

**POLITECHNIKA GDAŃSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY
KATEDRA KONSTRUKCJI I EKSPLOATACJI MASZYN**



**PRZYBLIŻONA OCENA WARTOŚCI UŻYTKOWEJ OLEJÓW
METODĄ PLAM NA BIBULE**

**ĆWICZENIE LABORATORYJNE NR 5
Z EKSPLOATACJI**

Opracował : dr inż. Paweł ROMANOWSKI

|

GDAŃSK 2000

1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest:

- zapoznanie studentów z przyczynami zmian wartości użytkowej olejów w warunkach eksploatacji;
- zapoznanie studentów z dodatkami do olejów, poprawiających ich własności eksploatacyjne;
- zapoznanie studentów z problemami oceny jakości olejów oraz orientacyjnymi metodami oceny a w szczególności z metodą plam na bibule.

2. ZAKRES ĆWICZENIA

- zapoznanie się z instrukcją do ćwiczenia;
- przybliżone ocenienie wartości użytkowej kilku próbek olejów zestarzonych, metodą plam na bibule oraz identyfikacja próbek oleju zawierającego dodatek detergentu.

3. WPROWADZENIE DO ĆWICZENIA

3.1. Wstęp

Olej podczas pracy w urządzeniu poważnie zmienia swoje własności, co w potocznym języku nazywamy starzeniem się oleju. Zmiany te są spowodowane zarówno procesami chemicznymi, którym ulegają składniki oleju, jak też wpływem zanieczyszczeń przedostających się do oleju w warunkach eksploatacji.

Widocznymi skutkami starzenia się oleju (szczególnie oleju silnikowego) są gromadzące się w nim szkodliwe substancje o charakterze kwasów, żywic i osadów węglowych. Osady te częściowo są zawieszane w oleju, a częściowo się z niego wytrącają i osadzają na częściach smarowanych urządzeń (silników), a wytworzone kwasy organiczne działają korodująco na metale.

W dużym zakresie zmienia się lepkość oleju pod wpływem powstawania związków o większym ciężarze cząsteczkowym, jak też wskutek ścinania oraz w przypadku olejów silnikowych wskutek rozcieńczenia paliwem.

Zewnętrzными objawami starzenia się oleju są zmiany jego zabarwienia (silne ściemnienie), zwiększenie lub zmniejszenie lepkości (zależnie od stopnia ścięcia i stopnia rozcieńczenia .paliwem), charakterystyczny zapach spalin i benzyny oraz zawartości ciemnych, skoksowanych osadów w przypadku zestarzenia się oleju silnikowego.

Jedną z głównych przyczyn pogarszania się jakości oleju w czasie eksploatacji jest jego utlenianie. Oleje utleniają się wskutek działania tlenu zawartego w powietrzu. Tlen łatwo reaguje z pewnymi składnikami oleju, dając w pierwszej fazie utleniania nadtlenki, które są związkami nietrwałymi i szybko się rozkładają. W dalszych fazach procesu utleniania powstaje wiele innych związków, jak: kwasy, żywice, asfalteny, karbeny, karboidy itp.

Charakter tworzących się produktów i intensywność reakcji utleniania zależą od składu chemicznego oleju, od czasu stykania się jego z powietrzem oraz od temperatury. Duży wpływ na przebieg procesu utleniania wywiera też ciśnienie i katalityczne oddziaływanie metali. Zasadniczym jednak czynnikiem decydującym o zapoczątkowaniu procesu utleniania jest temperatura. W miarę podwyższania się temperatury szybkość reakcji utleniania znacznie się zwiększa. Na przykład w normalnych warunkach atmosferycznych oleje mineralne praktycznie nie utleniają się. Dokładna analiza olejów przechowywanych w ciągu pięciu lat i dłużej nie wykazała żadnych istotnych zmian ich własności. O ile w temperaturze do 300°C występują tylko reakcje utleniania, to w wyższej temperaturze następuje rozkład termiczny oleju połączony z koksowaniem i spalaniem oraz intensywnym osadzaniem się osadów węglowych. Jeżeli temperatura oleju przez dłuższy okres czasu jest wyższa niż 150°C, to można się spodziewać, że występują w smarowanych urządzeniach wszystkie ujemne zjawiska związane z intensywnym starzeniem się oleju.

Procesy utleniania znacznie się przyśpieszają w obecności niektórych metali lub ich związków chemicznych.

Można przyjąć hipotezę, że metale adsorbują tlen, tworząc nadtlenki, które z kolei rozpadają się, wydzielając nowe cząsteczki tlenu zdolne do reakcji z olejem. Najbardziej aktywnymi katalizatorami utleniania są miedź, ołów, żelazo i mangan. Wiele metali nie wpływa w ogóle na przyśpieszenie procesów utleniania oleju (np. aluminium, cyna), a niektóre związki tych metali nawet hamują wymienione procesy.

W czasie utleniania oleju tworzą się różne nowe substancje szkodliwie wpływające na pracę urządzeń, szczególnie silnika spalinowego. Spośród produktów utleniania bardzo niebezpieczne działania wykazują kwasy organiczne, które w sprzyjających warunkach korodują części silnika. Najbardziej podatne na działanie kwasów są stopy brązu ołowiowego, stosowane do wyrobu łożysk silników. Przebieg korozji panewek z wymienionego stopu jest bardzo charakterystyczny, gdyż kwasy zawarte w oleju atakują przede wszystkim ołów, wymywając go ze stopu. Osłabiona struktura krystaliczna brązu nie wytrzymuje obciążeń w czasie pracy silnika - panewki niszczą się i wykruszają.

Poza kwasami, w oleju powstaje wiele innych produktów utleniania, które w nim się nie rozpuszczają i w postaci osadów gromadzą się na częściach silnika lub krążą wraz z olejem w układzie smarowania. Osady te osadzając się w przewodach olejowych utrudniają przepływ oleju i odprowadzenie ciepła. Jednym z objawów utleniania się oleju jest zwiększenie się jego lepkości, wywołane powstawaniem nowych typów węglowodorów o większym ciężarze cząsteczkowym.

Zakres granicznych temperatur pracy oleju w przekładniach jest bardzo szeroki i obejmuje ok. 160°C (od - 60 do 100°C). Przy takiej znacznej zmianie temperatur olej poważnie zmienia swe własności, a zwłaszcza lepkość, co może wpłynąć ujemnie na pracę mechanizmów przekładni.

W celu zwiększenia trwałości filmu olejowego wytwarzanego na roboczych powierzchniach zębów do olejów przekładniowych dodaje się specjalne substancje chemiczne zawierające siarkę, chlor lub fosfor. Dodatki te są aktywne chemicznie i dlatego zestarzone oleje z tymi dodatkami należy szczególnie uważnie badać na własności korozyjne.

W smarowanym urządzeniu olej często styka się z powietrzem. Otaczające nas powietrze nigdy nie jest czyste, zawiera bowiem pył, kurz, dym, cząstki roślinne i inne zanieczyszczenia.

W przypadku smarowania silnika spalinowego do oleju przedostaje się również paliwo i produkty jego spalania oraz cząstki metalu startego z współpracujących części silnika. Znajdujące się w oleju obce cząstki i produkty zużycia pary cieiernej, mogą porysować powierzchnie współpracujące i spowodować ich przedwczesne zużycie.

Do układu smarowania może przedostawać się też para wodna (silnik spalinowy). Powstająca woda miesza się z produktami utleniania oleju, tworząc trwałą, nierozpuszczalną emulsję, tzw. szlam. Szlam osadza się w misce olejowej, zatyka siatki filtrujące i utrudnia przepływ oleju.

W silnikach zasilanych benzyną etylizowaną olej dodatkowo jest zanieczyszczany solami ołowiu pochodzącymi ze spalania czteroetylku ołowiu.

Innym szkodliwym zanieczyszczeniem, przedostającym się do oleju z przedmuchanymi z komory spalania gazami, są cząstki koksu pochodzące z niepełnego spalania paliwa.

Większość gatunków olejów smarowych zawiera dodatki uszlachetniające, których zadaniem jest podwyższenie własności eksploatacyjnych.

Do najważniejszych należą :

- a) dodatki lepkościowe, stosowane najczęściej w ilości 0,5 - 8,0 %, umożliwiają podwyższenie wskaźnika lepkości i podwyższenie lepkości (efekt zagęszczenia);
- b) dodatki depresacyjne (depresatory), stosowane w ilości 0,1 - 1,0 %, posiadają zdolność obniżania temperatury krzepnięcia;
- c) dodatki przeciwkorozyjne (inhibitory korozji) dodawane do olejów najczęściej w ilości 0,1 - 5,0 % oraz dodatki przeciwrdzewne, stanowią podstawową grupę dodatków stosowanych do olejów lub innych środków ochronnych miękkipowłokowych. Wchodzą w skład olejów silnikowych, hydraulicznych i przemysłowych;
- d) dodatki przeciwutleniające (inhibitory utleniania), stosowane w granicach 0,2 - 1,5 %. Zadaniem tych dodatków jest podwyższenie odporności olejów smarowych na utlenianie pod wpływem czynników atmosferycznych lub sprężonego tlenu. Używane są do uszlachetniania olejów silnikowych, turbinowych, hydraulicznych, przemysłowych;
- e) dodatki myjąco-rozpraszające (detergenty, dyspergatory) używane w ilościach 0,5 - 10 % i powyżej. Zadaniem tych środków powierzchniowo-czynnych jest utrzymanie stałych produktów starzenia olejów w stanie wysokiego rozdrobnienia, obniżenia tendencji tworzenia laków i osadów głównie w silnikach spalinowych, stosowane głównie do produkcji olejów silnikowych a rzadziej do innych gatunków olejów;
- f) dodatki smarne - stosowane średnio w ilościach 0,5 - 15,0 %, spełniają rolę środków obniżających zużycie powierzchni metali w warunkach wysokich obciążeń mechanicznych oraz zabezpieczających te powierzchnie przed zatarciem lub zespawaniem w warunkach tarcia granicznego (dodatki typu EP). Są to produkty organiczne, zawierające siarkę, fosfor, chlor, stosowane najczęściej do podwyższania własności eksploatacyjnych olejów przekładniowych i przemysłowych;

g) dodatki przeciwpienne, stosowane w bardzo małych ilościach (0,002 - 0,1 %), umożliwiają znaczne obniżenie zdolności tworzenia piany w olejach. Występują w olejach silnikowych, przekładniowych, turbinowych i maszynowych.

Właściwy dobór dodatków uszlachetniających do olejów bazowych umożliwia uzyskanie środków smarowych o dużych granicach stosowania.

3.2. Orientacyjne metody oceny jakości olejów zestarzonych.

Bardzo trudno jest ocenić jakość olejów zestarzonych na podstawie wyglądu lub nawet własności fizyko-chemicznych.

Ani zabarwienie oleju, ani jego zapach, ani też przeźroczystość nie są wskaźnikami wartości użytkowej, ponieważ oleje zawierające dodatki uszlachetniające często mają ciemniejsze zabarwienie i bardziej przykry zapach od zwykłych olejów mineralnych o gorszych własnościach eksploatacyjnych.

3.2.1. Wykrywanie zanieczyszczeń mechanicznych

Próbkę oleju należy odstawić na pewien czas w szklanym naczyniu i sprawdzić, czy na dnie naczynia nie zebrała się warstwa osadu, świadcząca o obecności pewnych zanieczyszczeń w oleju.

Do wykrywania zanieczyszczeń można stosować również dokładniejsze sposoby.

Pierwszy sposób polega na naniesieniu 2 - 3 kropli wymieszanego oleju na szkiełko (np. zegarkowe). Po przechyleniu szkiełka olej rozlewa się po całej jego powierzchni, a cięższe od oleju zanieczyszczenia łatwo odróżnić, oglądając szkiełko w przechodzącym świetle.

Drugi sposób to wykrywanie zanieczyszczeń metodą plam na bibule - omówionej w dalszym podrozdziale.

3.2.2. Wykrywanie wody w oleju

Próbkę szklaną o dowolnych wymiarach napełnia się do połowy dokładnie wymieszanym badanym olejem i trzymając ją w uchwycie ostrożnie ogrzewa nad płytką elektryczną lub płomieniem do temperatury 100 - 150°C. Jeżeli olej zawiera wodę, to w próbówce słychać trzaski i próbówka zaczyna drgać, a często olej zaczyna się pienić i wypływać z próbówki. Można również zaobserwować w górnej części ścianek próbówki drobne kropelki wody pochodzące ze skraplania się odparowanej wody przy zetknięciu z chłodnymi ściankami próbowek.

3.2.3. Sprawdzanie, czy olej zawiera dodatki uszlachetniające

Ogólnie można przekonać się o zawartości pewnych dodatków w oleju na podstawie pozostałości po spopieleniu, podanej w atescie. Oleje bez dodatków dają na ogół przy spalaniu dziesięć razy mniej popiołu niż oleje z dodatkami.

Chcąc sprawdzić, czy olej zawiera dodatki myjące, należy po pewnym okresie pracy oleju pobrać jego próbkę i odstawić na pewien czas. Jeżeli olej zawiera dodatki myjące, to zanieczyszczenia (nawet po dłuższym odstaniu oleju) nie opadną na dno naczynia, lecz utrzymują się będą w całej objętości oleju. Gdy spróbujemy taki olej przesączyć przez filtr z bibuły, to albo olej nie będzie w ogóle przepływał przez bibułę, albo sączenie będzie bardzo powolne, ponieważ rozproszone w nim osady hamują jego przepływ.

Aby się przekonać, czy olej zawiera dodatki lepkościowe typu poliizobutylenów, należy nalać do próbki 30 - 40 ml oleju i rozcieńczyć go podwójną ilością benzolu lub benzyny nieetylizowanej, wymieszać i dolać 50 ml acetonu.

Ponieważ poliizobutylen nie rozpuszcza się w acetonie, bardzo szybko zacznie wydzielać się z oleju, co łatwo poznać po zmętnieniu zawartości próbki.

3.3. Przybliżona ocena wartości użytkowej olejów metodą plam na bibule

Metoda ta służy głównie do oceny wartości użytkowej olejów używanych, zawierających dodatek myjący (detergent), ale może być również stosowana do stwierdzenia zanieczyszczeń (woda, paliwo itp.) w olejach bez dodatków.

Metoda ta polega na spuszczeniu na bibułę filtracyjną kropli używanego oleju i obejrzeniu po określonym czasie utworzonej plamy.

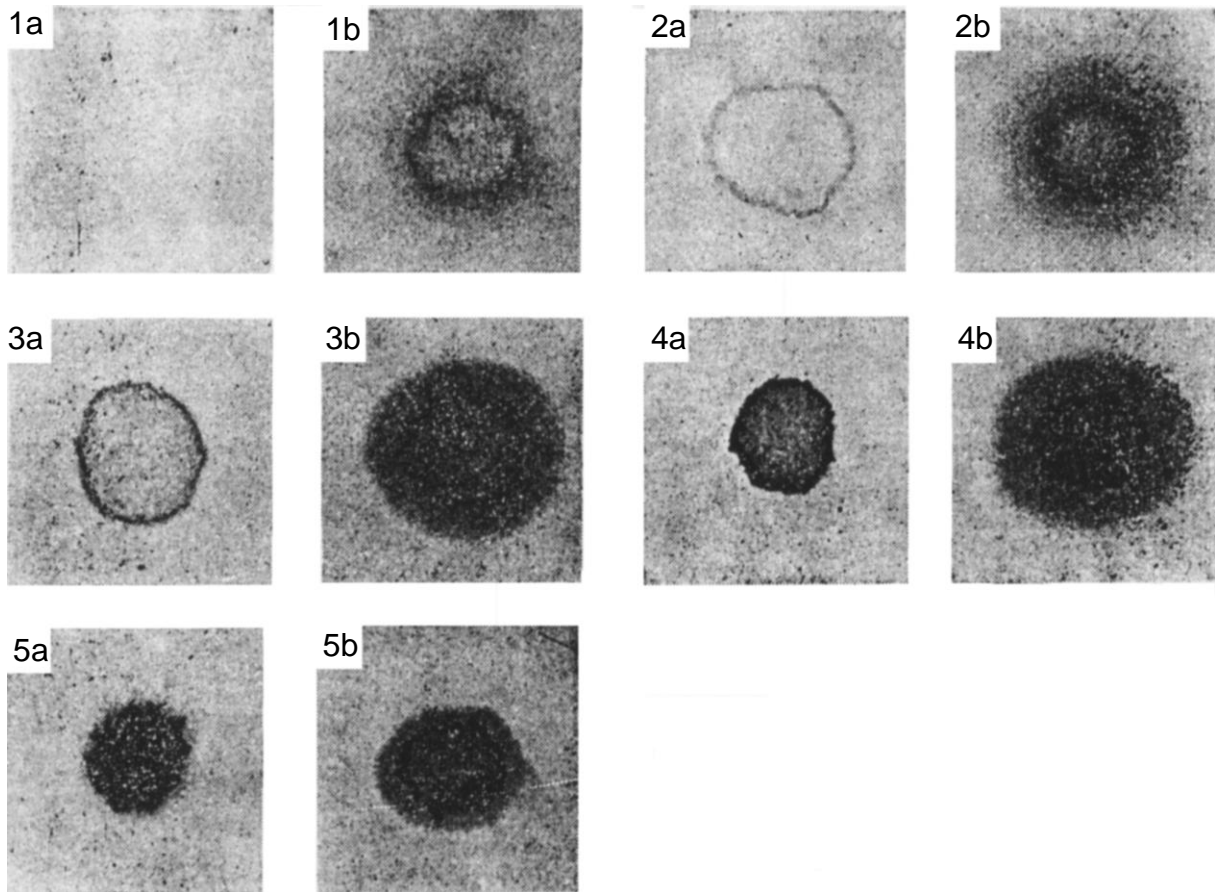
Jeżeli poddany badaniom olej nie zawiera dodatku detergentu, to obraz plamy w miarę przedłużania okresu użytkowania oleju będzie się zmieniał zgodnie z tym co pokazano na rysunku 1 (1a do 5a). Jak widać z rysunku, próbki oleju (początkowo jeszcze nie zanieczyszczonego) dają plamy prawie niewidoczne na bibule (1a i 2a). W miarę starzenia się oleju, jądro plamy staje się coraz ciemniejsze, przy czym osady skupiają się w samym jądrze, nie dając szerokiej otoczki charakterystycznej dla oleju ze skutecznie działającym dodatkiem detergentu (1b - 5b).

Gdy plama oleju przybiera wygląd pokazany na fotografii 5a (znaczne zaczernienie), świadczy to o dużej zawartości koksu w oleju silnikowym lub innych zanieczyszczeń i o konieczności jego wymiany.

Inny obraz plamy otrzymuje się w przypadku oleju zawierającego dodatek detergentu (1b - 5b). Już po krótkim okresie pracy oleju (głównie silnikowego) widoczne są drobne, rozproszone zanieczyszczenia występujące w stanie zawiesiny (1b). Typowy obraz plamy oleju ze skutecznie działającym detergentem widoczny jest na fotografii 2b.

W miarę przedłużania okresu pracy oleju charakterystyczna otoczka staje się coraz silniejsza, ponieważ efektywność działania detergentu stopniowo się obniża. Obraz plamy, jak na fotografii 5b, świadczy już o konieczności wymiany oleju. Lepszy obraz plam otrzymuje się pobierając do badań próbki oleju ogrzane do temperatury 150 - 200°C.

Próbka oleju pobrana do badań musi być reprezentatywna i dlatego należy ją pobrać w trakcie ruchu urządzenia, stosując czyste naczynie. Wielkość próbki powinna wynosić 100 ml.



Rysunek 1. Plamy próbek oleju na bibule.

1a ÷ 5a - bez dodatku detergentu,

1b ÷ 5b - z dodatkiem detergentu.

3.3.1. Zadanie do wykonania

- a) ocenić wartość użytkową wybranych próbek olejów;
- b) zidentyfikować próbkę oleju zawierającego dodatek detergentu.

3.4. Uwagi dotyczące zaliczenia ćwiczenia

Studenci na tydzień przed terminem ćwiczenia otrzymują niniejszą instrukcję do ćwiczenia. W trakcie ćwiczenia odbędzie się pisemna lub ustna ocena. W przypadku otrzymania oceny negatywnej - kolokwium zaliczeniowe pod koniec semestru.

4. LITERATURA

- 1) Czuchnowski A., Romanowski P. : Podstawy Eksploatacji Urządzeń Technicznych, Skrypt wydawnictwa Politechniki Gdańskiej 1990 r.;
- 2) Katalog Produktów Naftowych. Zjednoczenie Przemysłu Rafineryjnego i Petrochemicznego, Kraków;
- 3) Michałowska J.: Paliwa, Oleje, Smary. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1977;