9. Laber A., Laber S.: Modyfikowanie warunków pracy łożysk ślizgowych niekonwencjonalnymi dodatkami smarnymi. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Mechanika., Łódź 1996, nr 85, s. 177–184.
10. Laber A., Laber S.: Modyfikowanie warunków pracy węzłów tarcia niekonwencjonalnymi dodatkami niskotarciowymi — mechanizmy działania. Materiały konferencyjne XX Jesiennej Szkoły Tribologicznej „Tribologia a inżynieria powierzchni”, Spała, wrzesień 1995, s. 46–53.
11. Makowski R., Kotnarowski A.: Analiza warstw wierzchnich uzyskanych w tribologicznych badaniach dodatków niskotarciowych. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, Warszawa 1995, z.3 (103), s. 407–415.
12. Marczak R., Ozimina D., Senatorski J., Scholl H.: Ocena aktywności tribologicznej dodatków do smarów i cieczy technologicznych. Tribologia, 1997, nr 5/6, s. 765–772.
13. Marczak R.: Niskotarciowe dodatki do oleju zapewniające minimalizację zużycia (bezzużyciowe tarcie). Materiały Konferencji nt. „Nowe tendencje w tribologii i tribotechnice”, Częstochowa 1997, s. 94–104.
14. Płaza S.: Reakcje tribochemiczne powierzchni tarcia. Tribologia, 1995, nr 4, s. 335–349.
15. Reznikow W.: Współczesne oleje silnikowe a dodatki uzupełniające. Paliwa, oleje i smary w eksploatacji, Warszawa, nr 15, 1994, s. 8–10.
16. Wachal A.: Krytyczna analiza procesu selektywnego przenoszenia. Tribologia, 1997, nr 5/6, s. 963–970.
17. Wiślicki B.: Niekonwencjonalne dodatki do olejów smarowych. Paliwa, oleje i smary w eksploatacji, Warszawa 1995, nr 17, s. 22–29.
18. Włostowska E.: Lepkość HT/HS. Paliwa, oleje i smary w eksploatacji, Warszawa 1993, nr 8, 13–14.

19. Zalisz Z.: Własności przeciwciernie wybranych dodatków eksploatacyjnych do olejów smar-nych. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Mechanika, Łódź 1996, nr 85, s. 93–100.
20. Zalisz Z.: Zróżnicowana efektywność eksploatacyjnych dodatków przeciwciernych do olejów smarnych. Materiały Konferencji nt. „Problemy niekonwencjonalnych układów łożyskowych”, Łódź 1997, s. 133–140.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Jan Gronowicz

Abstract

The state of research and existing opinions regarding non-conventional are reviewed in this paper. The results of preliminary researches of influence of eight non-conventional additives on the lubricating and rheological properties of basic oil H-5 are presented too. This will allow to find out cooperation mechanism between non-conventional additives and basic oil and its components – improvers. There is necessity of the recognition of chemical constitution and the upper-layer should be analysed after tests. The rheological properties at the high temperature and high share rate should be taken.

The next stage of the researches will be analysing of relations between non-conventional additives and components – improvers of basic oil.

Non-conventional additives cooperate with basic oil regarding antiseizure properties. The antiwear properties are not improved significantly. The viscosity in low and high temperature was higher than viscosity of basic oil for majority samples. This could be a source of resistance to motion during starting and normal work of engine.