

Magdalena Żółty

Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Wpływ biocydu wchodzącego w skład pakietów dodatków uszlachetniających do olejów napędowych na kompatybilność z olejami silnikowymi

W układzie paliwowym pojazdów z silnikiem Diesla może dojść do dostawania się niewielkich ilości oleju silnikowego do obiegu paliwa. Niekiedy w takich przypadkach obserwuje się interakcję pomiędzy komponentami oleju silnikowego a dodatkami wchodzącymi w skład oleju napędowego, w wyniku której następuje blokada filtrów paliwa, mogąca prowadzić do awarii pojazdu. W artykule przedstawiono metodę oceny wpływu rodzaju zastosowanego biocydu do pakietu dodatków uszlachetniających do oleju napędowego na kompatybilność z olejem silnikowym.

Słowa klucze: kompatybilność, biocydy, olej napędowy, olej silnikowy.

The effect of the biocide component of the package of additives for diesel fuels on the compatibility with engine oils

In the fuel system for diesel engine vehicles it is possible that a small amount of engine oil may get into the fuel cycle. Sometimes, in such cases, interaction between components of the engine oil and additives belonging to the diesel fuel is observed, resulting in blockage of fuel filters, which may lead to a breakdown of the vehicle. In this paper was presented a method of assessing the impact of the type of biocide additive package for diesel fuel on engine oil compatibility.

Key words: compatibility, biocides, diesel fuel, engine oil.

Wstęp

Polityka energetyczna Unii Europejskiej sprzyja tendencji do wykorzystywania paliw alternatywnych. Dyrektywa Unii Europejskiej 2003/30/EG z dnia 8 maja 2003 roku założyła, jako cel długofalowy, uzyskanie do 2020 roku 20% udziału paliw odnawialnych w całym rynku paliw państw Wspólnoty [10]. Realizacja założeń dyrektywy opierała się, między innymi, na wprowadzeniu do sprzedaży estrów metylowych kwasów tłuszczowych (FAME), a także ich mieszanek z olejem napędowym (biodiesel), mających zastosowanie w silnikach wysokoprężnych. FAME, które powstają na drodze transestryfikacji olejów roślinnych lub zwierzęcych, w przeciwieństwie do innych paliw pozyskiwanych ze źródeł odnawialnych, nie wymuszają zmian konstrukcyjnych w silnikach nimi zasilanych [8, 11, 13].

Spośród paliw węglowodorowych olej napędowy i biodiesel

są najbardziej podatne na rozkład mikrobiologiczny, który występuje nawet w przypadku właściwie eksploatowanych pojazdów. Warunkiem wzrostu i rozwoju licznych bakterii i grzybów w paliwach jest obecność, oprócz organicznych związków węgla, których źródło stanowi samo paliwo, również wody [6, 7]. Paliwa węglowodorowe charakteryzują się łatwością adsorpcji cząstek wody na granicy faz, stąd też jest ona powszechnie występującym zanieczyszczeniem. W porównaniu do oleju napędowego, biodiesel i mieszanki z jego udziałem łatwiej ulegają degradacji mikrobiologicznej [2, 9]. Biodiesel stanowi dużo lepsze źródło węgla dla mikroorganizmów niż olej napędowy. Obecność grupy estrowej powoduje, że mogą powstawać wolne kwasy tłuszczowe podczas hydrolitycznej reakcji enzymatycznej zachodzącej w trakcie procesu biodegradacji [1, 3, 4, 8, 12].

W wyniku procesów metabolicznych drobnoustrojów powstaje pewna ilość wody, która – łącząc się z tą obecną w paliwie – powoduje stopniowy wzrost jej zawartości. Woda odgrywa kluczową rolę w procesach biokorozji. Z jej udziałem przebiegają reakcje hydrolytycznego rozkładu estrów biodiesla do wolnych kwasów tłuszczowych. Odpowiedzialna jest ona również za osłabienie stabilności chemicznej paliwa. Z wodą przemieszczają się także polarne zanieczyszczenia, które inicjują procesy polimeryzacji w paliwie, jak również przyspieszają sedymentację. Do rozwoju mikroorganizmów wystarczą śladowe ilości wody, obecne w paliwie [3, 4, 8, 10], które sprzyjają zapoczątkowaniu podziałów komórkowych i wzrostowi drobnoustrojów. Norma PN-EN 14214 dopuszcza obecność wody w oleju napędowym na poziomie 200 mg/kg, zaś w biodieslu 500 mg/kg [20].

Niektóre z mikroorganizmów wydzielają substancje powierzchniowo czynne, tzw. biosurfaktanty. Biosurfaktanty przyspieszają biodegradację paliwa, ponieważ ułatwiają mikroorganizmom kontakt z niepolarnymi cząsteczkami węglowodorów. Powodują tworzenie się emulsji w przydennej warstwie wody oraz przechodzenie cząsteczek wody do fazy organicznej (paliwa). W wyniku przemian metabolicznych, zachodzących z udziałem mikroorganizmów, powstają również takie związki jak: azotany i siarczany oraz siarkowodór. Tworzą one w połączeniu z wodą związki, które powodują zwiększenie liczby kwasowej paliwa. Wartość liczby kwasowej paliwa jest proporcjonalna do zawartości estrów. Jej znaczący wzrost następuje w momencie zanieczyszczenia bakteriynego mieszanin o średniej i dużej zawartości biokomponentów [5, 8].

Konsekwencją procesów życiowych mikroorganizmów rozwijających się w paliwie jest zmiana jego składu chemicznego. Wykorzystują one paliwo selektywnie, rozkładając przede wszystkim węglowodory alifatyczne, natomiast w mniejszym stopniu – cykliczne oraz aromatyczne. W wyniku aktywności metabolicznej drobnoustrojów powstaje wiele produktów ubocznych zawierających węgiel, które są wydzielane do paliwa (np. ditlenek węgla, słabe kwasy organiczne, duże cząstki polimerowe, tj. aminokwasy, peptydy oraz polisacharydy). Mają one większą masę cząsteczkową, co wpływa na zmianę temperatury wrzenia paliwa. Problem ten ma bardzo małe znaczenie w pojazdach użytkowanych codziennie, których zbiorniki często są opróżniane i napełniane. Bardziej narażone są pojazdy eksploatowane sporadycznie. Dłuższy czas przechowywania paliwa skażonego mikrobiologicznie może skutkować tak dużym wzrostem stężenia zanieczyszczeń, że fizyczne parametry paliwa (np. temperatura wrzenia i lepkość kinematyczna) odbiegają w znacznym stopniu od normy. W wielu przypadkach można zaobserwować pienienie, mętnienie i ciemnienie paliwa [8].

Czynnikiem limitującym wzrost drobnoustrojów jest obecność biogenów, do których można zaliczyć fosfor, obecny w paliwie w stężeniu mniejszym niż 1 ppm. Rolę tę mogą również odgrywać pierwiastki takie jak: azot i żelazo. Ich źródłem są składniki dodatków uszlachetniających [3, 8].

Drobnoustroje mogą dostać się do układu paliwowego między innymi wraz z paliwem skażonym podczas magazynowania i transportu, z powietrzem oraz wskutek kontaktu z zanieczyszczonymi dystrybutorami na stacjach benzynowych. W pierwszej kolejności skażenie mikrobiologiczne następuje w dolnej części zbiornika paliwa. Najintensywniejszy wzrost mikroorganizmów ma miejsce w fazie wodnej, w pobliżu jej granicy z paliwem, stanowiącym dla nich pożywkę. W trakcie opróżniania i napełniania zbiornika przydennej warstwy wody i nagromadzone osady są rezerwuarem mikroflory zanieczyszczającej świeżą partię paliwa [3, 8].

Można wyróżnić trzy kategorie mikrobiologicznego rozkładu produktów naftowych:

- 1) dotyczącą mikrobiologicznego rozkładu produktów stosowanych w silnikach wysokoprężnych; faza wodna jest mała objętościowo w stosunku do fazy olejowej,
- 2) mającą miejsce, kiedy ograniczona faza wodna jest w kontakcie z fazą olejową lub gdy jest w niej zdyspergowana, a kontakt jest długotrwały,
- 3) dotyczącą emulsji w układzie: olej rozcieńczony w wodzie.

Konsekwencją aktywności mikrobiologicznej jest powstawanie osadów, w skład których wchodzi żywe oraz martwe komórki, a także nieorganiczne produkty uboczne. Rozwój mikroorganizmów w paliwach może powodować tworzenie się: szlamów na dnie zbiornika magazynowego i w baku, zemulgowanej warstwy paliwa w strefie przydennej, grzybni na wewnętrznych powierzchniach ścianek zbiorników i baków, oraz wywoływać zmianę struktury organicznych powłok ochronnych, którymi są pokrywane ścianki zbiorników i baków, zatykanie filtrów paliwowych, korozję elementów stalowych oraz miedzianych, aluminium i jego stopów, zmiany właściwości paliwa, głównie rozkładu dodatków wchodzących w skład pakietu uszlachetniającego [4].

Profilaktyka oraz przeciwdziałanie skażeniom mikrobiologicznym paliw są bardzo ważnym elementem polityki przemysłu rafineryjnego. Niedocenienie wpływu skażenia mikrobiologicznego paliw powoduje, że właściwa diagnoza ma miejsce dopiero w momencie wystąpienia poważnych problemów, które utrudniają lub uniemożliwiają eksploatację.

W celu zapobiegania niekontrolowanemu wzrostowi drobnoustrojów w paliwach lub likwidacji już powstałego skażenia stosuje się metody fizyczne i chemiczne.

Metody fizyczne są mniej uciążliwe dla środowiska, ale niestety ich zastosowanie jest ograniczone między innymi z tego względu, że nie można za ich pomocą odkażać

np. zbiorników paliw. Do fizycznych metod usuwania skażenia mikrobiologicznego zalicza się: regularne usuwanie wody ze zbiorników, czyszczenie zbiorników, filtrację paliwa, odkażanie termiczne. Stosowane są również półśrodki, zapobiegające skutkom skażenia, do których zaliczamy nakładanie powłok ochronnych na zbiorniki (tzw. ochrona przeciwkorozyjna) oraz montaż urządzeń, których zadaniem jest niszczenie komórek mikroorganizmów przy użyciu silnego pola magnetycznego, co zapobiega zatykaniu się filtrów paliwa.

Do chemicznych metod zwalczania lub ograniczania rozwoju mikroorganizmów należy zastosowanie biocydów, zaliczanych do pestycydów o charakterze biobójczym (dla materiałów zainfekowanych) i biostatycznym (dla ochrony produktów podczas ich przechowywania) [10]. Środki te stosuje się w postaci czystych związków organicznych i nieorganicznych lub ich mieszanin. Preferowane są substancje o szerokim zakresie oddziaływania antybakteryjnego i grzybobójczego. Podczas doboru odpowiedniego biocydu należy uwzględnić: szerokie spektrum działania na różne grupy drobnoustrojów, chemiczną i fizyczną zgodność z paliwem i dodatkami uszlachetniającymi, brak wpływu na jakość i właściwości eksploatacyjne paliw oraz systemów dystrybucji i układów zasilania pojazdów, neutralność w procesach filtracji paliwa, efektywność działania przy niskich stężeniach, wydajność w użyciu, stabilność w czasie długotrwałego przechowywania przy różnych warunkach temperaturowych, rozpuszczalność w fazie wodnej i organicznej, biodegradowalność, właściwości antykorozyjne, zgodność z różnymi układami ropopochodnymi. Biocydy nie mogą zawierać składników dających szkodliwe

produkty spalania, nie powinny być toksyczne dla ludzi, ani powodować uczuleń czy podrażnień skóry [3, 4, 8, 14].

Wyróżnia się różne kategorie biocydów, mających zastosowanie w układach paliwo-woda, tj.: substancje zdyspergowane w fazie organicznej i rozpuszczające się w fazie wodnej (działające na przydenną warstwę wodną), substancje dobrze rozpuszczalne w paliwie oraz częściowo w fazie wodnej (do paliw zawierających niewielką ilość wody), mieszanki rozpuszczalne w paliwie, dzielące się na dwa składniki: jeden wykazujący aktywność w wodzie, a drugi w paliwie (do ochrony granicy międzyfazowej w przydennej warstwie wodnej), a także substancje rozpuszczalne w fazie wodnej (dodawane do wodnych warstw przydennych zbiorników).

Najczęściej stosowanymi biocydami do ochrony paliw są biocydy izotiazolonowe i N-trihalometylotionowe, a także niektóre polimerowe analogi czwartorzędowych soli amoniowych [4, 8]. Liczne badania potwierdzają skuteczność biocydów w zwalczaniu mikroorganizmów bytujących w środowisku oleju napędowego i biodiesla.

Skrócenie żywotności filtrów paliwa w większości przypadków stanowi pierwszą oznakę niekontrolowanego skażenia mikrobiologicznego zbiornika paliwa, obserwowaną przez użytkownika pojazdu. Wynika ono z licznych procesów mających miejsce przed zablokowaniem filtra i świadczy o zaawansowanym wzroście drobnoustrojów w układzie zasilania. Prowadzi to do podwyższenia kosztów użytkowania, a nawet do awarii pojazdu. Objawami blokady układów filtracyjnych podczas eksploatacji silnika są: nierówna praca, nagłe gaśnięcie lub problemy z rozruchem [8].

Wyniki badań

Kierunki rozwoju olejów napędowych determinowane są przez wiele dokumentów i aktów prawnych. Na poziomie globalnym jest to Światowa Karta Paliw (WWFC), natomiast na poziomie europejskim – Dyrektywy Parlamentu Europejskiego, których celem jest między innymi ujednoczenie jakości olejów napędowych. Ciągłe rosnące wymagania wobec olejów napędowych, w zakresie ograniczania emisji szkodliwych składników spalin do atmosfery, przy równoczesnym silnym dążeniu do obniżania emisji CO₂ poprzez zmniejszenie zużycia paliwa, wymuszają ustawiczny rozwój silników spalinowych, a na producentach paliw – ciągłą modyfikację ich składu. Konsekwencją nieustannych zmian wymagań jest konieczność uszlachetniania olejów napędowych do celu zapewnienia odpowiedniej ich jakości. Współczesne oleje napędowe zawierają starannie dobrany pakiet dodatków uszlachetniających, w skład którego wchodzi następujące dodatki: detergentowo-dyspergujący (zapewniający utrzymanie czystości układu dolotowego i wtryskowego silnika), antyko-

rozyjne (zabezpieczające silnik przed obniżeniem korozyjności środowiska w układzie zasilania, spalania i wydechowym), przeciwutleniające (chroniące przed degradacją i zapewniające wysoką stabilność paliw podczas przechowywania), cetanowy (poprawiający właściwości eksploatacyjne pojazdów), smarne (zmniejszające zużycie paliwa i przyczyniające się do wydłużenia okresu bezawaryjnej eksploatacji pomp w układzie wtryskowym) oraz biocydy (ograniczające rozkład mikrobiologiczny paliwa).

Przy doborze składników pakietu dodatków uszlachetniających do olejów napędowych należy kierować się ich efektywnością działania, jak również mieć na uwadze ich wzajemną kompatybilność z olejami silnikowymi o różnym charakterze. Coraz większy udział dodatków o różnej budowie chemicznej, wchodzących w skład olejów napędowych, powoduje problem ich kompatybilności z wysoko uszlachetnionymi olejami silnikowymi. Problem ten został zauważony, czego dowodem jest zapis w klasyfikacji The European Au-

tomobile Manufacturers Association (ACEA). Jednak do tej pory nie określono jednoznacznie metody badawczej oceny tej kompatybilności.

Podstawowym celem podjętych badań było określenie wpływu wybranych biocydów, wchodzących w skład nowoczesnego pakietu dodatków uszlachetniających do olejów napędowych, na ich kompatybilność z wybranymi olejami silnikowymi.

Jako paliwo do badań wybrano wysokiej jakości bazy olej napędowy bez dodatków (właściwości oleju napędowego

zestawiono w tabelicy 1). Do oceny kompatybilności wytypowano trzy handlowe oleje silnikowe o różnym charakterze, a ich właściwości fizykochemiczne zestawiono w tabelicy 2.

Przebadano trzy pakiety dodatków uszlachetniających do olejów napędowych: ACE 438, ACE 439 oraz ACE 441. Skład skomponowanych w INiG – PIB pakietów był jednaki, z wyjątkiem zastosowanego biocydu, który w każdym przypadku był inny, ale został wprowadzony na tym samym poziomie dozowania. Wszystkie wytypowane do badań biocydy są produktami dostępnymi na rynku.

Tablica 1. Deklarowane właściwości fizykochemiczne bazowego oleju napędowego

Właściwość	Jednostka	Wynik	Dopuszczalna wartość minimalna	Dopuszczalna wartość maksymalna	Metoda badawcza
Liczba cetanowa	–	55,8	51,0	–	EN ISO 5165
Indeks cetanowy	–	58,1	46,0	–	EN ISO 4264
Gęstość w 15°C	kg/m ³	824,9	820,0	845,0	ISO 12185
Temperatura początku destylacji	°C	204,1	–	–	ISO 3405
Skład frakcyjny: do temperatury 250°C destyluje do temperatury 350°C destyluje 95% v/v destyluje do temperatury	% (V/V) % (V/V) °C	30,7 > 98,0 319,9	– 85,0 –	65,0 – 360,0	
Temperatura końca destylacji	°C	332,5	–	–	
Temperatura zapłonu	°C	87	55	–	
Lepkość kinematyczna w 40°C	mm ² /s	2,628	2,000	4,500	EN ISO 3104
Temperatura zablokowania zimnego filtra CFPP	°C	–24	–	–5	EN 116
Temperatura mętnienia	°C	–21	–	–5	EN 23015
Zawartość siarki	mg/kg	<3,0	–	10,0	EN ISO 20846
Działanie korodujące na miedź	–	1A	–	–	ISO 2160
Pozostałość po koksowaniu	% (m/m)	<0,10 10% pozostałości z destylacji	–	0,30	EN ISO 10370
Pozostałość po spoieleniu	% (m/m)	<0,001	–	0,010	EN ISO 6245
Zawartość wody	mg/kg	38	–	200	EN ISO 12937
Zawartość zanieczyszczeń	mg/kg	<6,0	–	24,0	EN 12662
Stabilność oksydacyjna	mg/100 ml	<0,1	–	2,5	EN ISO 12205
Zawartość aromatów, Poly	% (m/m)	1,3	–	8,0	EN 12916
Właściwości smarne HFRR	µm	601 w 60°C	550	–	ISO 12156-1
Zawartość FAME	% (V/V)	<0,05	–	0,10	EN 14078
Zawartość dodatków	–	Brak	–	–	–

Tablica 2. Zestawienie deklarowanych właściwości wytypowanych do badania kompatybilności olejów silnikowych [16, 17, 18]

Właściwość	Jednostka	Wartość typowa			Metoda badawcza
		Olej syntetyczny	Olej półsyntetyczny	Olej mineralny	
Klasa lepkości według SAE	–	5W-40	10W-40	15W-40	SAE J300
Lepkość kinematyczna w temperaturze 100°C	mm ² /s	14,3	14,5	14,4	ASTM D 445
Lepkość dynamiczna HTHS w temperaturze 150°C	mPa · s	3,63	3,69	4,2	CEC L-36-90 ASTM D 4683 ASTM D 5481
Wskaźnik lepkości	–	175	156	139	ASTM D 2270
Temperatura płynięcia	°C	–39	–33	–30	ASTM D 97
Temperatura zapłonu	°C	230	233	228	EN ISO 2592
Całkowita liczba zasadowa	mg KOH/g	10,0	8,5	11,2	ASTM D 2896
Popiół siarczanowy	%	1,1	1,1	1,4	ASTM D 874
Odparowalność według Noacka	% (m/m)	11,0	11,4	13,0	CEC L-40-93
Klasa jakościowa		API: SL/SJ/CF ACEA: A3/B3, A3/B4	API: SJ/CF ACEA: A3/B3, A3/B4	API: CI-4/CH-4/ CG-4/SL/SJ ACEA: E7/E5/E3/ B4/B3/A3	–

Metodyka badawcza

Badania przeprowadzono w oparciu o niemiecką metodę badawczą DGMK nr 531-1 [19], która ma zastosowanie do badania kompatybilności dodatków do olejów napędowych z olejami silnikowymi. Pozwala ona na oznaczenie możliwości zajścia reakcji pomiędzy olejem silnikowym a dodatkami oleju napędowego, w wyniku których mogą tworzyć się osady i żełe powodujące blokadę filtra paliwa.

Zgodnie z wyżej wymienioną procedurą badawczą, ocena kompatybilności pakietu dodatków uszlachetniających do olejów napędowych z olejem silnikowym polega na zmieszaniu 10 g badanego pakietu dodatków z 10 g określonego oleju silnikowego w temperaturze 40°C. W celu uzyskania lepszej mieszalności obu składników można dodać 10 ml α -metylonaftalenu, powtarzając homogenizację.

Całość uzupełnia się bazowym olejem napędowym do objętości 500 ml. Następnie mieszanina kondycjonowana jest przez trzy dni w temperaturze 90°C. Po tym czasie całość ponownie miesza się i sączy w temperaturze (20 ± 2)°C, pod ciśnieniem 200 hPa, przez odpowiednio przygotowany nitrocelulozowy sączek membranowy o średnicy 45 mm i średniej średnicy porów 0,8 μ m. Należy zanotować czas sączenia objętości 250 ml i 500 ml mieszaniny. Maksymalny czas sączenia wynosi 40 minut. W przypadku, gdy w tym czasie nie przesączono całej mieszaniny, trzeba zanotować objętość, która została przesączona. Wyniki pomiarów uzyskane w dwóch powtórzeniach umożliwiają ocenę kompatybilności oleju silnikowego z olejem napędowym uszlachetnionym badanym pakietem dodatków [19].

Uzyskane wyniki pomiarów

Podczas badania kompatybilności dodatków uszlachetniających do olejów napędowych z olejami silnikowymi oceniano wygląd zestawionych w INiG – PIB mieszanin przed i po procesie wygrzewania oraz mierzono czas sączenia 250 ml i 500 ml mieszaniny po procesie wygrzewania. W tablicy 3 przedstawiono uzyskane wyniki badań oceny kompatybilności

wytypowanych pakietów dodatków do uszlachetniania oleju napędowego z olejami silnikowymi o różnym charakterze.

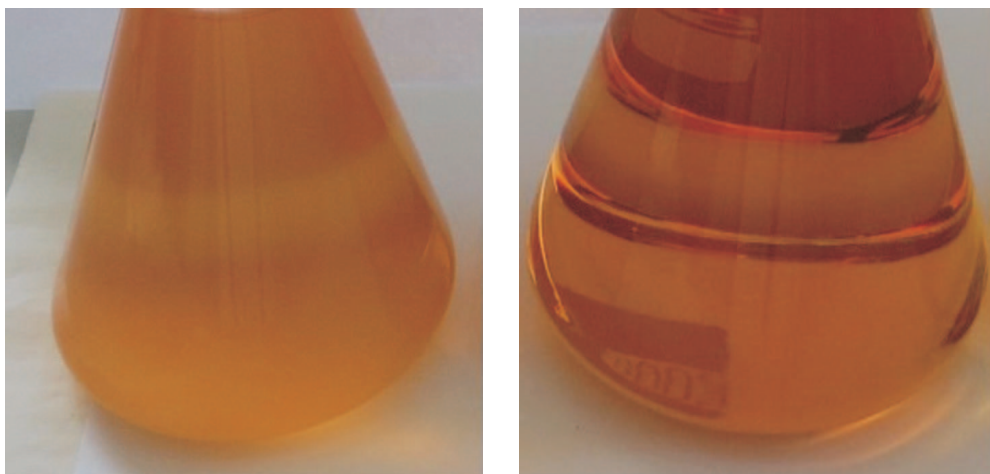
Na rysunkach 1, 2 i 3 przedstawiono przykładowe zdjęcia porównujące wygląd mieszanin po procesie kondycjonowania w podwyższonej temperaturze oraz wytrąconych osadów na dnie kolb stożkowych.

Tablica 3. Ocena czasu sączenia mieszaniny bazowego oleju napędowego bez dodatków z olejami silnikowymi i pakietem dodatków

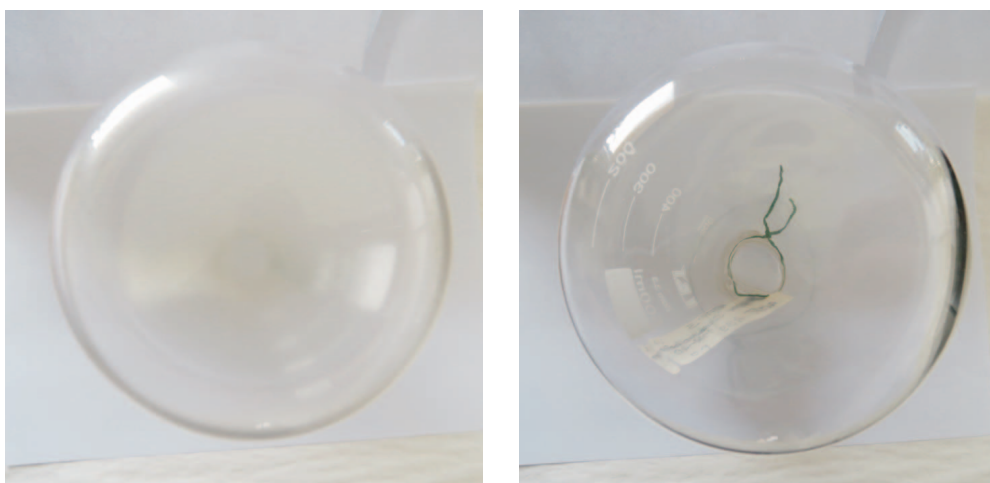
Oznaczana właściwość	Bazowy olej napędowy + syntetyczny olej silnikowy w klasie lepkości 5W40+		
	pakiet ACE 438	pakiet ACE 439	pakiet ACE 441
Wygląd	słomkowy, mętny	słomkowy, klarowny	słomkowy, mętny
Wygląd po ogrzewaniu przez 3 dni w temperaturze 90°C i po chłodzeniu przez 1 godzinę	słomkowy, mętny, z osadem na dnie	pomarańczowy, klarowny	słomkowy, klarowny, z osadem na dnie
Czas sączenia [s] po: – przesączeniu 250 ml – przesączeniu 500 ml	70 –	40 90	290 –
Objętość przesączonej próbki [ml]	po 40 minutach przesączono 460 ml próbki	500	po 40 minutach przesączono 325 ml próbki
Oznaczana właściwość	Bazowy olej napędowy + półsyntetyczny olej silnikowy 10W40+		
	pakiet ACE 438	pakiet ACE 439	pakiet ACE 441
Wygląd	słomkowy, mętny	słomkowy, klarowny	słomkowy, mętny
Wygląd po ogrzewaniu przez 3 dni w temperaturze 90°C i po chłodzeniu przez 1 godzinę	słomkowy, mętny, z osadem na dnie	pomarańczowy, klarowny	słomkowy, klarowny, z osadem na dnie
Czas sączenia [s] po: – przesączeniu 250 ml – przesączeniu 500 ml	60 150	40 100	480 –
Objętość przesączonej próbki [ml]	500	500	po 40 minutach przesączono 310 ml próbki
Oznaczana właściwość	Bazowy olej napędowy + mineralny olej silnikowy 15W40+		
	pakiet ACE 438	pakiet ACE 439	pakiet ACE 441
Wygląd	słomkowy, mętny	słomkowy, klarowny	słomkowy, mętny
Wygląd po ogrzewaniu przez 3 dni w temperaturze 90°C i po chłodzeniu przez 1 godzinę	słomkowy, mętny, z osadem na dnie	pomarańczowy, klarowny	słomkowy, klarowny, z osadem na dnie
Czas sączenia [s] po: – przesączeniu 250 ml – przesączeniu 500 ml	60 270	35 100	900 –
Objętość przesączonej próbki [ml]	500	500	po 40 minutach przesączono 275 ml próbki



Rys. 1. Widok kolb po sączeniu mieszaniny bazowego oleju napędowego, syntetycznego oleju silnikowego 5W40 i pakietu (po stronie lewej pakiet ACE 439, po prawej: ACE 441)



Rys. 2. Mieszanina bazowego oleju napędowego, półsyntetycznego oleju silnikowego 10W40 i pakietu (po stronie lewej pakiet ACE 438, po prawej: ACE 439)



Rys. 3. Widok kolb po sączeniu mieszanki bazowego oleju napędowego, półsyntetycznego oleju silnikowego 10W40 i pakietu (po stronie lewej pakiet ACE 438, po prawej: ACE 439)

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można zaobserwować, że mieszanki oleju napędowego z pakietem ACE 439 były kompatybilne z wszystkimi wytypowanymi do badań olejami silnikowymi, niezależnie od ich charakteru. Sporządzona z ich udziałem mieszanka we wszystkich przypadkach była klarowna. Jedyną modyfikacją, którą zaobserwowano, była zmiana barwy po okresie kondycjonowania w podwyższonej temperaturze ze słomkowej na pomarańczową. Proces sączenia przebiegł prawidłowo, wszystkie mieszanki przesączono w czasie poniżej 2 minut. Na ściankach kolb po usunięciu z nich mieszanin nie zaobserwowano żeli i osadów.

W przypadku mieszanin bazowego oleju napędowego z pakietem ACE 438 oraz z pakietem ACE 441 zaobserwowano, że – niezależnie od rodzaju oleju silnikowego – były one mętne zaraz po ich przygotowaniu. Po okresie wygrzewania w podwyższonej temperaturze nie nastąpiła zmiana ich barwy,

natomiast wytrącił się osad na dnie kolby. Przyczynił się on do tego, iż mieszanki o objętości 500 ml, sporządzone z udziałem pakietu ACE 438, sączyły się (we wszystkich przypadkach) w czasie powyżej 2 minut. Natomiast w przypadku pakietu ACE 441 żadna z przygotowanych mieszanin nie przesączyla się całkowicie, a czas sączenia 250 ml mieszaniny we wszystkich sytuacjach przekroczył 2 minuty. Na ściankach opróżnionych kolb zaobserwowano osad oraz pojedyncze drobne żele. W oparciu o przeprowadzone badania należy stwierdzić, że pakiet ACE 438 oraz ACE 441 do oleju napędowego nie wykazują kompatybilności z żadnym z przebadanych olejów silnikowych.

Na podstawie powyższych obserwacji można zauważyć, że biocydy, będące jednym ze składników pakietu dodatków uszlachetniających do olejów napędowych, mają wpływ na ich kompatybilność z olejami silnikowymi. Dlatego należy zachować ostrożność podczas ich doboru do pakietu.

Podsumowanie

Dzięki przeprowadzonym badaniom można stwierdzić, że zaproponowana metoda badawcza, oparta na niemieckiej procedurze DGMK, jest prostym i stosunkowo szybkim narzędziem umożliwiającym ocenę kompatybilności składników wchodzących w skład pakietów dodatków służących do uszlachetniania nowoczesnych olejów napędowych

z olejami silnikowymi o różnym charakterze. Stanowisko oceny kompatybilności dodatków do olejów napędowych z olejami silnikowymi jest włączone do zbioru metod stosowanych w Zakładzie Oceny Właściwości Eksploatacyjnych, w Laboratorium Oceny Właściwości Użytkowych Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2015, nr 4, s. 242–249

Artykuł nadesłano do Redakcji 20.11.2014 r. Zatwierdzono do druku 26.01.2015 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt: *Wpływ składników pakietów dodatków do olejów napędowych na kompatybilność z olejami silnikowymi* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0093/TE/14/01, nr archiwalny: DK-4100-93/14.

Literatura

- [1] Baczewski K., Koldonski T.: *Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2008.
- [2] Demello J. A., Carmichael C. A., Peacock E. E.: *Biodegradation and environmental behavior of biodiesel mixtures in the sea: an initial study*. Marine Pollution Bulletin 2007, no. 54, pp. 894–904.
- [3] Gaylarde C. C., Bento F., Kelley J.: *Microbial contamination of stored hydrocarbon fuel and its control*. Revista de Microbiologia 1999, no. 30, pp. 1–10.
- [4] Janda K.: *Mikrobiologiczne skażenie paliw*. Postępy Mikrobiologii 2005, nr 44, s. 157–169.
- [5] Kaminski J., Karwowska E., Kurzydłowski K. J.: *Wpływ bakterii obecnych w mieszankach paliwowych na zmiany odporności korozyjnej stali węglowej*. Ochrona przed Korozją 2006, nr 11, s. 185–188.
- [6] Kwiatkowska D., Wichary H.: *Korozja mikrobiologiczna występująca w zbiornikach paliw*. Ochrona przed Korozją 2000, nr 5, s. 118–121.
- [7] Kwitakowska D., Wichary H.: *Korozja mikrobiologiczna w systemach technicznych*. Ochrona przed Korozją 2001, nr 6, s. 148–151.
- [8] Lasocki J., Karwowska E.: *Wpływ mikroorganizmów bytujałych w środowisku oleju napędowego i biodiesla na układ paliwowy pojazdów napędzanych silnikami o zapłonie samoczynnym*. Archiwum Motoryzacji 2010, nr 3, s. 167–183.
- [9] Makareviciene V., Janulis P.: *Environmental effect of rapeseed oil ethyl ester*. Renewable Energy 2003, no. 28, pp. 2395–2403.
- [10] Schleier T., Werkmaister R., Russ W.: *Microbiological stability of biodiesel – diesel mixtures*. Bioresource Technology 2009, nr 100, s. 724–730.
- [11] Stepień Z., Urzędowska W., Oleksiak S., Czerwiński J., Andersen O.: *Oddziaływanie olejów napędowych zawierających FAME na procesy degradacji smarowych olejów silnikowych i wielkość emisji cząstek stałych*. Nafta-Gaz 2011, nr 4, s. 272–281.
- [12] Szlachta Z.: *Zasilanie silników wysokopreznych paliwami rzepakowymi*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2002.
- [13] Urzędowska W., Stepień Z.: *Olej silnikowy a biopaliwa – współdziałanie w eksploatacji*. Nafta-Gaz 2010, nr 10, s. 914–921.
- [14] Videla H. A.: *Prevention and control of biocorrosion*. International Biodeterioration & Biodegradation 2002, no. 49, pp. 259–270.
- [15] www.orlen.pl/PL/DlaBiznesu/Paliwa/Benzyny/Documents/karta_charakterystyki_on.pdf (dostęp: 25.10.2014).
- [16] www.orlenoil.pl/PL/NaszaOferta/Produkty/Strony/Produkt.aspx?produkt=ORLEN_OIL_EXTRA_SYNTHETIC_5W-40.aspx (dostęp: 25.10.2014).
- [17] www.orlenoil.pl/PL/NaszaOferta/Produkty/Strony/Produkt.aspx?produkt=ORLEN_OIL_SUPER_SEMISYNTHETIC_10W-40.aspx (dostęp: 25.10.2014).
- [18] www.orlenoil.pl/PL/NaszaOferta/Produkty/Strony/Produkt.aspx?produkt=PLATINUM_ULTOR_PLUS_15W-40.aspx (dostęp: 25.10.2014).

Akty prawne i normatywne

- [19] Forschungsbericht 531-1, *Aufstellung eines Kriterienkataloges zur Testung von Lubricity-Additiven in Dieselkraftstoff für den Raffinerieeinsatz – Fortschreibung*. Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., Hamburg 2004.
- [20] Polska norma PN-EN 14214+Ap1:2014-04 *Paliwa do pojazdów samochodowych. Estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME) do silników o zapłonie samoczynnym (Diesla). Wymagania i metody badań*. Polski Komitet Normalizacyjny. Warszawa 2014.



Mgr inż. Magdalena ŻÓŁTY
Specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Oceny Właściwości Eksploatacyjnych; kierownik Laboratorium Badań Właściwości Użytkowych.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25A, 31-503 Kraków
E-mail: zolty@inig.pl