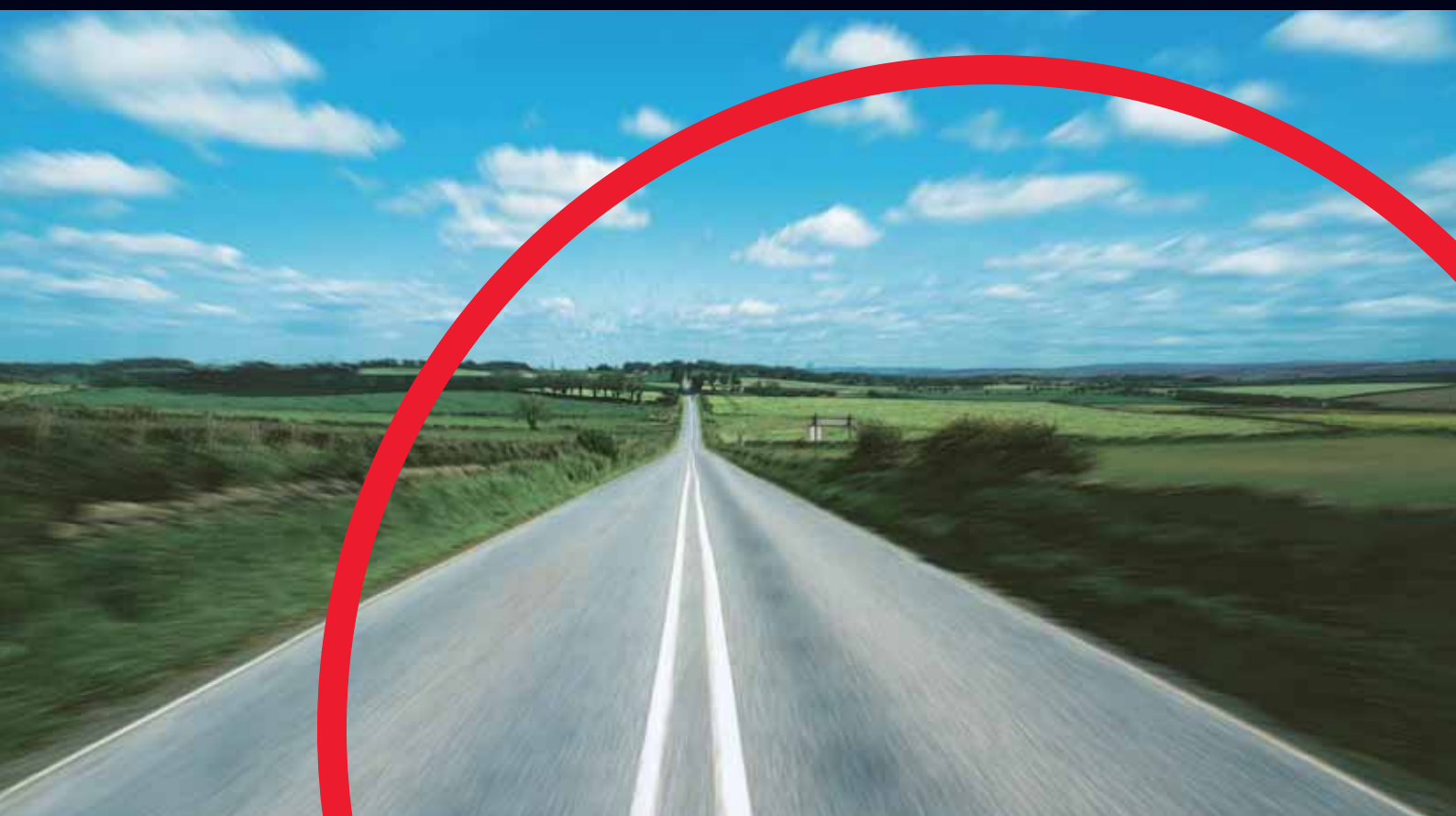




Mobil

Oleje i smary motoryzacyjne

Przewodnik





Ta broszura pomoże Ci zrozumieć dlaczego powinieneś polegać na Mobil 1.

Firma Mobil wywodzi się z założonego w roku 1866 przedsiębiorstwa Vacuum Oil Company, które stworzyło podstawy nowoczesnej techniki wytwarzania olejów i smarów z ropy naftowej. Jako jedna z pierwszych firm olejowych Vacuum zainwestowała w branżę na terytorium Polski – budując Rafinerię Dziedzice już w 1905 roku – stając się wkrótce liderem rynku zaawansowanych technicznie olejów i smarów.

Od ponad stu lat Mobil Oil opiera swoją działalność głównie na wysokiej jakości produktów oraz niezawodności dostaw i ścisłej współpracy z klientami.

Udzielane kierowcom i klientom korporacyjnym porady techniczne w sprawach związanych ze stosowaniem olejów i smarów, oraz wspomaganie rozwoju efektywności smarowania w przemyśle, stanowią dziś główny nurt działań w sferze obsługi klienta. Podstawowym czynnikiem wpływającym na wysoką jakość produktu są także prace rozwojowe oraz opracowywanie i wdrażanie nowych procesów technologicznych, dzięki którym firma Mobil otrzymała, jako pierwszy z producentów olejów i smarów, uznawany na całym świecie certyfikat jakości ISO 9000.

Zdobywane od początku istnienia Mobil Oil umiejętności, wiedza i doświadczenie przejawiają się także w dbałości firmy o ochronę środowiska w fazie rozwijania produktu i w pełnym przekroju działalności.

Rozwój technologii nieustannie przyśpiesza, wymagania rosną, a potrzeby klientów zmieniają się, mimo to główny fundament, na którym wspiera się funkcjonowanie przedsiębiorstwa, pozostaje ten sam. Staramy się zaoferować naszym klientom to, co najlepsze, zarówno jeśli chodzi o produkty, jak i w sferze obsługi.

Przewodnik ten w syntetycznej formie przedstawia wiedzę, pozwalającą w pełni wykorzystać możliwości techniczne nowoczesnych olejów i smarów Mobil.

SPIS TREŚCI

Pochodzenie olejów,
rafinacja, właściwości
i klasyfikacja

Mobil	3
Odpowiedzialne smarowanie kluczem do obniżenia kosztów	7
Skąd pochodzą oleje i smary?	8
Rafinacja oleju mineralnego	8
Wysokorafinowany olej mineralny	9
Produkcja syntetycznych olejów bazowych	9
Dodatki do olejów bazowych	9
Podział olejów smarnych	10
Właściwości olejów i smarów	10
Lepkość, czyli płynność	10
Indeks lepkości (VI)	11
Temperatura płynięcia	11
Temperatura zapłonu	11
Całkowita liczba zasadowa (Total Base Number TBN)	11
Klasyfikacja olejów smarnych	11
Klasyfikacja lepkości olejów silnikowych SAE	11
Klasyfikacja lepkości oleju SAE do przekładni i wału napędowego	12
Klasyfikacja jakości olejów silnikowych API	12
Symbolem klasyfikacji API olejów do silników benzynowych jest wyznacznik S	12
Symbolem klasyfikacji API olejów do silników Diesla jest wyznacznik C	13
Klasyfikacja olejów do silników dwusuwowych	14
Klasyfikacja jakości API olejów do przekładni i układu napędowego	14
Klasyfikacja olejów hydraulicznych	15
Klasyfikacja smarów plastycznych	15
Klasyfikacja według konsystencji smarów	15
Klasyfikacje producentów samochodów	15
Klasyfikacja ACEA	15
Silniki benzynowe i lekkie silniki Diesla	16
Oleje Low Saps do samochodów osobowych	16
Oleje do silników wysokoprężnych używanych w samochodach ciężarowych	16
Klasyfikacje ze względu na oszczędność paliwa	17
Klasyfikacja ILSAC	17
Silników	18
Przekładni i układów napędowych	18
Układów hydraulicznych	18
Smarami plastycznymi	18
Przy zimowym rozruchu silnika	18
Ze względu na oszczędność paliwa	19
Przy zmiennych warunkach eksploatacji	20
Zużycie oleju	20
Olej syntetyczny czy mineralny	22
Do silnika	22
Do silnika dwusuwowego	22
Do przekładni	22
Do układów hydraulicznych	23
Do innych części pojazdów	23
Do centralnego układu smarowania	23

Cele i znaczenie
smarowania

Wybór odpowiednich
olejów smarnych

SPIS TREŚCI

Woda	24
Paliwo	24
Inne produkty spalania	25
Zanieczyszczenia zewnętrzne	25
Znaczenie warunków eksploatacji	25
Znaczenie jakości oleju	25
Określenie częstotliwości wymiany oleju	25
Silnik	27
Silnik czterosuwowy	27
Silnik dwusuwowy	28
Silnik rotacyjny (Wankla)	28
Systemy zasilania paliwem	28
Gażnik	28
Układ wtrysku paliwa w silniku benzynowym	29
Układ wtrysku paliwa w silniku Diesla	29
System pomp sekcyjnych	29
System pomp rozdzielczych	29
Układ smarowania	29
Turbosprężarka	30
Smarowanie sprężarki	31
Utrzymywanie czystości spalin	31
Europejskie normy czystości spalin	31
Normy czystości spalin UE w samochodach osobowych napędzanych silnikiem benzynowym i Diesla	31
Działanie katalizatora trójfunkcyjnego	31
Budowa katalizatora trójfunkcyjnego	32
Katalizator SCR	32
Filtr ciągłej regeneracji CRT	32
Wymagania w stosunku do paliwa i oleju silnikowego	32
Oleje do instalacji z katalizatorem	32
Układ przeniesienia napędu	34
Skrzynia biegów	34
Automatyczna skrzynia biegów	34
Most napędowy	35
Układ hydrauliczny	35
Międzynarodowy system jednostek SI	36
Skróty używane w tekście	36
Bezpieczeństwo osób	37
Utylizacja przepracowanego oleju	37
Magazynowanie olejów i smarów	38

**Wymiana oleju
Kiedy? Jak często?**

**Przegląd konstrukcji
silnika i układu
napędowego**

**Międzynarodowy
system jednostek SI**

Skróty używane w tekście

**Produkowane oleje
a bezpieczeństwo**

**Magazynowanie olejów
i smarów**

Maksymalne osiągi silnika od toru w Monako do autostrady



www.mobil.pl

© 2007 Exxon Mobil Corporation. Mobil 1 jest znakiem towarowym Exxon Mobil Corporation lub jednej z jej spółek zależnych.



Od bolidów Formuły 1 po samochody jeżdżące po naszych drogach – technologia Mobil 1 zapewnia najwyższe osiągi silnika przy maksymalnej ochronie w warunkach ekstremalnych temperatur i obciążeń. Jeśli chcesz się dowiedzieć, w jaki sposób jeden z najlepszych na świecie syntetycznych olejów silnikowych może pomóc Twojemu samochodowi, odwiedź stronę www.mobil.pl.

Mobil 1

Odpowiedzialne smarowanie kluczem do obniżenia kosztów

„Kolo fortuny” stanęłoby, gdyby nie codzienne smarowanie. Stwierdzenie to może zaskakiwać, ale dobrze przystaje do rzeczywistości. Większość dziedzin naszego życia, takich jak transport, nowoczesne rolnictwo, gospodarka leśna, przemysł, a nawet nasze ulubione sposoby spędzania czasu wolnego, funkcjonuje tylko dlatego, że dbamy, aby nie zatarły się tryby obsługującej je maszynierii.

Wprawione w ruch koła nie mogą się zatrzymać. Najdrobniejsze niedociągnięcia w ich smarowaniu mogą doprowadzić do pokaźnych strat lub chociażby uniemożliwić spędzenie milego urlopu. Aby uchronić się przed przykrymi niespodziankami, należy poddawać maszyny i środki transportu regularnej obsłudze, stosując najlepiej dobrane materiały. Samochody i urządzenia mechaniczne mają przecież różne konstrukcje. Używanie ich do różnych celów powoduje, że różnie się je obciąża. Stąd przeznaczone dla nich środki smarne również muszą spełniać odmienne i ściśle określone wymogi. Nazywamy to odpowiedzialnym smarowaniem.

Dzięki prowadzeniu prac badawczo-rozwojowych nad nowymi rodzajami olejów i smarów oraz współpracy z producentami samochodów i maszyn, zarówno w laboratoriach, jak i w warunkach codziennego użytkowania, Mobil pozostaje liderem w branży. Naszym celem jest odpowiedzialne smarowanie, czyli pewność, że właściwości produkowanych środków będą najlepiej dostosowane do zróżnicowanych konstrukcji pojazdów i maszyn, i różnych warunków ich użytkowania.

Panujące w Polsce warunki klimatyczne i środowiskowe też są wyzwaniem dla olejów stosowanych w pojazdach i urządzeniach. Silniki, jak i układy hydrauliczne, muszą być zarówno zdolne do pracy w bardzo niskich temperaturach, jak i do pracy w wysokiej temperaturze i przy dużym obciążeniu. Wymaga to stosowania takich olejów i smarów, które będą odpowiednie do panujących warunków. Na jakości tych materiałów nie warto oszczędzać, zwłaszcza, że ich koszty są stosunkowo niewielkie i wynoszą około 1,1% ogólnych kosztów użytkowania. Niewłaściwy wybór oleju czy smaru może skutkować znacznym pogorszeniem tych proporcji.

Nasz przewodnik, za pomocą słów i schematów, przedstawia cechy i klasyfikacje środków smarnych, zadania, jakie mają do spełnienia, znaczenie doboru odpowiedniego oleju i zasady jego wymiany. Krótki przegląd budowy silnika i układu przenoszenia mocy pozwala poznać elementy najpopularniejszych konstrukcji samochodów i maszyn. Zachęcamy Państwa do konsekwentnego stosowania środków smarnych zalecanych przez producenta.

Mamy nadzieję, że niniejszy przewodnik dostarczy Państwu pożytecznej wiedzy oraz pomoże odkryć sekrety niezawodnej i ekonomicznej jazdy.



Pochodzenie smarów, rafinacja, właściwości i klasyfikacja

Skąd pochodzą oleje i smary?

Przyjmuje się, że pokłady ropy naftowej tworzyły się przed milionami lat, kiedy większość powierzchni kuli ziemskiej pokrywał ocean. Wszechogarniające morze obfitowało w drobnoustroje, faunę i florę, a wraz z upływem czasu szczątki, zmieszane z gliną, wapnem i piaskiem, zestaliły się stopniowo w jednolitą masę. Na skutek oddziaływania dużych ciśnień, wysokiej temperatury i obecności katalitycznych dodatków, z organicznych pozostałości utworzyła się materia, którą znamy pod nazwą ropy naftowej.

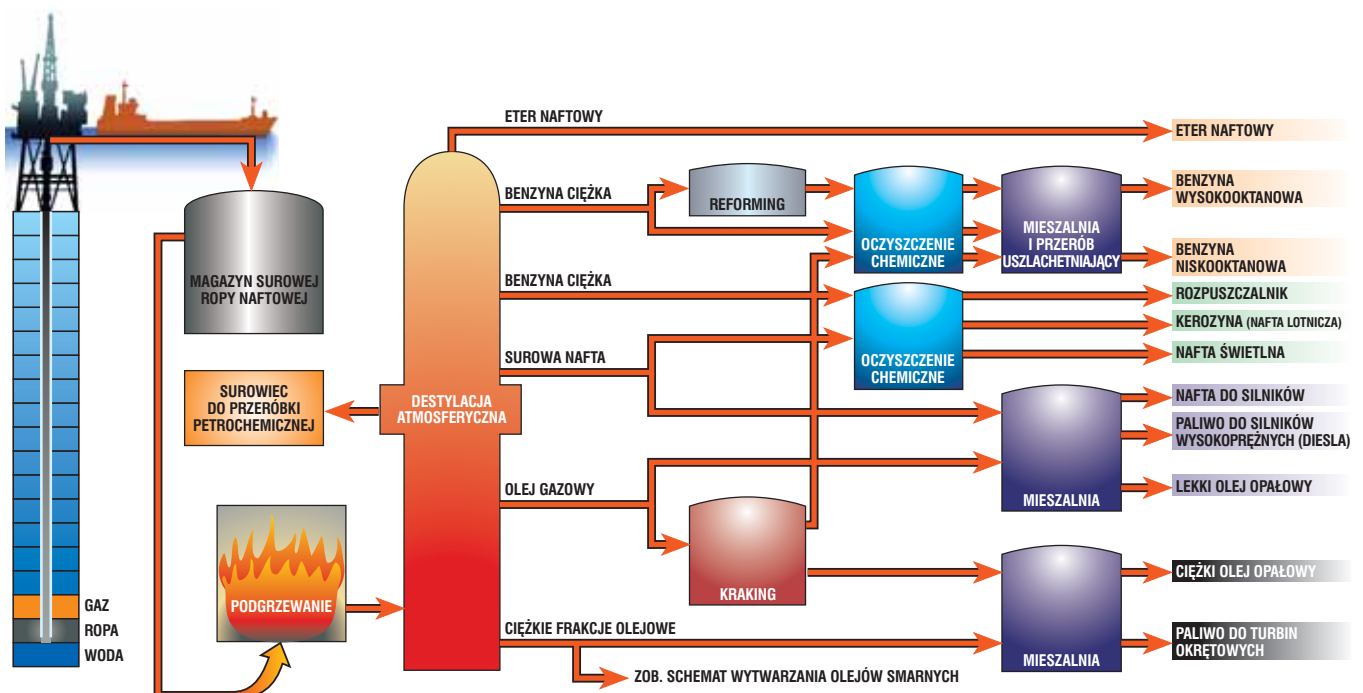
Nie jest to więc twór jednorodny. Ropa naftowa pochodząca z różnych złóż często różni się wieloma właściwościami, a nawet te same złoża mogą kryć pokłady o niejednorodnych parametrach. W poszukiwaniach złóż ropy naftowej, w przeszłości, jak i dziś, stosowane są różne metody. Jedną z nich jest m.in. technika sejsmiki refleksyjnej, polegająca na tym, że w powierzchni ziemi wiercone są kilkudziesięciometrowe otwory, a na ich dnie przeprowadza się kontrolowane wybuchy. Wywoływane w ten sposób fale sejsmiczne przenikają różne pokłady geologiczne, w swoisty, charakterystyczny dla danego podłoża sposób. Mierząc siłę i kierunek tych drgań, geolodzy uzyskują wiele danych, zarówno na temat samych pokładów, jak i obszaru ich występowania. Gdy przeprowadzone badania świadczą o możliwym występowaniu złóż ropy, rozpoczynają się próbnе wiercenia, których celem jest ustalenie wielkości złóż.

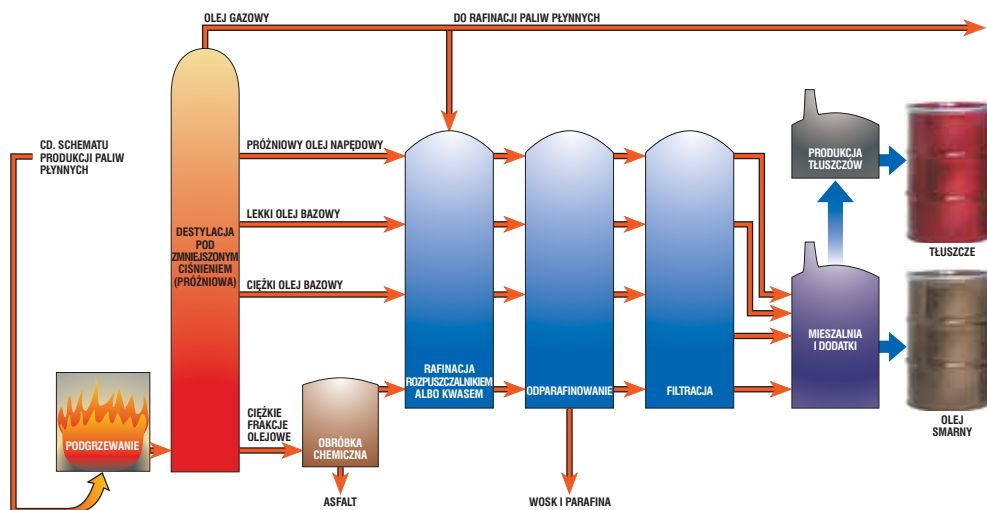
Rafinacja oleju mineralnego

Wydobywana z głębi ziemi lub dna oceanu ropa naftowa nie stanowi jeszcze gotowego paliwa czy oleju. Aby tak się stało, należy poddać ją złożonemu procesowi technologicznemu. Polega on na tym, że ropę naftową najpierw się oczyszcza, podgrzewa aż do osiągnięcia temperatury wrzenia i dopiero wtedy wprowadza do kolumny destylacyjnej, gdzie opary wrzącej ropy są chłodzone. Wtedy poszczególne frakcje skraplają się kolejno, według właściwej dla nich temperatury wrzenia. Na najniższym poziomie kondensują się ciężkie oleje opałowe, następnie lekkie oleje opałowe, nafta, benzyna oraz gaz i eter naftowy. Na dnie kolumny destylacyjnej pozostają najcięższe frakcje, które w ogóle nie parują w temperaturze, w jakiej odbywa się destylacja. Związki te poddawane są destylacji pod zmniejszonym ciśnieniem, w trakcie której wydestylowane zostają oleje bazowe gotowych olejów smarujących. Należy dodać, że w zwykłych rafineriach paliwa nie prowadzi się rafinacji olejów bazowych środków smarnych.

Wydestylowane próżniowo oleje bazowe poddawane są następnie specjalnej obróbce, której częścią jest m.in. rafinacja selektywnym rozpuszczalnikiem, odparafinowanie rafinatu i oczyszczenie chemiczne. Bazowe oleje smarne wyprodukowane przy użyciu tej metody nazywa się olejami bazowymi pierwszej i drugiej grupy. Grupa 1. to grupa olejów bazowych o podstawowym stopniu rafinacji, stanowiących zazwyczaj mieszankę różnych łańcuchów węglowodorów. Grupa 2. to oleje bazowe o wyższym stopniu rafinacji, mają one dobre właściwości smarowania (niski stopień lotności, dużą odporność na utlenianie i wysoką temperaturę zapłonu).

Schemat przerobu ropy naftowej w rafinerii.
Produkcja paliw płynnych





Schemat przerobu ropy naftowej w rafinerii. Produkcja olejów smarowych

Jakość oleju mineralnego można dziś poprawiać, rozwijając proces rafinacji. Otrzymuje się wówczas oleje bazowe Grupy 3. Rodzaj wysokorafinowanego oleju w przypadku produktu firmy Mobil nosi nazwę oleju XHQ (Extra High Quality). Duża poprawa jakości to w tym przypadku około 40-procentowa poprawa odporności na degradację i na utlenianie w warunkach wysokich temperatur. Olej bazowy XHQ jest wytwarzany w procesie hydrokrakingu. Zwykły olej mineralny jest w tym procesie poddawany dodatkowej obróbce w komorze wodorowej, gdzie nienasycone cząsteczki węglowodorowe w obecności wodoru łączone są w większe polimery, by zwiększyć ich odporność na wysokie temperatury. W najczęściej spotykanym modelu klasyfikacji olejów bazowych tego rodzaju olej bazowy XHQ lub XHVI (Extra High Viscosity Index) określa się jako olej bazowy trzeciej grupy, często traktując i nazywając podobnie jak syntetyczny olej bazowy lub olej wykonany w technologii syntetycznej.

Surowa ropa naftowa to różne mieszanki tysięcy węglowodorów. Jak stwierdzono powyżej, nadające się do smarowania oleje pozyskuje się w procesach destylacji pod normalnym ciśnieniem, w destylacji próżniowej i w innych procesach obróbki destylatów. Jednakże nawet po zakończeniu tych procesów w skład otrzymanego oleju bazowego wchodzi wiele cząsteczek o zróżnicowanych właściwościach.

W odróżnieniu od opisanych powyżej produktów destylacji syntetyczne oleje bazowe są produktami o z góry określonym składzie chemicznym. Wytwarza się je w toku ściśle określonego i kontrolowanego procesu petrochemicznego z gazu ziemnego. Procesy te określane są jako synteza chemiczna. Z tego właśnie względu cząsteczki uzyskanych związków syntetycznych mają ściśle określoną budowę molekularną i właściwości. Znajomość tych relacji pozwala z góry zaplanować proces produkcji bazowych olejów syntetycznych tak, aby uzyskać skład chemiczny gwarantujący pożądane właściwości.

Syntetyczne oleje bazowe można pogrupować wg następującej klasyfikacji:

Węglowodory syntetyczne

- n Polialfaolefiny
- n Alkilowane aromaty

Estry organiczne

- n Dwuestry kwasów
- n Poliestry

Inne

- n Poliglikole
- n Estry fosforowe
- n Silikaty
- n Silikony
- n Etery polifenolowe
- n Fluorowęglowodory

Mieszanki

- n Mieszanki wymienionych powyżej związków, które mogą zawierać też drobne ilości olejów mineralnych.

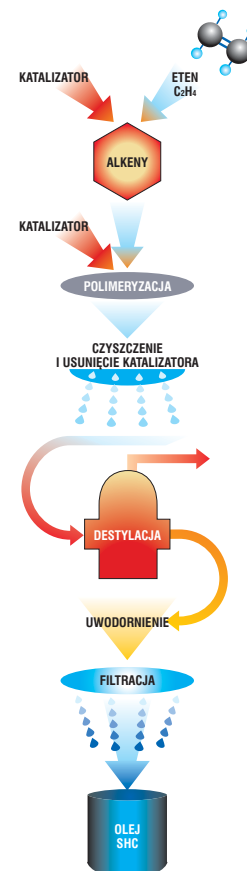
Sześć z wymienionych powyżej rodzajów olejów bazowych, a mianowicie polialfaolefiny, alkilowane aromaty, dwuestry kwasów, poliestry, poliglikole i estry fosforowe, to ponad 90% wszystkich olejów syntetycznych używanych na całym świecie. Grupę 4. olejów bazowych tworzą polialfaolefiny. Grupę 5. olejów bazowych stanowią estry i pozostałe związki z listy powstające w różnych złożonych procesach syntez chemicznych.

Olej bazowy nie jest jednak jeszcze gotowym produktem przeznaczonym dla użytkownika. W kolejnej fazie produkcji dochodzi do wymieszania olejów bazowych z dodatkami. W dalszej części omówimy zadania i funkcje spełniane przez najczęściej stosowane dodatki do olejów bazowych.

Olej silnikowy powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem (indeksem) lepkości VI (Viscosity Index). Naturalny indeks lepkości oleju można poprawić za pomocą dodatków poprawiających VI.

Wysokorafinowany olej mineralny

Produkcja bazowych olejów syntetycznych



Dodatki do olejów bazowych

Są to polimery o długich łańcuchach i dużych molekułach. Długość ich łańcuchów opóźnia obniżanie się lepkości przy wzroście temperatury. Kolejnym zadaniem oleju jest utrzymanie czystości silnika. Do tego potrzebne są dodatki, które „rozbijają” zanieczyszczenia, powstałe głównie jako pozostałości spalania, na drobniejsze cząstki, które wiązane są przez olej. Takie działanie chroni przed osadzaniem się zanieczyszczeń w układzie smarowania lub na współpracujących powierzchniach. Przy wymianie oleju zanieczyszczenia te usuwane są z silnika razem ze zużytym olejem. Zakres, w jakim olej jest w stanie powstrzymać mechaniczne zużywanie się elementów trących, można poprawić za pomocą specjalnych dodatków. Na przykład, kiedy na kołach zębatych przekładni układu napędowego pojawiają się duże naciski powierzchniowe, wówczas działają tzw. dodatki EP, które dodane do olejów przekładniowych zapobiegają bezpośredniemu stykaniu się i zacieraniu współpracujących powierzchni zębów. Od olejów użytkowanych w wysokich temperaturach oczekuje się dużej odporności na utlenianie. Również i tę właściwość można w razie potrzeby poprawić za pomocą odpowiednich dodatków, podobnie jak zdolność oleju do ochrony przed korozją. Niska temperatura płynięcia to ważna właściwość w użytkowaniu pojazdów mechanicznych przy rozruchu i szczególnie w okresie zimowym, stąd w oleju o takim przeznaczeniu stosuje się dodatki wpływające na obniżenie temperatury płynięcia.

Podział olejów smarnych

Przyjmuje się dzielić gotowe oleje smarne, w zależności od dominującego udziału typu olejów bazowych, na oleje syntetyczne i mineralne oraz ich mieszaniny – oleje semisyntetyczne/półsyntetyczne. W pełni syntetyczny olej samochodowy wytwarzany jest w 100% z syntetycznych olejów bazowych. W europejskim obrocie handlowym przyjmuje się, że olej syntetyczny (półsyntetyczny, semisyntetyczny, częściowo syntetyczny itd.) zawiera ponad 30% składników syntetycznych (mniej niż 70% mineralnych). Smary i oleje mineralne produkowane na bazie olejów z grup 1. do 3. zawierają zazwyczaj tylko mineralne oleje bazowe.

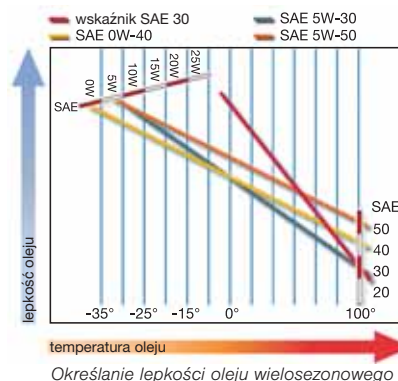
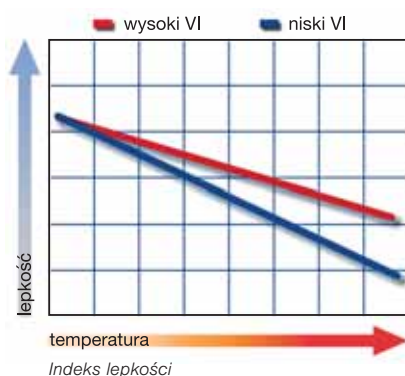
W kategorii substancji w pełni syntetycznych można wyodrębnić kilka wyjątków. W Niemczech do grupy w pełni syntetycznych olejów smarnych zaliczane są produkty na bazie olejów z grupy 4. i 5. (polialfaolefinów i estrów). W Japonii do grupy substancji w pełni syntetycznych zaliczane są tylko produkty na bazie polialfaolefin. W Ameryce Północnej oleje mogą być uznane za w pełni syntetyczne, jeśli indeks lepkości mieszanki mineralnego oleju bazowego (grupa 2.) i syntetycznego oleju bazowego przekracza 120. Taka norma ma znaleźć zastosowanie także w Europie. Właściwości olejów i smarów zależą od właściwości użytej do ich wytworzenia surowej ropy naftowej, wydestylowanych olejów bazowych oraz od dodatków, które decydują o ostatecznej postaci smaru przeznaczonego do użytkowania w konkretnym celu i konkretnych warunkach.

Właściwości olejów i smarów

Lepkość czyli płynność

Lepkość oleju jest to stopień tarcia wewnętrznego jego cząsteczek, który określa podatność na ich poruszanie względem siebie. Powszechnie wiadomo, że np. woda jest bardzo płynna, ponieważ jej wewnętrzne tarcie jest małe. Mówimy wtedy, że woda ma niską lepkość. Musztarda ma niewielką płynność. Jest mało płynna i stąd jej wysoka lepkość. Lepkość mierzy się w danej temperaturze wiskozymetrem (lepkościomierzem). Przyrząd ten mierzy czas przepływu ściśle określonej objętości oleju poprzez określonej wielkości kapilarę. Zmierzony w ten sposób czas przepływu zamieniany jest na jednostki kinematycznej lepkości oleju. Podstawową legalną jednostką lepkości kinematycznej jest metr kwadratowy na sekundę. W praktyce używa się jednostki mniejszej – milimetr kwadratowy na sekundę, zwany też wg dawniejszych norm centiStokes. Do przeliczenia $1 \text{ cm}^2/\text{s} = 1 \text{ St}$ (Stokes), a centiStokes $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$.

W niskich temperaturach pomiary lepkości za pomocą wiskozymetru nie dają miarodajnych rezultatów. W takich warunkach lepiej sprawdza się tzw. próba „zimnego startu” (Cold Cranking Simulator – CCS), która oparta jest na zasadzie symulacji funkcjonowania smarowania w łożyskach tocznych. Symulator mierzy zapotrzebowanie na energię, które uzależnione jest od panującej w symulatorze lepkości cieczy. Im wyższa jest lepkość, tym więcej potrzeba energii do wprowadzenia układu w ruch. Otrzymany wynik zamieniany jest na jednostki lepkości dynamicznej – paskalosekundy (1 Pas) lub według dawniejszych norm Poise (1 P = 0,1 Pas); jej setną część to centiPoise (1 cP = mPas). W przypadku olejów silnikowych bardzo przydatny jest również pomiar granicznej temperatury pompowności. Dokonuje się go za pomocą lepkościomierza rotacyjnego Mini Rotary Viscosimeter (MRV). Pomaga on upewnić się, że olej smarny chroniący silnik rzeczywiście spełnia swoje zadanie nawet w niskiej temperaturze. Ze względów praktycznych oleje i ich lepkość dzieli się według klasyfikacji SAE (Society of Automotive Engineers). Praktyczne znaczenie parametrów lepkości omówione zostanie razem z rolą i znaczeniem samego smarowania.



Lepkość oleju nie jest wartością stałą i wpływ na jej wartość mają uwarunkowania termiczne. Mówiąc prościej, im wyższa temperatura, tym niższa lepkość, tzn. olej jest coraz bardziej płynny, a warstwa oleju coraz cieńsza. Gdy temperatura spada, lepkość rośnie. Płynność oleju maleje, a warstwa oleju jest grubsza. Lepkość niektórych olejów jest bardziej podatna na zmiany temperatury, innych mniej. Stopień tej zmienności zależy od indeksu lepkości oleju (VI), obliczanego matematycznie na podstawie pomiaru lepkości w temperaturze +40°C oraz +100°C. W sytuacji, w której znana jest lepkość oleju w tych temperaturach, możliwe jest także określenie lepkości w innych temperaturach z wystarczającą precyzją za pomocą tak zwanych diagramów lepkości.

Indeks lepkości (VI)

Temperatura płynięcia oleju to temperatura, w której olej przestaje spływać pod własnym ciężarem. Pomiar przeprowadza się w warunkach laboratoryjnych. Na wyniki pomiaru oddziałuje m.in. tempo płynięcia. Przeprowadzona w lodówce próba na zasadzie „zrób to sam” nie pozwoli uzyskać miarodajnych danych. Punkt płynięcia oleju silnikowego nie wyraża bezwzględnej, granicznej temperatury płynięcia, ponieważ podczas smarowania silnika nie wykorzystuje się własnego ciężaru cieczy. Przy uruchomieniu silnika olej może zachować płynność także w temperaturze niższej od temperatury płynięcia. Jedną z najważniejszych zalet olejów w pełni syntetycznych jest właśnie ich niska temperatura płynięcia, zazwyczaj poniżej -50°C.

Temperatura płynięcia

Temperatura zapłonu oleju to najniższa temperatura, w której unoszące się w powietrzu pary oleju mogą w zetknięciu z płomieniem ulec zapłonowi. Temperatura zapłonu oleju silnikowego powinna być możliwie jak najwyższa, bo wówczas zużycie oleju jest najniższe. Temperatura zapłonu olejów silnikowych stosowanych do dwusuwowych powinna być z kolei możliwie jak najniższa, aby olej w silniku był spalany jak najdokładniej.

Temperatura zapłonu

Całkowita liczba zasadowa (Total Base Number – TBN) przydaje się do określania zdolności oleju do neutralizacji kwaśnych produktów spalania paliwa. Olej silnikowy wchłania je, chroniąc tym samym części metalowe. Ważne jest, aby olej był w stanie je zobojętnić i zapobiec korozji. Całkowite liczby zasadowe różnych olejów nie nadają się do porównań, ponieważ na zdolność oleju do neutralizacji kwasów wpływ mają także właściwości dodatków.

Całkowita liczba zasadowa (TBN)

Zróznicowane chemicznie powierzchnie chronione przez smarowanie i różne warunki użytkowania stawiają olejom smarnym różne wymagania. Dokładne określenie wymagań pozwala upewnić się, że wybrany olej będzie odpowiadał wykonywaniu konkretnych zadań. Oleje smarne klasyfikowane są według posiadanych właściwości. Rodzaje klasyfikacji można podzielić na dwie główne grupy – ze względu na lepkość (klasyfikacja lepkościowa) i klasyfikacje uwzględniające jakość oleju (klasyfikacja jakościowa). W pierwszej kolejności przyjrzymy się klasyfikacjom według lepkości.

Klasyfikacja olejów smarnych

Poszczególne klasy lepkości SAE w praktyce pomagają określić odpowiednią grubość filmu olejowego. W przypadku olejów silnikowych grubość filmu olejowego mierzy się zarówno w niskich, jak i wysokich temperaturach.

Klasyfikacja lepkości olejów silnikowych SAE

Klasę SAE, odnoszącą się do pomiaru w niskiej temperaturze, można rozpoznać po literze W (Winter) poprzedzanej cyfrą, która określa tę klasę. Dla każdej klasy lepkości określa się lepkość maksymalną w temperaturze pomiaru, a ponadto graniczną wartość pompowalności w temperaturze niższej o 5°C.

Przy pomiarach lepkości w niskich temperaturach używa się symulatora „zimnego startu” (CCS). Warunki pomiaru mają odpowiadać warunkom panującym w silniku w momencie jego uruchamiania na zimno. Określenie granicznej temperatury pompowalności ma ponadto zagwarantować, że olej będzie pełnił aktywną rolę smarną także w niskiej temperaturze i nie zakrzepnie, tworząc stałą masę zaraz poniżej temperatury pomiaru. Temperaturę pompowalności oleju silnikowego można w praktyce traktować jako najniższą bezpieczną temperaturę rozruchu silnika.

Klasa SAE	Właściwości oleju przy niskich temperaturach			Właściwości przy wysokich temperaturach		
	Maksymalna lepkość CCS, mPas ^{a)}	Temperatura pomiaru [°C]	Najniższa temperatura pompowalności °C ^{b)} , 60.000 mPas	Lepkość +100 ^{c)}		Lepkość HT/HS, 150°C, mPas
				mm ² /s (centistoke, cSt)		
				Min	Max	Min
0W	6200	-35	-40	3,8		-
5W	6600	-30	-35	3,8		-
10W	7000	-25	-30	4,1		-
15W	7000	-20	-25	5,6		-
20W	9500	-15	-20	5,6		-
25W	13000	-10	-15	9,3		-
20				5,6	9,3	2,6
30				9,3	12,5	2,9
40				12,5	16,3	2,9 ^{d)} 3,7 ^{e)}
50				16,3	21,9	3,7
60				21,9	26,1	3,7

^{a)} pomiar przy użyciu CCS (Cold Ranking Simulator = symulujący warunki rozruchu na zimno przyrząd do mierzenia lepkości dynamicznej ASTM D 5293)

^{b)} lepkość kinematyczna (ASTM D445)

^{c)} graniczna temperatura pompowalności zmierzona przy użyciu MRV (Minirotary Viscosimeter) ASTM D 4684

^{d)} SAE 0W-40, 5W-40 i 10W-40

^{e)} SAE 15W-40, 20W-40, 25W-40 i 40

Olej wielosezonowy SAE XW-YY to olej, który spełnia kryteria wymienione jako właściwości oleju w niskich temperaturach – odpowiadające wybranej klasie SAE XW oraz właściwości przy wysokich temperaturach – odpowiadające wybranej klasie SAE YY.

Klasyfikacja lepkości oleju SAE do przekładni i wału napędowego

Lepkość olejów do smarowania przekładni zębatych oznaczana jest według klasyfikacji SAE. Wyjątkiem są oleje do automatycznych skrzyń biegów, których nie klasyfikuje się według lepkości. Jest jedna klasa SAE należących do grup zimowej W i letniej. Klasyfikując od najmniejszej lepkości w górę, są to: 70W, 75W, 80W, 85W, 80, 85, 90, 110, 140, 190, 250. Dla przeznaczonych do użytkowania w zimie olejów klasy SAE 70W, 75W, 80W i 85W określa się temperatury odpowiadające największej lepkości 150 000 cP oraz minimalną lepkość w temperaturze +100°C. Lepkość olejów klasy SAE 80, 85, 90, 110, 140, 190 i 250 określa się wyłącznie w temperaturze +100°C. Wartości dla olejów wielosezonowych są kombinacją wymogów dla obu grup analogicznie jak dla olejów silnikowych. Wartości odpowiadające temperaturze i lepkości olejów są uwidocznione w poniższym schemacie.

Klasa SAE	Najwyższa temperatura ^{a)} , w której lepkość wynosi 150 Pas (150 000 centipoise, cP)	Lepkość w +100°C ^{b)} mm ² /s	
		Powyżej	Poniżej
70W	-55°C	4,1	-
75W	-40°C	4,1	-
80W	-26°C	7,0	-
85W	-12°C	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	-

^{a)} Pomiar lepkości olejów SAE 70W, 75W, 80W i 85W wykonuje się w temperaturze -55°C, -40°C, -26°C i -12°C wiskozymetrem Brookfielda. Licznik pracuje na zasadzie określenia momentu skrętu, gdy kołnierzy obraca się w zamrożonym oleju.

^{b)} Pomiar lepkości w temperaturze +100°C wykonuje się za pomocą wiskozymetru kapilarnego tak jak w olejach silnikowych.

Oleje wielosezonowe do przekładni i układów napędowych odpowiadają wymogom lepkości w przypadku obu temperatur i obu metod pomiarowych. Na przykład lepkość oleju SAE 85W-140 nie może przewyższać 150 000 cP w temperaturze -12°C. Lepkość ta powinna wynosić co najmniej 24 mm²/s, ale mniej niż 32,5 mm²/s w temperaturze +100°C.

Należy zauważyć, że klasyfikacja SAE odnosząca się do przekładni nie jest „dalszym ciągiem” klasyfikacji SAE odnoszącej się do olejów silnikowych. Na przykład olej SAE 80W odpowiada SAE 20 oleju silnikowego, a SAE 90 jest pod względem lepkości tym samym co SAE 40 lub 50 dla oleju silnikowego. Na różbieżną numerację zdecydowano się po to, aby oleje silnikowe i oleje do mechanizmów przenoszenia napędu można było oddzielić od siebie również na poziomie klasyfikacji lepkości.

Klasyfikacja jakości olejów silnikowych API

Klasyfikacja SAE nie dotyczy jakości oleju. Oznaczenie jakości oleju wymaga wieloetapowych badań laboratoryjnych i praktycznych. Badania te są prowadzone przez współpracujących ze sobą producentów samochodów i maszyn oraz producentów olejów różnych klas. Osiągnięte rezultaty pomagają wyznaczyć odpowiednie dla olejów smarnych parametry i kategorie jakości, na podstawie których określa się zalecenia regulujące stosowanie olejów w konkretnych pojazdach czy maszynach.

Jakość oleju silnikowego określa się w klasyfikacji API na drodze odpowiednio określonych testów, podczas których bada się m.in. zużycie i czystość gładzi cylindrów, pierścieni tłokowych, łożysk i zaworów, jak również gromadzenie się zanieczyszczeń oraz stopień występowania korozji i utleniania oleju. Należy zwrócić uwagę na to, że klasyfikacja API uwzględnia wyłącznie podstawowe parametry oleju. Stąd między poszczególnymi olejami zakwalifikowanymi do tej samej klasy API w praktyce pojawiać się mogą różnice, które nie są uwzględnione w klasyfikacji, jednakże wszystkie oleje w danej klasie muszą przynajmniej spełniać wymogi dla danej klasy API.

Symbolem klasyfikacji API olejów do silników benzynowych jest wyznacznik S

Kolejna litera po literze S określa klasę jakości i warunki eksploatacji oleju w sposób następujący:

SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG i SH – wycofane z użytku.

SG – Wymaga lepszych parametrów w zakresie odporności na ścieranie, zachowania czystości, ochrony przed zanieczyszczeniem i trwałości niż wcześniejsze klasy. Dotyczy głównie samochodów wyprodukowanych przed rokiem 1993.

SH – Klasa jakości wprowadzona w 1993 roku, zastąpiła klasę SG. Testy silnikowe i wartości graniczne pozostały te same co w klasie SG, ale bardzo ściśle określone i kontrolowane procedury testowania sprawiają, że jest to klasa w sposób istotny bardziej wymagająca. Dotyczy głównie silników stosowanych w samochodach wyprodukowanych przed rokiem 1996.

SJ – Klasa jakości wprowadzona w 1996 roku. Testy silnikowe i procedury testowania te same co w klasie SH, ale wymaga mniejszego parowania i niższej zawartości fosforu. Dotyczy silników samochodów wyprodukowanych przed rokiem 2001.

SL – Klasa jakości wprowadzona w 2001 roku. Testy silnika i procedury testowania te same co w klasie SJ, ale większe ograniczenia dla osadów związanych z eksploatacją w wysokich temperaturach i dla zużycia oleju. Niektóre z olejów należących do tej klasy mogą też odpowiadać standardom oszczędności paliwa ILSAC GF-3. Dotyczy silników samochodów wyprodukowanych przed rokiem 2004.

SM – Klasa jakości wprowadzona w 2004 roku. Oleje z tej grupy charakteryzują się lepszymi parametrami odporności na utlenianie, zapobiegania osadzaniu się zanieczyszczeń i lepszą wydajnością smarowania w niskich temperaturach podczas całego okresu użytkowania. Niektóre z olejów z tej grupy mogą też spełniać standardy oszczędności paliwa ILSAC GF-4.

Do silników benzynowych można używać oleju o wyższej klasie jakości od tej, którą rekomenduje producent. Ostrożność jest wskazana w przypadku „old-timerów”, pojazdów zabytkowych, których materiały mogą być niekompatybilne z chemią nowoczesnych olejów.

Kolejna po literze C litera określa klasę jakości i warunki eksploatacji oleju w sposób następujący:

CA, CB, CC, CD, CD-II, i CE – wycofane z użytku.

CC – Do lekkich silników wysokoprężnych. Zawiera dodatki do oleju zapobiegające zbieraniu się osadów i zanieczyszczeń, tworzących się podczas pracy w wysokiej temperaturze oraz rdzy.

CD – Do mocno obciążonych i eksploatowanych, czterosurowych silników wysokoprężnych. Zawiera skuteczne dodatki do oleju zapobiegające ścieraniu, zbieraniu się osadów, rdzy przy korzystaniu z paliw o różnej jakości.

CD-II – Do dwusurowych silników wysokoprężnych.

CE – Spełnia wymagania obowiązujące niższe klasy, a ponadto doskonale sprawdza się w warunkach, w których silnik jest zmuszony pracować na niskich obrotach przy wyjątkowo dużym obciążeniu lub na wysokich obrotach i przy dużym obciążeniu.

CF-4 – Przewyższa parametry CE pod względem zużycia i zanieczyszczeń tłoków.

CF-2 – Do dwusurowych silników Diesla. Zastępuje klasę CD-II.

CF – Zastępuje klasę CD. Do silników, w których korzysta się z „zasiarczonego” paliwa.

CG-4 – Do silników amerykańskich o niskim poziomie emisji spalin. Zastępuje klasy CD, CE i CF-4. Spełnia wymogi emisji spalin z roku 1994.

CH-4 – Klasa wprowadzona w 1998 roku. Do silników amerykańskich, emitujących niewielką ilość toksycznych spalin, zaprojektowanych zgodnie z wymogami emisji spalin z roku 1998. Zastępuje klasy CD, CE i CF-4 i CG-4.

CI-4 – Wprowadzona w 2002 roku. Do silników amerykańskich, emitujących niewielką ilość toksycznych spalin, zaprojektowanych zgodnie z wymogami emisji spalin z roku 2004. W szczególności nadaje się do silników, w których zastosowano układ recyrkulacji spalin (EGR). Zastępuje klasy CD, CE i CF-4, CG-4 i CH-4.

CJ-4 – Najnowsza klasa wprowadzona pod koniec 2006 roku z przeznaczeniem do smarowania silników Diesla o podwyższonej czystości spalin wyposażonych w filtry cząstek (DPF) lub układy recyrkulacji spalin (EGR) i przy stosowaniu paliwa o najniższej zawartości siarki – poniżej 15 ppm. W przypadku paliwa o wyższej zawartości siarki zaleca się skracanie okresu wymiany oleju.

W zasadzie we współczesnych silnikach czterosurowych można stosować oleje lepszej jakości od rekomendowanych przez ich producenta. W przypadku niektórych silników Diesla (np. pompowtryskiwacze VW) producenci ograniczają taką możliwość. W silnikach dwusurowych należy bezwzględnie korzystać z olejów zalecanych przez producenta.

Olej silnikowy spełnia zazwyczaj wymogi API odnoszące się zarówno do olejów do silników benzynowych, jak i do silników wysokoprężnych. Klasa API może być oznaczona również na przykład jako SJ/CF. Oznacza to, że olej spełnia lub przewyższa wymóg SJ dla silników benzynowych i nadaje się również do silników wysokoprężnych, w których odpowiednie parametry wymagane według klasyfikacji API mieszczą się w kategorii CF. Jeżeli klasa API wynosi CG-4/SH, oznacza to, że olej nadaje się do użycia w intensywnie eksploatowanych silnikach Diesla i tych silnikach benzynowych, dla których klasa SH jest klasą wystarczającą – pod warunkiem jednak, że olej spełnia również odpowiednie kryteria dotyczące lepkości.

Symbolem klasyfikacji API olejów do silników Diesla jest wyznacznik C

Klasyfikacja olejów do silników dwusuwowych

Kryteria jakościowe olejów przeznaczonych do użytkowania w silnikach dwusuwowych oznacza się według klasyfikacji API, ISO, JASO lub NMMA. Analogicznie do silników czterosuwowych odpowiednie kategorie określone są na podstawie testów silnika i testów laboratoryjnych.

API TA (ISO-L-ETA) – Do silników dwusuwowych stosowanych w motorowerach, kosiarkach do trawy i innych urządzeniach o małej mocy. Zazwyczaj o pojemności skokowej poniżej 50 ccm.

API TB (ISO-L-ETB) – Właściwości smarne oleju są wystarczające dla silników małych motocykli i skuterów. Wycofane z użytku. Zazwyczaj o pojemności skokowej 50–200 ccm.

API TC (ISO-L-ETC) – Do silników, które są narażone na uszkodzenia przy szybkim uzyskiwaniu maksymalnej mocy. Taki olej musi spełniać swoje zadania w bardzo wysokiej temperaturze bez ryzyka zatarcia silnika. Właściwości oleju są w zupełności wystarczające dla największych nawet motocykli, skuterów śnieżnych lub pił mechanicznych. Zazwyczaj są to silniki o pojemności skokowej 50–500 ccm.

API TCS – Tak jak API TC, ale jest to olej syntetyczny.

API TD (ISO-L-ETD) – Do silników zaburtowych w motorówkach. Wycofane z użytku.

JASO FB/ISO-L-EGB – Oleje niskiej jakości.

JASO FB/ISO-L-EGC – Minimalny wymóg japońskich producentów silników.

JASO FCS – Tak jak JASO FC, ale jest to olej syntetyczny.

ISO-L-EGD – Oleje dwusuwowe o doskonałych parametrach ochrony przed zanieczyszczeniami i wyższej sprawności przy wysokich temperaturach.

NMMA TC-W3 – Oleje do silników stosowanych w łodziach motorowych. Zastępuje klasę API TD.

Klasyfikacja jakości API olejów do przekładni układu napędowego

Symbolami klasyfikacji jakości olejów do smarowania przekładni układów napędowych są litery GL (Gear Lubricants) i cyfry od 1 do 6. Cyfra następująca po tych literach odnosi się do rodzaju przekładni i zalecanego typu eksploatacji. Uwzględnia też rosnącą wraz z cyfrą zawartość dodatków typu EP o działaniu chemicznym. Zawiera więc informację także o jego zdolności do przenoszenia obciążeń. Stąd właściwy dobór oleju do smarowania przekładni wymaga zawsze sprawdzenia zaleceń co do klasy GL, lepkości i innych parametrów.

W praktyce obecnie najczęściej stosuje się oleje klasy API GL 5 oraz API GL 1. Klasa API GL-6 nie rozwinęła się na rynku. Klasy API GL 3 i GL 4 (przekładnie hipoidalne lekkie i umiarkowane obciążenia) stopniowo są zastępowane przez GL 5. Klasa API GL 2 ukierunkowana na przekładnie ślimakowe również jest wycofywana.

API GL-1 – Olej przekładniowy bez dodatków typu EP. Olej zawiera jednak dodatki przeciwdziałające utlenianiu i korozji, a także dodatki obniżające temperaturę płynięcia.

API GL-2 i GL-3 – Olej zawierający lekkie domieszki EP. Stopniowo wycofywany.

API GL-4 – Olej ze średnią zawartością dodatku EP, zazwyczaj stosowany do manualnych skrzyń biegów, stopniowo wycofywany.

API GL-5 – Olej zawierający dużą ilość dodatku EP (w przybliżeniu dwa razy więcej niż olej GL-4). Przeznaczony do mocno obciążonych przekładni głównych o zazębieniu hipoidalnym.

Właściwy dobór oleju przekładniowego i oleju do reszty elementów układu napędowego wymaga więc stosowania oleju o zalecanej klasie GL. Na przykład zastosowanie oleju klasy GL-5 w przekładni, do której rekomenduje się olej GL-4, skutkować może uszkodzeniem synchronizatorów.

Klasyfikacja jakości API nie dotyczy olejów do automatycznych skrzyń biegów. Oleje do przekładni automatycznych nie dzielą się według ogólnie przyjętej typologii jakości. Szczegółowe lub ogólne wymagania co do spełnianych przez nie parametrów formułuje sam producent skrzyń biegów. Wskazówki dotyczące właściwego wyboru oleju przekładniowego znajdują się w części poświęconej ogólnym zasadom wyboru olejów.

W praktyce każdy producent układów lub urządzeń hydraulicznych określa odpowiednie dla nich parametry. Oleje do układów hydraulicznych stosowane w różnego typu pojazdach muszą zazwyczaj spełniać następujące wymogi:

- n odporność na zużycie
- n odporność na utlenianie
- n odporność na korozję
- n odporność na pienienie
- n zdolność do oddzielania wody
- n określona lepkość przy rozruchu i w trakcie pracy
- n wysoki indeks lepkości
- n niska temperatura płynięcia.

W pojazdach, w których stosuje się układy hydrauliczne, często stosuje się też specjalny olej hydrauliczny lub olej silnikowy o parametrach jakości API CD i lepkości SAE 10W. Jeżeli olej powinien charakteryzować się także odpornością na tworzenie emulsji z wodą, należy zawsze sięgać po specjalny olej hydrauliczny. Producenci układów hydraulicznych stosują się, przy określaniu swoich zaleceń, do standardów ogólnych. Najbardziej znane z tych standardów to:

DIN 51524 HVLP (ISO 6743-4HV) (SS 15 54 34 SH/SHS) – Oleje zawierają dodatki przeciwdziałające korozji, utlenianiu i zużyciu oraz ulepszające wskaźnika lepkości (VI>140, ciśnienie>100 barów). Stosowane są w hydraulice zewnętrznej.

DIN 51524 HLP (ISO 6743-4HM) – Oleje zawierają dodatki przeciwdziałające korozji, utlenianiu i zużyciu (VI 80-100, ciśnienie>100 barów). Stosowane są w hydraulice wewnętrznej.

DIN 51524 HL (ISO 6743-4HL) – Oleje zawierają dodatki antykorozyjne i inhibitory utleniania (VI około 70, ciśnienie>100 barów). Stosowane w hydraulice wewnętrznej starszych systemów.

Jeśli chodzi o wymogi dotyczące lepkości, np. Vickers podaje, że w trakcie rozruchu lepkość może wynosić:

- n w pompie skrzydełkowej nie więcej niż 800 mm²/s (cSt)
- n w pompie tłoczkowej nie więcej niż 200 mm²/s (cSt)
- n lepkość nie może w żadnych warunkach spaść poniżej 10 mm²/s (cSt = centiStokes).

Tendencja do zmian tolerancji pasowania elementów układów hydraulicznych oraz wzrostu temperatury i ciśnienia, w jakich są użytkowane, stwarza dodatkowy wymóg utrzymania właściwej czystości oleju. Ocenia się, że ponad 80% zakłóceń w funkcjonowaniu systemów hydraulicznych spowodowane jest zanieczyszczeniami. Przed wyborem konkretnego oleju hydraulicznego należy więc zawsze sprawdzić, jakie są zalecenia producenta układu hydraulicznego. Doświadczenie uczy, że na jakości oleju hydraulicznego nie opłaca się oszczędzać.

Smary klasyfikuje się ze względu na rodzaj użytego zagęszczacza oraz ze względu na konsystencję. Produkują się je z oleju i mydła metalicznego lub mieszanek mydeł–zagęszczaczy, które mają wiązać olej. Zagęszczaczem oleju w smarach samochodowych jest mydło litowe. Konsystencję smarów określa się według klasyfikacji NLGI. Specjalny, określony normą, stożek urządzenia do pomiaru jakości smaru zanurzany jest w nim na około 5 sekund, przy temperaturze +25°C. Wynikiem pomiaru jest głębokość zanurzenia stożka, mierzona w dziesiątych milimetra. Im mniejsza jest głębokość zanurzenia, czyli penetracja, tym wyższy wskaźnik NLGI. W pojazdach używa się najczęściej uniwersalnych smarów klasy NLGI 2.

Klasa NLGI	Penetracja/1/10 m
000	445–475
00	400–430
0	355–385
1	310–340
2	265–295
3	220–250
4	175–205
5	130–160
6	85–115

Bywa, że poza klasyfikacją jakości API producenci samochodów określają jakość oleju na podstawie przeprowadzanych we własnym zakresie testów. Robią tak m.in. Caterpillar, Mercedes-Benz, Ford, General Motors, Mack, M.A.N., Volkswagen i Volvo.

ACEA to Europejskie Zrzeszenie Producentów Pojazdów Samochodowych, które powstało w miejsce wcześniejszego CCMC. Zadaniem tego stowarzyszenia jest m.in. rozwijanie klasyfikacji jakości olejów silnikowych w kontekście europejskich rozwiązań technicznych i warunków użytkowania. Klasyfikacje jakości ACEA weszły w życie z początkiem 1996 roku, kiedy wycofano z użytkowania wcześniejsze kategorie G4, G5, PD2, D4 i D5. Zastąpiły je odpowiednio klasy ACEA A1, A2, B2, E1 i E3. Najważniejsza różnica pomiędzy klasyfikacją ACEA a API polega na oddzieleniu klasy olejów do silników Diesla samochodów osobowych i dostawczych (klasa B) i samochodów ciężarowych oraz maszyn roboczych (klasa E).

Klasyfikacja olejów hydraulicznych

Klasyfikacja smarów plastycznych

Klasyfikacja według konsystencji smarów

Klasyfikacje producentów samochodów

Klasyfikacja ACEA

Zgodnie z nową klasyfikacją ACEA 2007 oleje silnikowe dzielą się na trzy grupy:

- A/B** oleje do silników benzynowych i silników wysokoprężnych stosowanych w samochodach osobowych i dostawczych,
- C** oleje „ekologiczne” o niskiej zawartości popiołu, przeznaczone do silników benzynowych i wysokoprężnych stosowanych w samochodach osobowych i dostawczych dostosowanych do nowych norm czystości spalin,
- E** oleje do silników wysokoprężnych stosowanych w samochodach ciężarowych.

Zaliczenie do którejś z wyżej wymienionych grup wymaga przeprowadzenia odpowiednich testów laboratoryjnych, chemicznych i badań praktycznych. Testy laboratoryjne sprawdzają m.in. lepkość oleju, jego odporność na pienienie, szczelność, antykorozyjność. W testach przeprowadzanych w warunkach pozalaboratoryjnych bada się m.in. odporność na ścieranie łożysk ślizgowych, zużycie pierścieni tłokowych, wałów krzywkowych i gładzi cylindrów.

Poniżej obowiązujące klasyfikacje:

Od 2004 roku klasyfikacja ACEA wymaga, aby każdy olej spełniał wymagania zarówno do silników benzynowych, jak i Diesla, w przypadku samochodów osobowych i dostawczych.

A1/B1 – Przeznaczone do silników benzynowych i wysokoprężnych, w których używa się olejów o niskim współczynniku tarcia i niskiej lepkości, gdzie lepkość HTHS wynosi 2,6 – 3,5 mPas.

A3/B3 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach do silników benzynowych i wysokoprężnych o wydłużonym przebiegu między wymianami oleju i w trudnych warunkach eksploatacji.

A3/B4 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach do silników benzynowych i silników Diesla z wtryskiem bezpośrednim. Nadają się także do tych silników, w których zaleca się użycie klasy A3/B3.

A5/B5 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach do silników benzynowych i wysokoprężnych o wydłużonym przebiegu między wymianami oleju, korzystających z olejów o niskim współczynniku tarcia i niskiej lepkości, gdzie lepkość HTHS wynosi 2,9 – 3,5 mPas.

Oleje Low SAPS (Sulphated Ash, Phosphorus, Sulfur) to oleje o niskim poziomie popiołu siarczanowego, fosforu i siarki, zwane też olejami niskopopiołowymi, czyli spalającymi się bez osadu. Gwarantują one większą czystość spalin oraz żywotność katalizatorów.

C1 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach. Przeznaczone do pracy w silnikach wyposażonych w katalizatory, jak również do silników benzynowych i wysokoprężnych posiadających filtr cząstek stałych DPF i trójfunkcyjny (trójdrożny) katalizator TWC, w których wymaga się olejów klasy SAPS o niskim współczynniku tarcia i niskiej lepkości (o lepkości HTHS wyższej niż 2,9 mPas). Oleje te wydłużają żywotność filtra DPF i katalizatora TWC, oszczędzają paliwo i mają najniższy poziom popiołu (SAPS).

C2 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach, przeznaczone do silników benzynowych i wysokoprężnych wyposażonych w katalizator, filtr cząstek stałych i katalizator trójfunkcyjny (trójdrożny), kiedy wymaga się olejów klasy SAPS, o niskim współczynniku tarcia i niskiej lepkości (o lepkości HTHS wyższej niż 2,9 mPas). Oleje te wydłużają żywotność filtra DPF i katalizatora TWC oraz oszczędzają paliwo. Charakteryzują się również obniżonym poziomem popiołu (SAPS).

C3 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach, przeznaczone do silników wyposażonych w katalizator, jak również do silników benzynowych i wysokoprężnych z filtrem cząstek stałych i z katalizatorem trójfunkcyjnym (trójdrożnym). Oleje te wydłużają żywotność filtra DPF i katalizatora TWC. Mają obniżony poziom popiołu (SAPS). Bez wymogu HTHS.

C4 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości i wysokich parametrach, przeznaczone do silników wyposażonych w katalizator, jak również do silników benzynowych i wysokoprężnych z filtrem cząstek stałych i z katalizatorem trójfunkcyjnym (trójdrożnym). Oleje te wydłużają żywotność filtra DPF i katalizatora TWC. Mają obniżony poziom popiołu (SAPS). Z wymogiem HTHS 3,5 mPas.

E1 – Wymóg podstawowy, klasa wycofana z rynku w 1999 roku.

E2 – Powszechnie stosowane w samochodach ciężarowych wyposażonych w silniki wysokoprężne, także z turbodoładowaniem, obciążonych w stopniu dużym lub średnim, dla normalnych przebiegów bez wymiany oleju.

E3 – Oleje wielostopniowe do silników EURO 1 i EURO 2, odpowiednie do zmiennych warunków atmosferycznych i wydłużonych przebiegów bez wymiany oleju. Lepsza ochrona przed zużyciem, osadami sadzy i szlamu niż w olejach klasy E2. Z końcem 2006 roku klasa ta została wycofana z rynku.

Silniki benzynowe i lekkie silniki Diesla

Oleje Low SAPS do samochodów osobowych

Oleje do silników wysokoprężnych używanych w samochodach ciężarowych

E4 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości, o doskonałych parametrach wpływających na zachowanie czystości tłoków, chroniące przed zużyciem mechanicznym, osadami sadzy i jednocześnie o doskonałej smarowności. Rekomendowane do nowoczesnych silników Diesla, spełniających normy czystości spalin EURO 1, EURO 2, EURO 3 i EURO 4, użytkowanych w trudnych warunkach, przy wydłużonych przebiegach bez wymiany oleju. Odpowiednie do silników, w których nie zastosowano filtra cząstek stałych, a także do niektórych silników z EGR oraz niektórych silników z systemami SCR (Selective Catalytic Reduction) i NOx.

E5 – Oleje te spełniają również wymagania amerykańskich producentów silników. Chronią przed przyspieszonym zużyciem lepiej niż w klasach E3 i E4, ale gwarancję czystości tłoków oferują na poziomie E3, czyli gorzej niż w klasie E4. Odpowiednie do bardzo długich przebiegów. Z końcem 2006 roku klasa ta została wycofana z rynku.

E6 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości, o doskonałych parametrach zapewniających czystość tłoków, chroniące przed zużyciem mechanicznym i osadami sadzy, a jednocześnie o doskonałej smarowności. Rekomendowane do nowoczesnych silników Diesla, spełniających normy czystości spalin EURO 1, EURO 2, EURO 3 i EURO 4, użytkowanych w trudnych warunkach i przy wydłużonych przebiegach bez wymiany oleju. Odpowiednie do silników z filtrem cząstek stałych lub też bez niego, a także do niektórych silników z EGR oraz niektórych silników z systemami SCR i NOx. Oleje klasy E6 rekomendowane są do silników z filtrem cząstek stałych, w których planowane jest użytkowanie paliwa o niskiej zawartości siarki (max 50 ppm).

E7 – Stabilne oleje o stałym wskaźniku lepkości, które zapewniają wyjątkowo skuteczną ochronę i czystość tłoków oraz zapobiegają zużyciu gładzi cylindrów. Ponadto charakteryzuje je doskonała ochrona silnika przed przedwczesnym zużyciem, gromadzeniem się sadzy w instalacji turbodoładowania, kontrola poziomu zanieczyszczeń i doskonała smarowność. Zalecane do nowoczesnych silników Diesla, spełniających normy czystości spalin EURO 1, EURO 2, EURO 3 i EURO 4, użytkowanych w trudnych warunkach i przy wydłużonych przebiegach bez wymiany oleju. Odpowiednie do silników, których nie wyposażono w filtr cząstek stałych, a także do większości silników z EGR oraz większości silników z systemami SCR i NOx.

Porównywanie klas oleju silnikowego określonych w API oraz w ACEA nie jest miarodajne m.in. ze względu na stosowanie różnych technik testowania. Ogólnie można jednak powiedzieć, że właściwości olejów nowych klas ACEA przewyższają właściwości olejów z odpowiadających im, najwyższych klas API.

W roku 1993 pojawiła się nowa klasyfikacja oleju, uwzględniająca jego wpływ na oszczędności w zużyciu paliwa. Wyraża się ona procentowo, w odniesieniu do oleju będącego punktem odniesienia.

Klasyfikacja ze względu na oszczędność paliwa jest ściśle związana z klasyfikacją API. Na przykład klasa API SH/EC informuje, że olej należący do klasy API SH zapewnia oszczędność paliwa rzędu 1,5% w stosunku do oleju mineralnego SAE 20W-30. Stosowanie oleju API SH/EC II (czasem określanego jako ILSAC GF-1) daje już 2,7% oszczędności w stosunku do tego samego punktu odniesienia.

W roku 1996 klasyfikację API SJ powiązano z klasyfikacją oszczędnościową ILSAC GF-2, w której punktem odniesienia jest olej syntetyczny 5W-30. W ramach nowej klasyfikacji określono próg oszczędności dla poszczególnych klas lepkości.

SAE 0W-20 i 5W-20 – oszczędność min. 1,4%
 SAE 0W-30/40 i 5W-30/40/50 – oszczędność min. 1,1%
 SAE 10W-XX i inne oleje – oszczędność min. 0,5%
 Czyli im olej o niższej lepkości, tym większa oszczędność paliwa.

W roku 2001 klasyfikację API SM powiązano z klasyfikacją oszczędnościową ILSAC GF-3, w której punktem odniesienia jest ten sam olej syntetyczny 5W-30. Zakresy oszczędności paliwa policzono tu w odniesieniu do tych samych klas lepkości co we wcześniejszej klasyfikacji ILSAC GF-2.

SAE 0W-20 i 5W-20 – oszczędność min. 2,0%
 SAE 0W-30 i 5W-30 – oszczędność min. 1,6%
 SAE 10W-30 i inne oleje – oszczędność min. 0,9%

W roku 2004 klasyfikację API SM powiązano z klasyfikacją oszczędnościową ILSAC GF-4, w której punktem odniesienia jest ten sam olej syntetyczny 5W-30. Zakresy oszczędności paliwa policzono tu w odniesieniu do tych samych klas lepkości co we wcześniejszej klasyfikacji ILSAC GF-3.

SAE 0W-20 i 5W-20 – oszczędność min. 2,3%
 SAE 0W-30 i 5W-30 – oszczędność min. 1,8%
 Inne oleje – oszczędność min. 1,1%

Klasyfikacje ze względu na oszczędność paliwa

Klasyfikacja ILSAC

Cele i znaczenie smarowania

Środki smarne muszą charakteryzować się różnymi właściwościami, zależnie od przeznaczenia i zastosowania. W dalszej części przyjrzymy się wymaganiom, jakie przed smarami i olejami stawiają najbardziej popularne konstrukcje techniczne.

Silników



Olej wysokiej jakości: rozdrobnione i wchłonięte przez olej produkty spalania



Olej niskiej jakości: grube i niezasymilowane przez olej pozostałości spalania

Olej spełnia następujące funkcje w silniku:

- n ograniczenie tarcia i zużycia mechanicznego
- n chłodzenie
- n uszczelnienie
- n utrzymanie czystości poprzez wiązanie zanieczyszczeń
- n zapobieganie korozji.

Głównym zadaniem oleju jest zmniejszenie tarcia i mechanicznego zużycia ruchomych elementów silnika. Niezależnie od warunków użytkowania olej musi tworzyć na pokrytych nim powierzchniach trwałą, odpowiednio grubą warstwę (film olejowy), której rolą jest zapobieganie bezpośredniemu ich stykowi. Zadaniem oleju jest spowodowanie wystąpienia zjawiska tarcia półpłynnego lub płynnego.

Olej wpływa także na chłodzenie części mechanicznych. W przypadku silnika spalinowego przenosi ciepło odbierane ze smarowanych powierzchni i całego układu smarowania do miski olejowej, gdzie jest schładzany. Dla utrzymania ekonomicznej i niezakłóconej pracy silnika ważne jest, by zachowywał on odpowiednią temperaturę. Olej spełnia także rolę uszczelniającą przestrzenie pomiędzy pierścieniami tłokowymi a gładzią cylindra. Zapewnia to utrzymanie w cylindrze odpowiednich ciśnień i właściwą pracę. Bardzo wysoka temperatura w okolicach pracujących tłoków wpływa na obniżenie lepkości oleju. Olej musi zatem mieć wystarczająco wysoki wskaźnik lepkości, aby uszczelnić wszystkie luzy. Środek smarny powinien także gwarantować zachowanie czystości silnika. Olej dobrej jakości rozbija stałe produkty powstałe podczas procesu spalania na drobne cząsteczki i wiąże je ze sobą. Dzięki temu nie tworzą one przywierającej do powierzchni sadzy ani nie zostawiają szlamu krążącego w układzie. Wysokie temperatury występujące w silniku wymagają także bardzo dużej odporności oleju na utlenianie.

Ponadto olej neutralizuje kwasy powstające z procesów spalania, wody i innych zanieczyszczeń, w wyniku czego zapobiega rozwojowi procesów korozji smarowanych elementów.

Przekładni układów napędowych

Olej użyty do smarowania przekładni, stosowanych jako elementy układu napędowego, ma zadanie podobne do oleju silnikowego. Ma wpływać na zmniejszenie tarcia i zużycia powierzchni, w związku z czym musi posiadać odpowiednią lepkość i odporność na utlenianie. Ponadto olej w przekładniach powinien zapobiegać korozji elementów, a także tłumić hałas towarzyszący ich pracy. W kołach zębatych, gdzie zwykle występuje duże tarcie, olej musi je minimalizować. W automatycznych skrzyniach biegów olej musi oprócz ww. właściwości posiadać zdolność do przenoszenia odpowiednich momentów obrotowych. Poza tym od oleju stosowanego do smarowania przekładni automatycznych oczekuje się zdolności do ograniczania tarcia przy zmieniającej się prędkości pracy układu.

Układów hydraulicznych

W układach hydraulicznych głównym zadaniem oleju jest przenoszenie siły. Ponadto olej zapewnia smarowanie części ruchomych, uszczelnia, chłodzi i chroni przed korozją. Cele te łączą się z całym szeregiem wymagań, do których powrócimy przy okazji omawiania stosownej klasyfikacji.

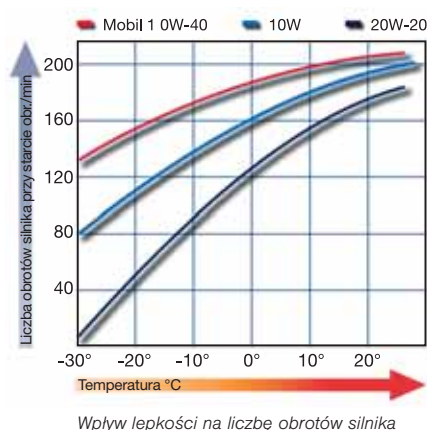
Smarami plastycznymi

Szczególnie duże ilości smarów plastycznych używa się w samochodach ciężarowych. Zmniejszenie tarcia i ścierania powierzchni współpracujących elementów jest ich najważniejszą funkcją. Ponadto smary mają chronić powierzchnie narażone na korozję, jak również uszczelniać miejsca szczególnie narażone na działanie wilgoci, kurzu i innych zanieczyszczeń.

Przy zimowym rozruchu silnika

Chłodniejsze pory roku nakładają na stosowane w samochodach środki smarne dodatkowe wymagania. Przy uruchamianiu silnika w niskiej temperaturze ważny jest stan techniczny samego silnika, jak i jego osprzętu (np. urządzeń zapłonu i rozruchu, układu zasilania). Jeśli wszystko jest sprawne, to o powodzeniu szybkiego uruchomienia zimnego silnika decyduje wyłącznie liczba obrotów, która zależy praktycznie od dwóch elementów: sprawności akumulatora i lepkości oleju silnikowego.

Jak wcześniej wspominaliśmy, lepkość oleju podlega wahaniom. Przy spadku temperatury lepkość rośnie. Im bardziej lepki olej, tym większy opór, jaki stawia ruchomym częściom silnika. W rezultacie przy gęstym oleju silnikowym liczba obrotów silnika spada, co przysparza więcej problemów podczas próby jego uruchomienia. Początkowa prędkość, z jaką silnik powinien się obracać, to co najmniej 70–80 obrotów na minutę.



Wpływ lepkości na liczbę obrotów silnika

Zamieszczony wykres pokazuje wpływ lepkości na liczbę obrotów silnika podczas jego uruchamiania. Z wykresu wynika, że np. w temperaturze -30°C olej Mobil 1 0W-40 pozwala na osiągnięcie 130 obr./min., olej SAE 10W około 80 obr./min., SAE 20 zaś 10 obr./min.

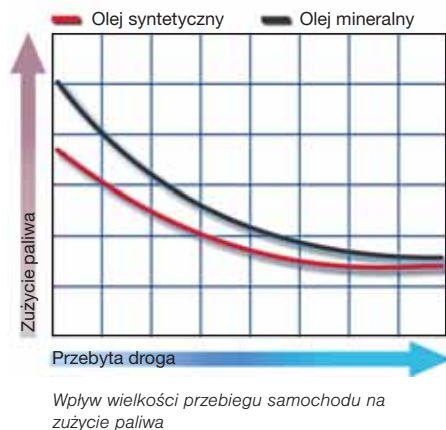
Silnik musi być uruchamiany nawet na silnym mrozie, olej wypełnia swe zadania w każdych warunkach pogodowych. Jeżeli lepkość oleju jest zbyt wysoka, jego przepompowanie przez układ smarowania silnika trwa znacznie dłużej niż oleju o niższej klasie lepkości i również znacznie dłużej niż w temperaturach dodatnich. Niedostateczne smarowanie może stać się przyczyną poważnych uszkodzeń, które nie są może dostrzegalne natychmiast, ale po pewnym czasie ujawniają się w postaci np. nadmiernego zużycia oleju silnikowego, niskiego ciśnienia sprężania i spadku mocy silnika.

Zapewnienie łatwego rozruchu silnika w niskich temperaturach i zapewnienie mu efektywnego smarowania natychmiast po rozpoczęciu pracy wymaga odpowiedniej lepkości oleju silnikowego. Przy zastosowaniu olejów SAE 10W, SAE 10W-30 i SAE 10W-40 silnik może być, jeśli uwzględnić wyłącznie smarowanie, uruchomiony już w temperaturze -25°C . Najniższą temperaturą skutecznego rozruchu dla olejów SAE 20 jest temperatura -15°C , a SAE 30 około -5°C . Granicą stosowalności w pełni syntetycznego oleju Mobil 1 0W-40 jest -45°C . Temperatury uwzględniają $+5^{\circ}\text{C}$ doliczone do granicy pompowalności SAE.

Jak wcześniej zostało wspomniane, głównym zadaniem oleju jest zmniejszenie tarcia i zużycia powierzchni. Zbyt silne tarcie współpracujących elementów powoduje spadek mocy silnika. Ogólnie można przyjąć, że spadek ten, spowodowany tarciami, wynosi około 10%. Zwiększona lepkość olejów silnikowych również wiąże się z kolejnymi stratami. Przeciwwstawienie się tym tendencjom wymaga doboru olejów pod kątem odpowiednich właściwości, czego efektem z pewnością będą realne oszczędności paliwa. Większość olejów syntetycznych charakteryzuje się znacznie zwiększonymi właściwościami ograniczającymi tarcie w każdych warunkach termicznych, dlatego sięganie po nie skutecznie zapobiega stratom mocy silnika i korzystnie wpływa na koszty eksploatacji pojazdu.

Przeprowadzone badania pozwoliły ustalić, że napełnianie układu olejem Mobil 1 0W-40 pomaga oszczędzić przeciętnie 4% paliwa. W przypadku niskich temperatur oszczędności te są jeszcze bardziej znaczące. Podobne straty mocy w takich warunkach powoduje olej gęstniejący w przekładniach i w układzie przeniesienia napędu. Zwykły olej mineralny może się zamienić w ciało stałe już przy -10°C . Stąd wniosek, że stosowanie również w tym przypadku olejów syntetycznych przyczynia się do oszczędności paliwa.

Korzystanie z oleju syntetycznego daje w zimie oszczędności rzędu 10–15% ogólnych kosztów eksploatacji pojazdu, co przy jednorazowej wymianie oleju przekłada się na około 400 złotych*. Oszczędności są tym większe, im niższa jest temperatura i im krótsze są odległości pokonywane przez samochód (częsta, krótka jazda na zimnym silniku).



Wpływ wielkości przebiegu samochodu na zużycie paliwa

* założenia: zużycie paliwa 7,5 l/100 km; średni przebieg między wymianami oleju 15 000 km; cena paliwa 3,50 zł/litr; rząd oszczędności 10%

Ze względu na oszczędność paliwa

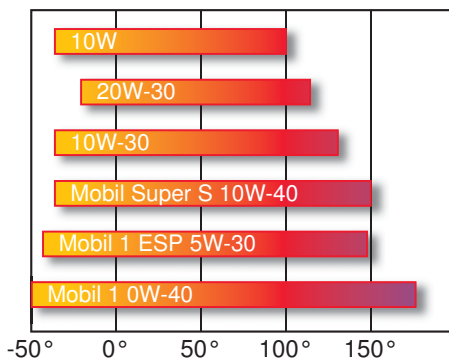
Przy zmiennych warunkach eksploatacji

Funkcjonowanie pojazdów i maszyn niezależnie od warunków eksploatacji nie może budzić obaw o ich stan techniczny. Samochody wykorzystywane bywają w różny sposób, np. do krótkiej jazdy po mieście, długich i szybkich podróży po autostradach, przewożenia ciężkich ładunków, jak również do poruszania się w trudnym terenie.

W trakcie krótkich przejazdów miejskich (zwłaszcza zimą) silnik jest niemal ciągle niedograny. Paliwo nie jest więc spalane w sposób całkowity i w związku z tym powstaje więcej niż zwykle ubocznych produktów spalania w postaci pozostałości, czyli cząstek stałych. Jak już wspomniano wcześniej, jedną z funkcji oleju silnikowego jest wychwytywanie i wiązanie zanieczyszczeń, co wpływa z kolei na zanieczyszczenie samego oleju. W zimie do oleju dostaje się też większa ilość wody. Wszystkie ciała obce, które mieszają się z olejem, są szkodliwe, a ich pojawianiu się nie można w pełni zapobiec. Rozwiązaniem, które pozwala kontrolować ich szkodliwy wpływ – czyli rozwój korozji, gromadzenie się sadzy i szlamu – jest korzystanie z oleju wysokiej jakości i regularna jego wymiana.

Temperatura oleju silnikowego podczas pracy silnika waha się między $+80^{\circ}\text{C}$ a $+130^{\circ}\text{C}$. Długie obciążenie ładunkiem lub wysokie obroty mogą jednak wpłynąć na znaczący jej wzrost. Wysoka temperatura pracy silnika wymaga od oleju dobrej odporności na utlenianie i wystarczająco wysokiej lepkości. Lepkość nie może spadać poniżej $6\text{ mm}^2/\text{s}$.

Na przykład, olej SAE 10W osiąga granicę $6\text{ mm}^2/\text{s}$ przy około $+100^{\circ}\text{C}$, a wielosezonowy olej SAE 10W-40 w temperaturze $+140^{\circ}\text{C}$. Zbyt cienką warstwę oleju można w praktyce rozpoznać, gdy mamy do czynienia z szybkim ubywaniem oleju oraz rosnącą temperaturą wewnątrz silnika. Świadczy to o zużyciu współpracujących powierzchni i grozi ich zatarciem. Zakres stosowania oleju samochodowego o określonej lepkości uzależniony jest zatem od tego, jakie są wymagane parametry zimowego rozruchu i jaka jest najniższa dozwolona lepkość.



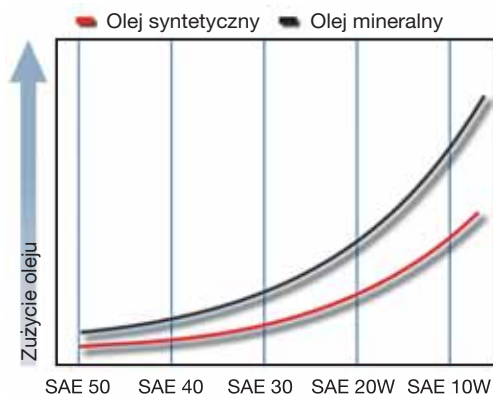
Zakresy termicznej stosowalności olejów samochodowych

Zużycie oleju

Zużycie oleju w obiegu silnika jest zjawiskiem naturalnym, którego nie da się uniknąć. Olej smaruje m.in. tłoki, pierścienie tłokowe, gładzie cylindrów, elementy rozrządu i łożyska. Poprzez odpowiednią konstrukcję tłoków i pierścieni tłokowych olej dostaje się na powierzchnię gładzi cylindra, gdzie oprócz funkcji smarującej pełni również rolę uszczelniacza pomiędzy tłokiem a cylindrem. W fazie suwu pracy, kiedy tłok porusza się w dół, warstwa oleju pozostającego na gładzi cylindra nad nim ulega spalaniu. Niewielkie ilości oleju silnikowego dostają się również do komory spalania od góry i pochodzą z przewodnic zaworów. Jest to zjawisko niepożądane i jego występowanie zależy wyłącznie od luzów między przewodnicami a trzonkami zaworów. Ten olej również zostaje spalony.

1. Stan silnika. Im dłużej trwa eksploatacja silnika, tym większe jest mechaniczne zużycie jego elementów. Zwykle objawia się to powiększonymi luzami, a to z kolei skutkować musi zwiększonym zużyciem oleju silnikowego, który w większych ilościach zostaje po prostu spalany. Ponadto w mocno wyeksploatowanych silnikach często zdarzają się także wycieki zewnętrzne, które jeszcze bardziej pogarszają bilans zużycia oleju. Wyciek jednej kropli oleju na 30 metrach przebytej drogi zamienia się po 1000 km w cały litr.

2. Lepkość i parowanie oleju. Lepkość i parowanie oleju mają duży wpływ na jego zużycie. Jak pokazuje ilustracja, im cieńsza warstwa oleju, tym więcej się go przedostaje do komory spalania. „Odchudzenie” filmu olejowego przyczynia się także do większych wycieków. W przypadku oleju mineralnego wpływ na jego zużycie ma także parowanie niskich jego frakcji. Zdolność do parowania wiąże się z kolei ze składem olejów bazowych, ich lepkością i temperaturą. Parowaniu sprzyjają wysokie temperatury. Zjawisko parowania w mniejszym stopniu dotyczy olejów syntetycznych, stąd mniejsze ich zużycie w porównaniu z olejami mineralnymi tej samej klasy SAE.



Wpływ rodzaju oleju o tej samej lepkości na jego zużycie

3. Eksploatacja i warunki eksploatacji. Niewątpliwym wpływem na zużycie oleju mają również sposób i technika jazdy. Wysokie obroty silnika zwiększają jego zużycie, ponieważ więcej oleju dostaje się na gładzie cylindra, a pierścienie tłokowe nie są w stanie dokładnie go stamtąd usunąć. Dlatego większa ilość oleju zostaje spalona. Częste hamowanie silnikiem również zwiększa zużycie oleju, który, jak zostało wcześniej wspomniane, dostaje się do komory spalania przez kanały wlotowe. Przeciężenie pojazdu ładunkiem powoduje również zwiększone zużycie oleju, głównie w wyniku wzrostu temperatury.

Zimą musimy korzystać z systemu wzbogacania mieszanki, tzw. „ssania”. Jeśli urządzenie to włącza się automatycznie, na krótkich odcinkach, kiedy silnik nie osiągnie założonej przez konstruktora temperatury, prawie się nie wyłącza. Część „nadwyżki” paliwa miesza się z olejem, skutkując jego rozcieńczeniem. Rosnąca temperatura sprawia, że większa część paliwa potem paruje, pozostawiając dodatkowe wrażenie zużycia oleju.

4. Kontrola poziomu oleju. Ponieważ wiele czynników wpływa na zużycie, ubytki oleju (lepkość, temperatura, jakość stosowanego paliwa, stan silnika, sposób jazdy), co jakiś czas (500 km) powinno dokonywać się kontroli poziomu oleju, a na tej podstawie oceny ubytku oleju i uzupełnienia poprzez dolewkę. Dokonując kontroli, należy zwrócić uwagę na czas, w jakim olej spływa do miski olejowej. Poziomu oleju nie sprawdza się tuż po zatrzymaniu silnika, ponieważ cały olej nie zdąży wtedy jeszcze spłynąć do miski. Przy dolewce pamiętać trzeba, że nie jest korzystne dla silnika, jeśli poziom oleju jest zbyt wysoki. Istnieje wtedy duże prawdopodobieństwo uszkodzenia uszczelnień, bądź nadmiernego spalania oleju silnikowego wpływającego także na żywotność katalizatorów.

Wybór odpowiednich olejów smarnych

Występujące w Polsce warunki atmosferyczne są wyjątkowo trudne, dlatego przy często zmieniającej się pogodzie, obciążeniu pojazdu (np. dużym ładunku) należy zwrócić szczególną uwagę na dobór oleju. Przedstawiamy kilka uwag na temat czynników, które przy takim doborze warto rozważyć.

Olej syntetyczny czy mineralny

Mimo iż nowoczesne środki smarne zawierają duże ilości najrozmaitszych dodatków poprawiających efektywność ich działania, decydujący wpływ na właściwości tych olejów ma sam olej bazowy.

Dostępne na naszym rynku w pełni syntetyczne oleje samochodowe są zazwyczaj produkowane z płynnych węglowodorów, które we właściwej formule powinny w stosunku do olejów mineralnych charakteryzować się zestawem następujących siedmiu zalet:

- Doskonale parametry pod względem lepkości, wytrzymałości na wysokie temperatury i ścieranie zapewniają lepszą ochronę przed zużyciem.
- Odpowiednia ochrona przed utlenianiem i wysoką temperaturą ogranicza proces gromadzenia się sadzy, co z kolei zmniejsza stuki i zakłócenia pracy silników.
- Wysoki wskaźnik lepkości i dobra płynność przy niskich temperaturach (temp. płynięcia ok. -50°C) zapewniają, że będzie można uruchomić silnik także przy silnym mrozie.
- Długi czas użytkowania pozwala na wykorzystanie maksymalnych, dozwolonych przez producenta przebiegów.
- Niskie parowanie zmniejsza zużycie oleju.
- Oleje syntetyczne są lepiej dostosowane do nowoczesnych samochodów z katalizatorem.

Do silnika

Pragnąc właściwie dobrać olej silnikowy, trzeba zawsze pamiętać o dwóch rzeczach – odpowiedniej lepkości i odpowiedniej jakości. Lepkość oleju, czyli odpowiednią klasę SAE, wybieramy na podstawie panujących warunków i zaleceń producenta. Najwyższe wymagania jakościowe dla olejów do silników benzynowych wyznaczają normy ACEA A3, A5, C2 i API SM. Sięgając po markowe oleje o standardach wyższych niż wyżej wymienione, możemy być pewni jakości wybranego oleju. Najwyższe wymagania jakościowe dla olejów do silników Diesla w samochodach ciężarowych określone są przez normy ACEA E6, E7 i API CI-4. Wskazania jakościowe odnoszące się do silników wysokoprężnych stosowanych w samochodach dostawczych i osobowych sugerują zazwyczaj wybór oleju z klasy ACEA B3 lub B4, B5 oraz C2 (oleje europejskie) lub API CF-4/CF (amerykańskie).

Do silnika dwusuwowego

Przy wyborze oleju do silnika dwusuwowego należy w pierwszym rzędzie zwrócić uwagę na klasę jakości oleju, czyli klasyfikację API, ISO lub NMMA. Spełniający wymagania klasy API TC (ISO-L-ETC) olej do silnika dwusuwowego nadaje się w praktyce do smarowania niemal każdego pracującego w terenie silnika dwusuwowego. Olejów klasy API TC można używać zarówno do małych, dwusuwowych silniczków, do których poleca się klasę API TA lub TB, jak i do większych silników dużej mocy, montowanych w motocyklach, skuterach śnieżnych i piłach mechanicznych, gdzie właściwą klasą oleju jest API TC. Do smarowania silników zaburtowych zwykle używa się bezpopiołowego oleju klasy NMMA TC-W3. Używania tej klasy oleju nie zaleca się wtedy, gdy rekomendacja mówi o oleju spełniającym wymagania klasy API TC.

Przy doborze oleju do silnika dwusuwowego należy też wziąć pod uwagę sposób smarowania oraz właściwości oleju, szczególnie w niskich temperaturach.

W przypadku konieczności mieszania oleju z paliwem stosuje się zwykle wcześniej przygotowane mieszanki olejów do silników dwusuwowych. Zawierają one rozpuszczalnik, którego zadaniem jest odpowiednie wymieszanie oleju z paliwem. W zimowym smarowaniu olej do silnika dwusuwowego powinien się charakteryzować wysoką odpornością pracy w warunkach niskich temperatur. Oleje syntetyczne w zimowych warunkach sprawdzają się znacznie lepiej od mineralnych. Nowoczesne środki smarne przeważnie nadają się do wszystkich warunków smarowania. Informacja o zakresie ich stosowania powinna być umieszczona na opakowaniu.

Do przekładni

Przy wyborze oleju przekładniowego także należy kierować się klasą SAE oraz jakością. Olej przekładniowy powinien być doborzony na podstawie panujących warunków atmosferycznych oraz na podstawie wymagań producenta. Wymagania dotyczące jakości można zawsze odnaleźć w instrukcji obsługi, w autoryzowanej stacji obsługi lub w publikacjach producenta oleju. W przypadku zastosowań oleju do manualnej skrzyni biegów wymaganą jakość może gwarantować np. API GL-1, GL-4 lub GL-5. Do automatycznej skrzyni biegów odpowiedni będzie olej do przekładni automatycznych określonego typu. Przekładnie główne w samochodach są najczęściej typu hipoidalnego, stąd właściwą dla nich klasą oleju będzie API GL-5. Jeżeli w wyposażeniu znajduje się blokada mechanizmu różnicowego, olej powinien zawierać odpowiednie dodatki uszlachetniające LS.

Oleje hydrauliczne nie posiadają ogólnie przyjętych klas jakości dla motoryzacji (por. Klasyfikacje olejów hydraulicznych). Stąd możemy w ich przypadku brać pod uwagę wyłącznie szereg ogólnych wskazań. Przy doborze odpowiedniego oleju do układu hydraulicznego trzeba zapoznać się z wymogami producenta i warunkami gwarancji.

Poza tym należy ustalić warunki użytkowania maszyny oraz sprawdzić, czy są one zgodne z przewidywaniami producenta. Możliwe, że producent zagraniczny nie uwzględnił wymagań klimatycznych dla Polski. Jeżeli instrukcje producenta nie są wystarczająco dokładne, należy zapoznać się z instrukcją importera lub producenta oleju. Olej hydrauliczny powinien charakteryzować się odpowiednią lepkością przy rozruchu i w trakcie użytkowania, wysokim wskaźnikiem lepkości, odpowiednio szerokim zakresem stosowalności termicznej i wymaganą klasą jakości. Olejów hydraulicznych różnych marek i typów nie wolno mieszać ze sobą, chyba że mamy w ten sposób osiągnąć zaplanowany z góry skutek (pianie się, gęstnienie itp.). Na jakości oleju hydraulicznego nie warto oszczędzać. Olej hydrauliczny wysokiej jakości daje najlepsze gwarancje niezakłóconego i odpowiednio długiego funkcjonowania układu.

Przy doborze odpowiedniego środka smarnego do innych miejsc, takich jak wspomaganie układu kierowniczego, ramiona hydrauliczne itp., należy oczywiście kierować się wskazaniami producenta lub importera. Do wspomagania układu kierowniczego najczęściej zalecany jest olej do przekładni hydraulicznych, a do ramion hydraulicznych olej do przekładni automatycznych lub olej hydrauliczny.

Centralny układ smarowania w pojazdach samochodowych steruje zarówno olejem, jak i smarem. Układ smarowania smarem plastycznym wymaga zazwyczaj zastosowania smaru półpłynnego, o klasie NLGI 00 lub 000.

Do układów hydraulicznych

Do innych części pojazdów

Do centralnego układu smarowania

Wymiana oleju Kiedy? Jak często?

Regularna obsługa zapewnia niezakłócone, a także długie i oszczędne funkcjonowanie pojazdu lub maszyny. Podstawową częścią każdego regularnego serwisu powinna być też wymiana oleju. Po co i jak często trzeba dokonywać wymiany oleju? Eksploatowany olej wchłania zanieczyszczenia, które stopniowo wpływają na pogorszenie jego właściwości. Przed szkodliwym wpływem zanieczyszczeń można się uchronić, stosując dobry jakościowo olej i regularnie go wymieniając.

W dalszej części zajmiemy się najważniejszymi przyczynami zanieczyszczenia oleju oraz głównymi czynnikami decydującymi o tym, jak często należy go wymieniać.

Woda

Spalenie jednego litra paliwa w silniku wiąże się z powstaniem około litra wody. W wysokiej temperaturze woda paruje i większa jej część ulatnia się z silnika poprzez układ wydechowy. Część pary wodnej trafia wraz z gazami do miski olejowej. W zimowej aurze silnik jest często niedograny, wtedy para ponownie zamienia się w wodę i miesza z olejem. Zimą woda zbiera się także z powodu zmiennej temperatury. Stan silnika, a zwłaszcza stan układu przewietrzania skrzyni korbowej, ma duże znaczenie w procesie gromadzenia się wody. Woda jako składnik oleju jest ogromnie szkodliwa. Skutkuje pienieniem się oleju, jego gęstnieniem, a także przyspiesza procesy korozji. Pod wpływem wody olej zmienia zazwyczaj barwę na szarą. Jeżeli wody jest dużo, mamy do czynienia już nie z olejem, ale z emulsją wody i oleju.

W przypadku układów hydraulicznych zamarzająca woda rodzi wiele problemów i w najgorszym przypadku może doprowadzić do poważnych uszkodzeń. Przed uszkodzeniami wywołanymi obecnością wody można się uchronić, stosując wysoko jakościowy olej oraz wymieniając go z wystarczającą częstotliwością.

Paliwo

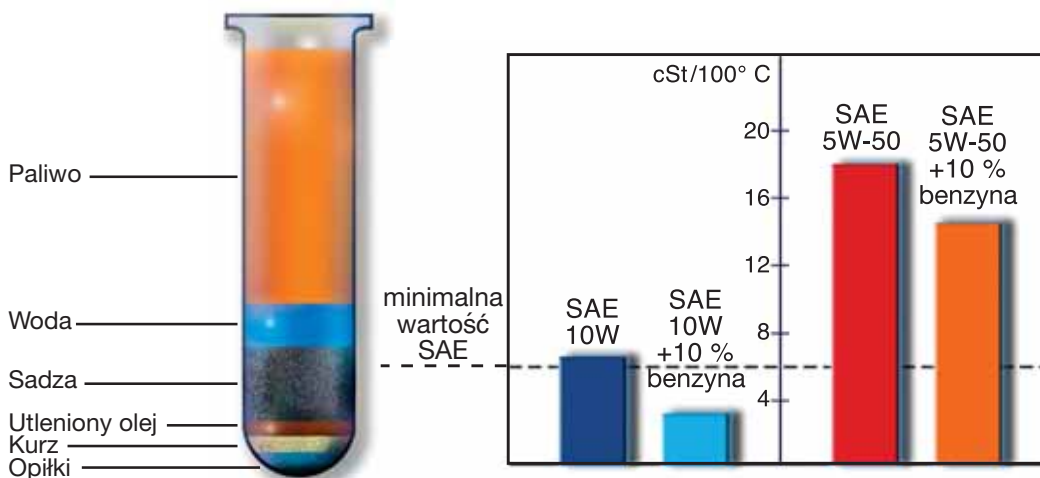
Zimą silnik pracuje często przy wykorzystywaniu układu wzbogacania mieszanki, tzw. „ssaniu”. Spalanie w niskich temperaturach nie jest jednak zbyt korzystne i czyste. W związku z tym powstają stale produkty spalania, których część trafia do skrzyni korbowej i rozcieńcza znajdujący się tam olej.

Zwykle na krótkich trasach silnik jest niedograny, a paliwo nie paruje z oleju. Skutkiem tego jest coraz cieńsza warstwa „filmu olejowego”. Zawartość paliwa w oleju może wtedy sięgnąć nawet 10–20%. Dłuższa praca silnika rozgrzewa jednak olej do normalnej temperatury, a wtedy część paliwa paruje, powodując dostrzegalny, nierzadko zaskakująco duży ubytek oleju w układzie smarowania silnika.

Dobre funkcjonowanie silnika przy rozruchu zmniejsza zapotrzebowanie na wzbogaconą mieszankę, a w konsekwencji ogranicza rozcieńczanie oleju przez paliwo.

W silnikach Diesla na stopień zawartości paliwa w oleju wpływa stan układu zasilania w paliwo i jego elementów, jak również, tak jak w przypadku silników benzynowych, ogólny stan silnika i temperatura pracy.

Zamieszczony poniżej rysunek pokazuje wpływ paliwa na lepkość jednosezonowego oleju SAE 10W i wielosezonowego oleju SAE 5W-50.



Najczęstsze zanieczyszczenia oleju silnikowego

Wpływ paliwa na lepkość oleju (1cSt = 1mm²/s)

Już 10-procentowa zawartość paliwa w oleju rozcieńcza olej SAE 10W do wartości krytycznej z punktu widzenia funkcji smarowania, czyli poniżej 6 mm²/s. Wielosezonowy olej SAE 5W-50 ma szeroki zakres stosowalności lepkościowej i dzięki temu wyraźnie wiąże większą porcję paliwa, nie grozi też w praktyce rozcieńczeniem oleju poza wartości krytyczne.

Część produktów spalania, na przykład cząstki sadzy, wody, siarki albo ołowiu, dostaje się do skrzyni korbowej i miesza się z olejem. Powstałe w wyniku spalania kwasy tworzą wraz z wodą związki przyspieszające procesy korozyjne.

Olej silnikowy neutralizuje kwasy i wiąże te zanieczyszczenia, które podczas wymiany oleju usuwane są z silnika.



Spalenie jednego litra paliwa to jeden litr wody powstałej w rezultacie spalania

Do spalania litra paliwa samochodowego potrzebne jest zazwyczaj ok. 10 m³ powietrza. Silnik, który zużywa 10 litrów paliwa na 100 kilometrów, zużywa na trasie o długości 30 000 km 30 milionów litrów powietrza. Nawet najlepszy filtr powietrza nie jest jednak w stanie wychwycić wszystkich unoszących się w tym powietrzu drobinek kurzu. Na piaszczystych drogach, polach i w terenie silnik nierzadko musi pracować dosłownie w tumanach kurzu.

Przez zużyty lub uszkodzony filtr oraz kanały dolotowe do silnika dostaje się gruby pył, który przyspiesza zużycie jego elementów wewnętrznych, np. pierścieni tłokowych, gładzi cylindrów itp.

Filtr oleju powoduje oczyszczanie oleju silnikowego, pozbawiając go cząstek powstających w wyniku spalania i ścierania się elementów metalowych, ale piasek i pył trafiające do systemu wraz z chłodzącym go powietrzem powodują duże szkody. W warunkach eksploatacji pojazdów w trudnych warunkach terenowych, drogach nieutwardzonych, bądź w rejonach pustynnych, częściej, niż się to przewiduje, należy dokonywać przeglądów filtrów powietrza, szczelności kanałów wentylacyjnych oraz wymieniać filtr oleju i olej. Przedostawanie się zanieczyszczeń zewnętrznych do układów hydraulicznych można powstrzymać tylko poprzez staranną pielęgnację systemu i przestrzeganie bezwzględnej czystości stosowanego oleju.

Warunki eksploatacji mają duże znaczenie z punktu widzenia ilości zanieczyszczeń trafiających do wnętrza silników. Dla określenia pożądanej częstotliwości wymiany oleju ważne więc jest, jakie są warunki użytkowania pojazdu czy maszyny. Zima, nieutwardzone, pyliste drogi lub wyjątkowo ciężki ładunek zawsze stanowią duże wyzwanie dla oleju i to one decydują głównie o zakresie jego stosowalności.

Częstość wymiany oleju zależy także od jego jakości. Jak stwierdziliśmy w rozdziale poświęconym zadaniom smarowania, do najważniejszych zadań oleju należy zapobieganie zużyciu i utrzymywanie silnika w czystości. Wraz z czasem użytkowania i rosnącym przebiegiem pojazdów własności oleju ulegają jednak pewnemu osłabieniu. Dzieje się tak wtedy, kiedy ilość zanieczyszczeń i wody przenikających do oleju przekracza dozwolone normy i w silniku zaczyna zbierać się szlam i sadza.

Im wyższa klasa i jakość oleju lub smaru, tym większa gwarancja najmniejszego zużycia części pojazdu, wysokiej trwałości i niezawodności w eksploatacji i to mimo coraz dłuższych okresów wymian oleju.

Oleje syntetyczne pozwalają zazwyczaj na nawet dwukrotnie dłuższe okresy wymian zgodnie z zasadami przestrzegania zaleceń producenta – w tym przede wszystkim dotyczących właściwej jakości paliw, warunków eksploatacji i starannej codziennej obsługi. Wydłużanie okresów wymian bez zaleceń producenta, lub jeśli nie są spełniane wszystkie warunki, zwiększa znacznie ryzyko zużycia i utraty trwałości i niezawodności pojazdu. Producenci pojazdów wymagają też, by niezależnie od przebiegu olej silnikowy wymieniać co najmniej raz na rok.

Omówiliśmy już czynniki wpływające na żywotność oleju i konieczność jego planowanej wymiany. Jak w praktyce uwzględnić te czynniki przy podejmowaniu decyzji o wymianie oleju? Termin planowanej wymiany oleju w pojazdach samochodowych określa się zazwyczaj na podstawie liczby przejechanych kilometrów. Zalecany przebieg podany jest w instrukcji obsługi auta. W nowoczesnych silnikach benzynowych i wysokoprężnych, jakie montuje się dziś w samochodach, działa system kontroli przebiegu, który automatycznie zbiera ważne dla parametrów oleju dane, np. na temat panujących warunków, obciążenia, prędkości itp., a potem informuje o potrzebie wymiany oleju.

Inne produkty spalania

Zanieczyszczenia zewnętrzne

Znaczenie warunków eksploatacji

Znaczenie jakości oleju

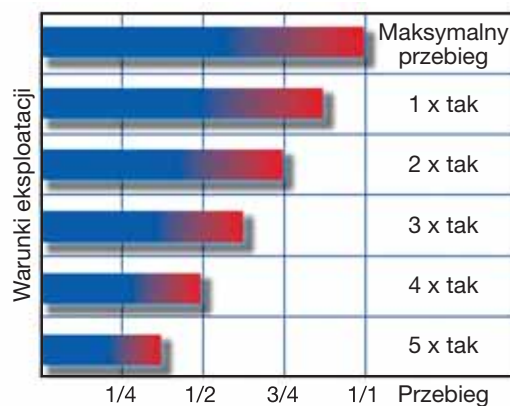
Określenie częstotliwości wymiany oleju

Stosując w pełni syntetyczne oleje Mobil, można bezpiecznie założyć, że wymiana oleju będzie potrzebna dopiero po upływie maksymalnego czasu przewidzianego przez producenta, a jeśli samochód jest rzadziej użytkowany, tylko raz w roku.

Termin wymiany oleju mineralnego, o jakim wspomina się w instrukcji, jest zazwyczaj obliczony na idealne warunki użytkowania. Występowanie okoliczności gorszych niż zalecane powinno jednak spowodować skrócenie tego terminu.

Zamieszczone poniżej pytania pomogą określić wystarczająco ściśle termin wymiany. Na przykład cztery odpowiedzi twierdzące oznaczają konieczność skrócenia maksymalnego przewidzianego przez producenta czasu o połowę. Ogólnie rzecz biorąc, oleje syntetyczne pozwalają na zachowanie dłuższych przebiegów niż oleje mineralne. Wysokiej jakości olej bazowy oleju syntetycznego oraz dodatki uszlachetniające dodatkowo wydłużają okres przydatności.

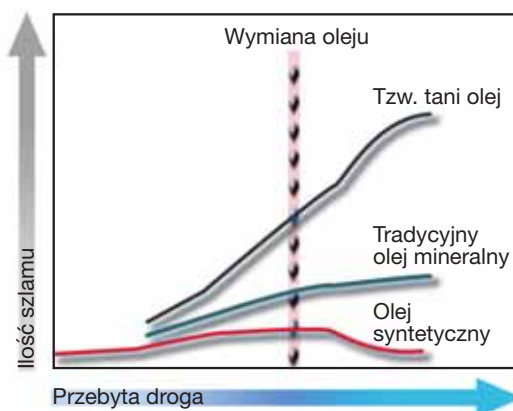
- n Czy jeździ Pan/Pani częściej w terenie zabudowanym?
- n Czy pokonywane przez Pana/Panią trasy są krótsze niż 10 km?
- n Czy Pana/Pani samochód pozostaje czasem nieużywany przez dłuższy czas?
- n Czy Pana/Pani samochód jest użytkowany bardzo intensywnie?
- n Czy jeździ Pan/Pani dużo po drogach nieutwardzonych?



Określanie terminu wymiany oleju

Warunki użytkowania nie są natomiast tak ważnym czynnikiem z punktu widzenia smarowania przekładni układów napędowych.

Terminy wymiany oleju dla maszyn różnego typu określa się najczęściej, biorąc pod uwagę przepracowane przez nie godziny. Zimą, w warunkach wyjątkowej eksploatacji lub w innych niesprzyjających okolicznościach, także należałoby wymieniać olej możliwie często. Przy określaniu właściwej częstotliwości wymiany oleju dobrze jest zasięgnąć rady producenta, importera oraz specjalisty od środków smarnych.



Jakość oleju ma znaczenie.

Rysunek przedstawia gromadzenie się szlamu w testach olejów różnych typów

Przegląd konstrukcji silnika i układu napędowego

Technika smarowania to ważne zagadnienie techniki motoryzacyjnej i maszynowej. Aby poprawnie zastosować płynące z niej wnioski, należy dobrze znać podstawowe zasady budowy i funkcjonowania samochodów i urządzeń technicznych. W tej części przewodnika przedstawimy konstrukcje najbardziej popularnych silników i elementów układów napędowych.

Silnik czterosuwowy jest obecnie najpopularniejszym środkiem napędu zarówno w samochodach, jak i w innych pojazdach mechanicznych. Jego wynalazcą jest Nicolas August Otto, który opatentował go w 1876 roku. Pierwszy silnik miał moc trzech koni mechanicznych, którą osiągał przy 180 obr./min. Na cześć wynalazcy nazywany jest często również silnikiem Otto. Cykl jego pracy składa się z czterech następujących po sobie suwów. Na jeden suw pracy wał korbowy obraca się dwukrotnie.

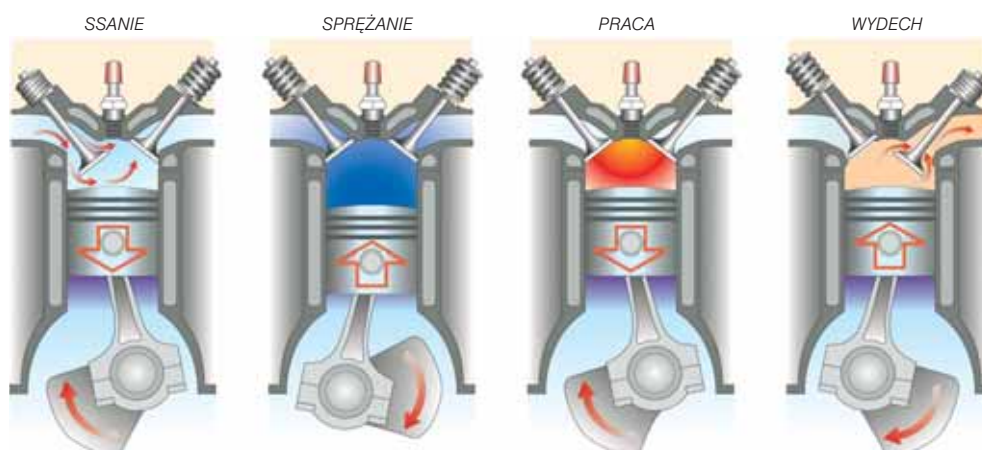
Silnik Silnik czterosuwowy

1. Suw ssania. Tłok porusza się ku dołowi, zasysając do cylindra przez otwarty zawór ssący wytworzoną wcześniej w gaźniku mieszankę paliwo-powietrzną. Wał korbowy wykonuje w tym czasie obrót o 180°.

2. Suw sprężania. Obydwa zawory, ssący i wydechowy, są zamknięte. Przesuwający się w górę tłok spręża mieszankę powietrzno-paliwową (w silniku Diesla powietrze), aż do stanu, w którym pod wpływem sprężania gwałtownie rośnie ciśnienie i temperatura. W silniku benzynowym ciśnienie to rośnie w stosunku 8-10:1, a w silniku Diesla 16-22:1. Wał korbowy wykonuje w tym czasie kolejny obrót o 180°.

3. Suw pracy. Obydwa zawory są nadal zamknięte. Tuż przed osiągnięciem przez tłok górnego, martwego punktu mieszanka powietrzno-paliwowa zostaje zapalona przez iskrę ze świecy zapłonowej. (W przypadku silnika wysokoprężnego do wypełnionej rozgrzanym i sprężonym powietrzem komory spalania wtryskiwana jest dawka paliwa, które zapala się pod wpływem temperatury sprężonego powietrza). Spalanie mieszanki (w obu przypadkach) wywołuje szybkie rozszerzanie gazów i powstawanie wysokiego ciśnienia, które odrzuca tłok ku dołowi. Wyzwolona energia jest przenoszona za pośrednictwem korbowodu na wał korbowy. Maksymalne ciśnienie w silniku spalinowym to 4–7 MPa, w silniku Diesla 8–14 MPa. Temperatura osiąga powyżej 2000°C. Wał korbowy wykonuje ponowny obrót o 180°.

4. Suw wydechu. Poruszający się w górę tłok wypycha przez otwarty zawór wydechowy powstałe spaliny, po czym rozpoczyna się kolejna faza ssania. W tym czasie wał korbowy dokonuje obrotu o kolejne 180°. Wydech spalin, jak i zasysanie mieszanki, w silniku czterosuwowym sterowany jest przez mechanizm rozrządu. Mechanizm ten napędzany jest z wału korbowego za pośrednictwem kół zębatych, łańcucha lub paska rozrządu o przełożeniu 1:2. Zasadniczymi elementami układu rozrządu są wał lub wały rozrządu znajdujące się w bloku silnika lub głowicy, zawory otwierające lub zamykające kanały dolotowe i wylotowe oraz inne elementy.



Praca silnika czterosuwowego

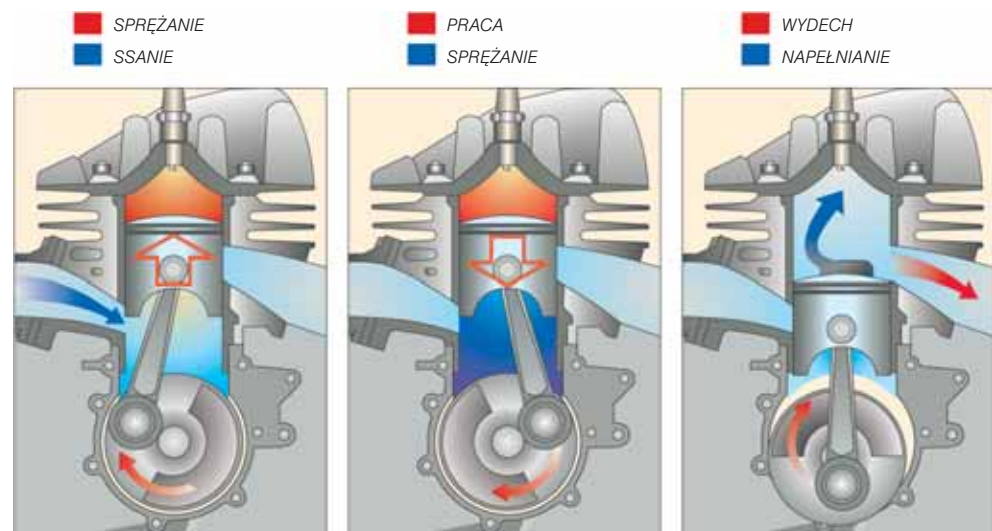
Silnik dwusuwowy

Silnika dwusuwowego używa się obecnie najczęściej jako źródła napędu motorowerów, motocykli, pił mechanicznych i motorówek, a także w wersji wysokoprężnej w niektórych samochodach ciężarowych i maszynach roboczych.

W trakcie jednego cyklu pracy silnika dwusuwowego mają miejsce dwa suwy. Wał korbowy obraca się, wykonując obrót o 360°, czyli raz w jednym pełnym cyklu. W silniku dwusuwowym zwykle nie ma zaworów, a obiegiem czynników steruje sam tłok w następujący sposób.

1. Suw ssania i sprężania. Poruszający się w górę tłok spręża znajdującą się w górze cylindra mieszankę powietrzno-paliwową. W tym samym czasie do przestrzeni pod tłokiem przez otwarty kanał wlotowy dostaje się nowa porcja mieszanki.

2. Suw pracy i wydechu. Mieszanka paliwowo-powietrzna zapala się od iskry ze świecy tuż przed osiągnięciem przez tłok górnego martwego punktu. Rozszerzające się gazy spychają tłok w dół. W pewnym momencie boczna płaszczyzna tłoka zamyka kanał wlotowy i w skrzyni korbowej tworzy się ciśnienie sprężające znajdującą się tam mieszankę. W czasie gdy tłok przesuwają się dalej w dół, otwiera się kanał wylotowy, a spaliny wydostają się na zewnątrz, a zaraz później odsłonięty zostaje kanał przelotowy, którym sprężona wcześniej mieszanka przedostaje się ze skrzyni korbowej do górnej części cylindra, wypłukując pozostałe gazy na zewnątrz.



Praca silnika dwusuwowego

Silnik rotacyjny (Wankla)

Ten rodzaj silnika wynaleziony został i opisany w latach 50. ubiegłego wieku przez Feliksa Wankla. „Pięć achillesową” tradycyjnego silnika, czyli posuwisto-zwrotny ruch tłoka, zastąpił tu ruch obrotowy zbliżonego kształtem do trójkąta tłoka, osadzonego mimośrodowo na wale. Koło zębate znajdujące się wewnątrz tłoka obraca wał silnika, który odbiera wytworzoną w silniku energię mechaniczną. Wadą wczesnych silników Wankla, która zdecydowała o stosunkowo małym powodzeniu tej konstrukcji, były trudności w zapewnieniu właściwego uszczelnienia krawędzi tłoka. Nieszczelności zaś powodowały duże zużycie paliwa i emisję spalin.

Dzięki rozwojowi najnowszych technologii i zastosowaniu elektroniki obecne konstrukcje pozbawione są już wad i silnik rotacyjny uważany jest za jedną z bardziej rozwojowych możliwości przyszłych zastosowań.

Systemy zasilania paliwem Gaźnik

Jest to urządzenie mechaniczne służące do wytwarzania mieszanki paliwowo-powietrznej jako paliwa silnikowego. Wynalazcą gaźnika w formie, która po licznych modernizacjach przetrwała praktycznie do końca lat 80. XX stulecia, był Wilhelm Maybach. Obecnie praktycznie bez zastosowań w samochodach. Działanie gaźnika polega na optymalnym wymieszaniu ciekłego paliwa (benzyna) z powietrzem. Powietrze wsysane do silnika przepływa przez zwężenie gardzieli gaźnika, które powoduje gwałtowne przyspieszenie jego strumienia. Zmiana prędkości przepływu powoduje różnicę ciśnień, która w połączeniu z prędkością przepływu jest wykorzystywana do zmieszania powietrza z paliwem. Kierowca kontroluje ten proces poprzez ustawienie za pomocą „pedału gazu” znajdującej się wewnątrz gardzieli przepustnicy. Dostarczenie mniejszej lub zwiększonej dawki mieszanki do silnika wpływa z kolei na efektywność jego pracy.

Układy wtrysku paliwa w silnikach benzynowych stanowią inny rodzaj sposobu wytwarzania mieszanki paliwo-powietrznej, niż było to w układach gaźnikowych. Początkowe rozwiązania z lat 70. ograniczały się do tzw. wtrysku jednopunktowego, czyli dozowania odpowiedniej dawki paliwa przez układ wtryskowy umieszczony w jednym punkcie kolektora ssącego. Dawka ta musiała być wystarczająca, aby zmieszana z dostarczanym przez ten sam kolektor powietrzem wytworzyć odpowiednią mieszankę. Sterowanie dawką paliwa realizowane było przez pierwsze układy elektroniczne. Następnym etapem ewolucji wtrysku paliwa było pojawienie się systemów tzw. wtrysku wielopunktowego (MPI), gdzie mieszanka „przygotowywana” była indywidualnie dla potrzeb każdego z cylindrów. Oczywiście stało się to możliwe dzięki postępowi, jaki dokonał się w elektronice. Obecnie w nowoczesnych silnikach stosuje się już bezpośredni wtrysk paliwa realizowany poprzez zastosowanie elektronicznie sterowanych wtryskiwaczy umieszczanych bezpośrednio wewnątrz każdego z cylindrów i dawkujących porcje paliwa w zależności od konkretnych sytuacji, np. chwilowego zwiększenia obciążenia silnika, wilgotności powietrza, zmian ciśnienia atmosferycznego itp.

Układ wtrysku paliwa w silniku benzynowym

W silnikach Diesla wtrysk paliwa odbywa się albo bezpośrednio do komory spalania, albo w konstrukcjach wcześniejszych do komór wstępnych o różnym kształcie. Ciśnienie, dzięki któremu możliwy jest wtrysk paliwa, wytwarzane jest przez tłoczącą paliwo pompę wtryskową. Stosowane wcześniej instalacje ograniczały się praktycznie do dwóch rodzajów rozwiązań, a mianowicie pomp wtryskowych sekcyjnych i pomp rotacyjnych lub rozdzielaczowych. Obecnie najbardziej rozpowszechnioną konstrukcją układów wtryskowych silników wysokoprężnych, stosowanych zarówno w samochodach osobowych, jak i ciężarowych, jest tzw. system „common rail” (wspólna szyna), który polega na wytworzeniu i utrzymywaniu stałego ciśnienia paliwa w układzie doprowadzającym je do każdego cylindra, a jego „pobieranie” zależne jest od aktualnego zapotrzebowania. Oczywiście na powszechne zastosowanie tego rozwiązania ogromny wpływ ma obecny poziom elektroniki.

Układ wtrysku paliwa w silniku Diesla

W systemie pomp sekcyjnych każdy z cylindrów zasilany jest oddzielną sekcją tłoczącą. Napędzany mechanicznie wałek krzywkowy wymusza ruch postępowo-zwrotny tłoczków w cylinderkach. Objętość dawki dozowanego paliwa zależna jest od długości suwu tłoczków. Zmianę dawki paliwa uzyskuje się przez obrót tłoczka wokół osi. Ciśnienie wytworzone w układzie tłoczącym otwiera zawór tłoczący i chwilę później dyszę rozpylacza, którą paliwo dociera do cylindra. Po zakończeniu wtrysku ciśnienie we wtryskiwaczu gwałtownie spada, dysze się zamykają, a przepływ paliwa ustaje.

System pomp sekcyjnych

Inną odmianą sekcyjnych pomp wtryskowych są pompowtryskiwacze. W tym rozwiązaniu nie korzysta się z jednego bloku pompy wtryskowej, ale każdy z umieszczonych w cylindrach wtryskiwaczy ma jak gdyby własną pompę. Instalacja działa tak, że wał korbowy silnika naciska na umieszczony w boku cylindra popychacz, który z kolei przenosi ruch na połączony bezpośrednio z wtryskiwaczem zespół tłoczący. Objętość wtryskiwanej dawki jest, zależnie od producenta, określana na dwa sposoby; albo poprzez ustawienie ciśnienia tłoczonego paliwa, albo poprzez znany z pompy rzędowej ruch obrotowy tłoczka przenoszony przez popychacz.

System ten różni się od poprzedniego tym, że w pompie rozdzielczej wszystkie cylindry silnika są kolejno zasilane jedną sekcją pompy. Wytworzone w pompie ciśnienie przesyła paliwo bezpośrednio do wszystkich cylindrów w kolejności zapłonu. Określenie objętości wtryskiwanego paliwa odbywa się, zależnie od producenta pompy, albo za pomocą zaworu sterującego ciśnieniem wejściowym i kierunkiem przesyłu ciekłego paliwa, albo poprzez zmianę długości suwu pracy tłoczka pompy.

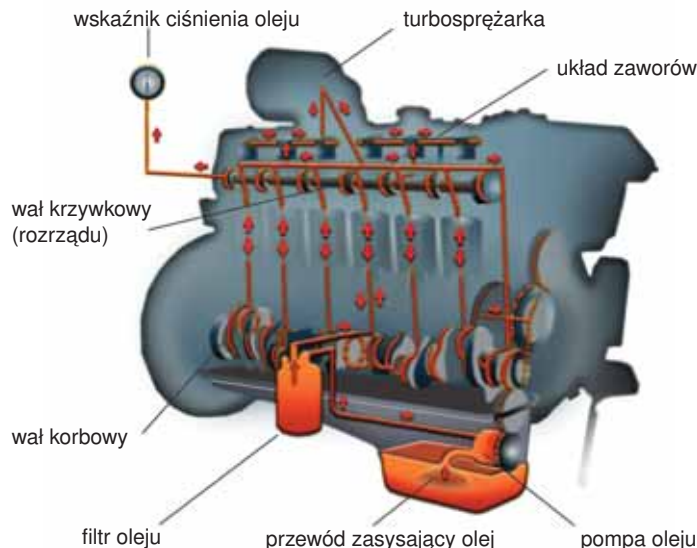
System pomp rozdzielczych

Smarowanie silnika ma na celu zmniejszenie tarcia i zużycia. Inne cele smarowania omówione zostały w ustępie poświęconym znaczeniu smarowania. Olej dociera do miejsc smarowania w sposób zaprojektowany dla danego układu, który obejmuje zbiornik oleju, pompę, filtr oleju, zawór ciśnienia oleju i w razie potrzeby także chłodnicę oleju. Pompa tłoczy olej ze zbiornika poprzez filtr do wału korbowego, układu zaworów i głowicy. Przez wywiercone w wale korbowym kanaliki tłoczony pod ciśnieniem olej dociera do łożysk czopów głównych i korbowych oraz głowki korbowodu. Gładzie cylindrów, tłoki i sworznie tłoków najczęściej smarowane są olejem rozpryskiwanym przez stopy korbowodów. Korbowody w niektórych silnikach mają wydrążone kanały, dzięki którym możliwe jest smarowanie sworzni tłoka.

Układ smarowania

Olej wchłania różne zanieczyszczenia stałe, drobiny pyłu, opłuki zużytego metalu i stałe produkty spalania. Filtr oleju zatrzymuje zanurzone w oleju cząstki stałe i zapobiega uszkodzeniu przez nie smarowanych powierzchni. Zebrane przez filtr osady usuwane są z silnika przy okazji wymiany lub czyszczenia filtra. Przy usuwaniu zanieczyszczeń ważną rolę odgrywa też olej, o czym szerzej napisano w rozdziale poświęconym znaczeniu smarowania.

W silnikach dwusuwowych olej do pewnego stopnia mieszany jest z paliwem. Zasysana do skrzyni korbowej mieszanka powietrzno-paliwowa zawiera w sobie również olej, który cienką warstwą pokrywa podlegające smarowaniu powierzchnie. Inną możliwością smarowania jest zastosowanie specjalnej pompy olejowej, która pompuje olej ze specjalnego zbiornika do kanału ssącego lub bezpośrednio do punktów smarowania.



Układ smarowania silnika czterosurowego

Turbosprężarka

Turbosprężarki, jak również sprężarki mechaniczne, stosuje się w silnikach w celu uzyskania większego tzw. „napełnienia”, czyli dostarczenia dodatkowej porcji mieszanki paliwowej, która, spalając się, dostarcza większej energii, a tym samym silnik jest w stanie osiągnąć większą moc. Turbosprężarki działają dzięki wykorzystaniu energii spalin, które obracają wirnik turbiny połączony z wirnikiem sprężarki dostarczającej sprężone powietrze do silnika. Przed nadmiernym wzrostem ciśnienia powietrza chroni wbudowany w układ sprężarki zawór, który nie pozwala przekroczyć maksymalnych dozwolonych wartości (zwykle ok. 1 bara).

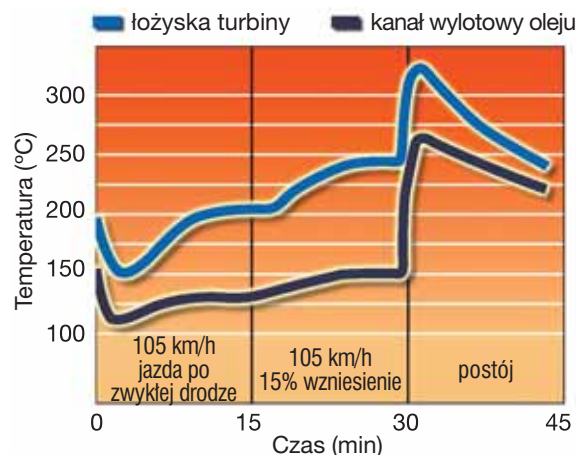
Dodatkową korzyścią zastosowania turbosprężarki jest również możliwość schłodzenia sprężanego powietrza. Odpowiedzialne za ten efekt urządzenie (intercooler) może powietrze ochładzać albo nawet skraplać. Chłodzenie ogranicza termiczne obciążenia silnika, przyczyniając się w ten sposób do przedłużenia jego żywotności.

Smarowanie sprężarki

W sprężarce mocno obciążonego silnika temperatura oleju już po wyłączeniu silnika może wynosić nawet ponad 300°C. Taka temperatura może z kolei przyczynić się do tego, że pozostały w sprężarce olej ulegnie częściowemu spaleni i utworzy warstwę nagaru. Jest to sytuacja ze wszech miar niekorzystna, ponieważ powoduje zatykanie się kanałów olejowych i zakłócenia w pracy łożysk.

Zaprojektowany przez Mobil cykl testowy, odpowiadający ok. 24 000 km jazdy w wyjątkowo trudnych warunkach, składający się z powtarzalnych, 45-minutowych serii rozruchów i zatrzymań silnika, udowodnił, że przy zastosowaniu oleju mineralnego kanałki olejowe łożyska sprężarki ulegają zaccopowaniu, a będące tego konsekwencją zniszczenie łożysk to już nieodległa perspektywa. Natomiast przy zastosowaniu w pełni syntetycznego oleju Mobil wszystkie kanały były czyste.

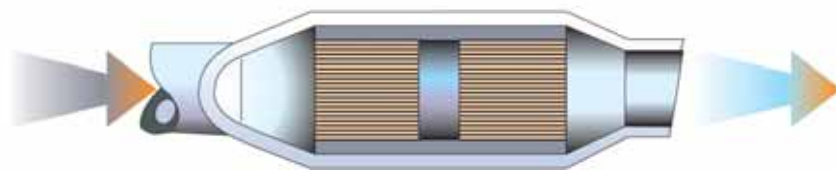
W ten sposób korzystanie z oleju w pełni syntetycznego daje użytkownikowi pojazdu pewność, że smarowanie sprężarki nie zawiedzie nawet w trakcie jazdy mocno obciążającej sprężarkę, na przykład przy transportowaniu przyczepy kempingowej w upale pod górę. Kolejnym zyskiem są oszczędności na chłodzeniu silnika wyrażające się choćby mniejszym zużyciem paliwa.



Temperatura turbosprężarki w czasie jazdy próbnej

Tlenek węgla – CO
Węglowodór – HC
Tlenki azotu – NO_x

Dwutlenek węgla – CO₂
Woda – H₂O
Dwutlenek azotu – NO₂



Katalizator zamienia substancje szkodliwe w neutralne

Od czasów gdy w latach 60. ubiegłego wieku gwałtownie zwiększyła się liczba samochodów, zaczęto rozważać ich wpływ na zanieczyszczenie atmosfery. Spaliny samochodowe zawierają szkodliwe związki, takie jak: tlenek węgla, czyli czad (CO), niespalone węglowodory (HC) i tlenki azotu (NO_x). W gazach wydechowych uchodzących z silników wysokoprężnych jest z kolei wiele szkodliwych dla zdrowia węglowodorów i cząstek stałych.

Tlenek węgla wydzielany jest w rezultacie niepełnego spalania paliwa. Można się przed nim ustrzec, dokładnie kontrolując skład mieszanki powietrzno-paliwowej, dbając o elementy zapłonu i ograniczając czas pracy silnika na biegu jałowym. Warunki, w jakich odbywa się proces spalania, z temperaturą włącznie, mają duży wpływ na wielkość emisji niespalonych węglowodorów. Około 25% węglowodorów, które nie uległy spalaniu, przedostaje się obok tłoka do skrzyni korbowej. Ponieważ przenikające gazy zawierają też inne zanieczyszczenia, niemal wszystkie używane dziś samochody mają system wentylacji skrzyni korbowej (PCV), który kieruje rozchodzące się gazy z powrotem do komory spalania. Skuteczna wentylacja skrzyni korbowej zapewnia także dodatkowo chłodzenie oleju i zapobiega gromadzeniu zanieczyszczeń w silniku.

Liczbę niespalonych węglowodorów można zmniejszyć w analogiczny sposób, przy czym ważne jest, aby system wentylacji skrzyni korbowej działał bez zakłóceń.

Tlenki azotu (NO_x) powstają w warunkach wysokiej temperatury i ciśnienia w wyniku reakcji obecnych w powietrzu atomów azotu i tlenu. Reakcji tej można zapobiec, obniżając temperaturę spalania w cylindrze, na przykład w systemie recykulacji gazów spalinowych. Spokojna jazda kierowcy także może obniżyć liczbę tworzących się cząstek tlenków azotu.

Norma	Rok	CO (g/km)		NO _x (g/km)		HC (g/km)		HC + NO _x (g/km)		PM (g/km)	
		benzyna	Diesel	benzyna	Diesel	benzyna	Diesel	benzyna	Diesel	benzyna	Diesel
EU II	1996		1,0						0,90		0,10
EU III	2000	2,3	0,64	0,15	0,5	0,20			0,56		0,05
EU IV	2005	1,0	0,50	0,08	0,25	0,10			0,30		0,025
EU V	2008	1,0	0,50	0,06	0,20	0,075			0,25		0,005

Najskuteczniejszym sposobem redukcji objętości spalin produkowanych w silnikach samochodowych okazała się metoda oczyszczania przez katalizator. Najczęściej używane są katalizatory trójfunkcyjne, które redukują emisję zarówno tlenków azotu, niespalonych węglowodorów, jak i tlenku węgla.

Katalizator, a ściślej rzecz biorąc znajdujące się w nim substancje katalityczne, neutralizuje szkodliwe związki, nie uczestnicząc w samej reakcji. Przedostające się przez katalizator spaliny stykają się z powłoką z metali szlachetnych, pod wpływem których tlenki azotu z powrotem rozkładają się na atomy azotu i tlenu. Uwolniony w ten sposób tlen pali (utlenia) niespalone węglowodory i tlenek węgla, zamieniając je w niegroźny dwutlenek węgla (CO₂) i wodę. Rolę katalizatorów odgrywają w tych reakcjach metale szlachetne, głównie platyna i rod. Platyna działa jako katalizator reakcji utleniania, rod tymczasem rozbija cząsteczki tlenków azotu.

Jedną z zalet katalizatorów trójfunkcyjnych (trójdrożnych) jest właściwy stosunek powietrza do paliwa. Teoretycznie do spalania jednego kilograma paliwa potrzeba 14,7 kg powietrza. O tych optymalnych proporcjach mówimy, że współczynnik lambda wynosi jeden. Jeśli mieszanka jest zbyt bogata w paliwo (paliwo nie spala się bez reszty), współczynnik lambda jest niższy od jedności. Przy zbyt ubogiej mieszance lambda jest większa od jednego. Obliczany tak współczynnik lambda jest ważny dlatego, że szczyt emisji tlenków azotu przypada na ubogiej mieszance, podczas gdy tlenek węgla i węglowodory uwalniają się w największym stopniu przy mieszance bogatej w paliwo. Aby masa atomów tlenu uwalniających się z zredukowanych tlenków azotu była wystarczająca dla utlenienia węglowodorów i tlenku węgla, proporcje mieszanki muszą być możliwie blisko jednego lambda (lambda = 0,98...1,02). W praktyce katalizatory zaopatrzone w tzw. sondę lambda zmniejszają objętość szkodliwych spalin o 80–90%. Pozbawione takiego sterownika katalizatory montowane w starych samochodach zmniejszają tę objętość przeciętnie o ok. 50%.

Utrzymywanie czystości spalin

Europejskie normy czystości spalin Normy czystości spalin UE w samochodach osobowych napędzanych silnikiem benzynowym i Diesla

Działanie katalizatora trójfunkcyjnego

Katalizator pracuje odpowiednio w określonej temperaturze. Reakcje utleniania i redukcji zachodzą dopiero przy około 300°C, co znaczy, że na mrozie samochód z katalizatorem nie jest w pierwszych minutach bardziej (ani co prawda mniej) ekologiczny od zwykłego auta. W temperaturze zbyt wysokiej (ponad 800°C) sam katalizator może ulec trwałym uszkodzeniom. Taka sytuacja może wystąpić również na przykład przy uruchamianiu samochodu „na pych”, kiedy to do katalizatora dostać się może niespalone paliwo, a po uruchomieniu silnika zapalające się w katalizatorze paliwo podnosi jego temperaturę ponad ustalone normy.

Budowa katalizatora trójfunkcyjnego

Nowoczesne katalizatory wyglądem zewnętrznym przypominają tłumiki. W środku metalowej obudowy mieści się jednak zupełnie inna zawartość. Podtrzymywany elastycznym drutem monolit ceramiczny lub metalowy jest zazwyczaj pokryty oksydowanym aluminium. Na tę cieniutką warstwę pośrednią nakłada się spełniającą aktywną funkcję katalityczną metale szlachetne. Cienka warstewka oksydowanego aluminium zwiększa wewnętrzną powierzchnię katalizatora, najczęściej do wartości ok. 10 000 m². Metale szlachetnych używa się w ilości ok. dwóch gramów na katalizator. Ważną częścią wyposażenia samochodu z katalitycznym konwerterem jest umieszczony u wlotu do katalizatora czujnik zawartości tlenu w spalinach (sonda lambda). Wskazania tego czujnika pozwalają zorientować układ wtryskowy tak, aby osiągnąć właściwe proporcje mieszanki. Osiągnięcie wartości zbliżonych do jednego lambda wymagało rezygnacji z gaźnika na rzecz układu wtrysku.

Katalizator SCR

SCR (Selective Catalytic Reduction) to metoda selektywnej redukcji katalitycznej, w której tlenki azotu rozkładane są w sposób selektywny. Zanim spaliny dotrą do katalizatora, otrzymują dawkę substancji, która reaguje wyłącznie z pierwiastkami tlenu w tlenkach azotu. Taką substancją może być amoniak, który jednak niespecjalnie sprawdza się w niskich temperaturach. Na potrzeby zimowej aury opracowano produkt, który jest rozcieńczoną solą amonową kwasu mrówkowego.

Filtr ciągłej regeneracji CRT

Najczęściej filtry cząstek stałych wykonane są z cienkiej ceramiki. Problemem filtrów cząstek stałych nie jest efektywność filtrowania, ale konieczność spalania lub usuwania zbierającej się, i grożącej zataniem filtra, sadzy. Zabieg ten określa się mianem regeneracji. Komórki, które się oczyszczają, czyli regenerują same, określa się skrótem CRT = Continuously Regenerating Trap. Część z pochłaniających osad komórek trzeba regenerować, a więc potrzebują one wsparcia, by się oczyścić. Oczyszczenie to wymaga zazwyczaj temperatury około 600°C, którą można osiągnąć przez opóźnienie wtrysku paliwa i spalanie paliwa w rurze wydechowej. Sadza w katalizatorze CRT pali się razem z tlenkami azotu w stosunkowo niskiej temperaturze około 250°C. Stosowanie filtra CRT wiąże się z koniecznością zamontowania katalizatora utleniającego przed filtrem CRT.

Wymagania w stosunku do paliwa i oleju silnikowego

Stosowane w katalitycznych konwerterach metale szlachetne są wrażliwe na niektóre pierwiastki. Do najgroźniejszych „trucizn” substancji aktywnych należy podnoszący liczbę oktanów w paliwie ołów. Ołów osadza się na powierzchni substancji aktywnej, uniemożliwiając reakcje z toksynami. Stąd w samochodach wyposażonych w konwertery katalityczne należy używać paliwa bezołowiowego (nawet bezołowiowa benzyna zawiera ok. 0,013 g/l). Najczęściej spotykana w Europie odmiana benzyny bezołowiowej liczy 95 lub 98 oktanów. Nawet jeden pełny zbiornik paliwa zatankowany benzyną z ołowiem może skutkować osłabieniem sprawności konwersji toksycznych składników spalin. Należy podkreślić, że ołów, który może osadzać się w katalizatorze, wchodzi do obiegu razem z benzyną, a nie z olejem silnikowym, ponieważ nowoczesne oleje samochodowe wysokiej jakości, takie jak oleje z serii Mobil, w ogóle nie zawierają ołowiu.

Do grupy pierwiastków zakłócających funkcjonowanie katalizatora należą m.in. siarka, fosfor i cynk. Siarkę zawiera zazwyczaj nalewana do zbiornika benzyna. Jej wpływ jest taki sam, jak wpływ ołowiu. Docierający do katalizatora fosfor tworzy szklistą powłokę pirofosforanów cynku, pokrywającą warstwę metali szlachetnych i oddzielającą je od toksyn. Cynk i fosfor są wykorzystywane, m.in. w formie ditioposforanów cynku, jako uszlachetniające dodatki mające przeciwdziałać utlenianiu i procesom zużyciowym. Duże zużycie oleju może spowodować przedostawanie się cynku i fosforu do konwertera. Zauważono też, że fosfor ma wpływ także na sprawność funkcjonowania sondy lambda. Oddziaływanie fosforu sprawia, że czas reakcji sondy wzrasta, w rezultacie wyznaczone współczynnikiem lambda proporcje pogarszają się, a emisja spalin jest coraz większa.

Szkodliwy wpływ fosforu na pracę konwertera katalitycznego i sondy lambda jest w praktyce dość ograniczony. Znajdujące się w oleju metaliczne dodatki uszlachetniające, których celem jest ograniczanie zanieczyszczeń, wydatnie obniżają niepożądany wpływ fosforu. Te metaliczne dodatki mają też niestety mniej korzystne właściwości jak generowanie popiołu. Popiół może zaś zatkać wlot do monolitu konwertera i zbierać się na powierzchni czujnika przepływu tlenu.

Oleje do instalacji z katalizatorem

Stosowanie tzw. olejów Low SAPS wydłuża żywotność katalizatora i dieslowskiego filtra cząstek stałych. W olejach Low SAPS jest mniej popiołu, fosforu i siarki. Redukcja ilości popiołu ułatwia usunięcie z filtra nagaru poprzez spalanie go w niskiej temperaturze.

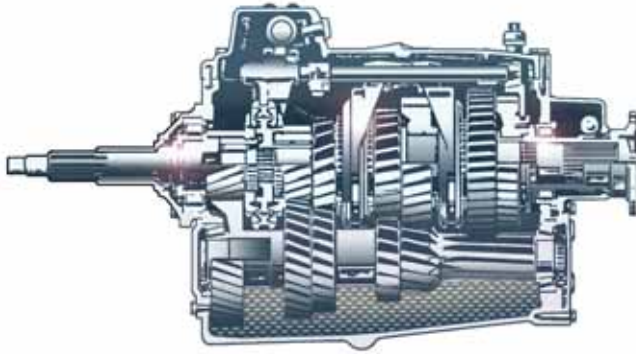
Przy wyborze oleju silnikowego należy mieć na uwadze przede wszystkim następujące fakty. Niewielkie zużycie oleju gwarantuje, że do katalizatora dostanie się tak mało zanieczyszczeń i szkodliwych pierwiastków, jak to tylko możliwe. Jak wiadomo, w pełni syntetyczne oleje pozwalają na utrzymanie niskiego

zużycia oleju. Decydując się na olej o szerokim zakresie stosowalności (np. SAE 0W-40), zapewniamy niskie zużycie w najtrudniejszych nawet warunkach oraz zachowanie doskonałych właściwości w niskich temperaturach. Oleje mineralne o wysokiej jakości doskonale sprawdzają się w samochodach z katalizatorem, ale nie są one, jeśli chodzi o lepkość, równie uniwersalne co produkty syntetyczne.

W samochodach z katalizatorem należy korzystać z olejów silnikowych o niewielkiej ilości fosforu i siarki. Uwagę należy też zwrócić na ilość znajdującego się w nich popiołu. Redukcja zawartości fosforu i cynku, a także obniżenie masy popiołu dzięki rozwojowi techniki motoryzacyjnej w zakresie silników i konwerterów katalitycznych, należy głównie do zadań producentów olejów samochodowych. Zwykły użytkownik, pragnący wpłynąć na żywotność swojego silnika oraz katalizatora, a także zapewnić ich prawidłowe funkcjonowanie, wybierze oleje typu Low SAPS lub w pełni syntetyczne oleje silnikowe wysokiej jakości.

Układ przeniesienia napędu Skrzynia biegów

Słabością silnika spalinowego jest zależność mocy i momentu obrotowego od prędkości obrotowej silnika. Przy niższych obrotach silnik jest w stanie rozwinąć tylko taką moc, jaka wystarczy do podtrzymania obrotów. Większą moc, jak i zadowalający moment obrotowy, silnik spalinowy jest w stanie rozwinąć tylko w względnie niewielkim zakresie, niestety wyższych obrotów. W przypadku używania silników do napędu pojazdów najlepiej byłoby jednak, aby największą moc uzyskiwały one przez cały czas, od momentu rozruchu, podobnie jak w silnikach elektrycznych. Niestety tak nie jest i dlatego, aby pojazdy mogły ruszyć z miejsca, jechać do przodu lub do tyłu, a potem w jak najlepszy sposób dostosować prędkość poruszania do uzyskiwanej przez silnik mocy, niezbędne jest korzystanie z urządzeń nazywanych skrzyniami przekładniowymi lub skrzyniami biegów o liczbie przełożeń uwarunkowanych rodzajem i przeznaczeniem pojazdu.

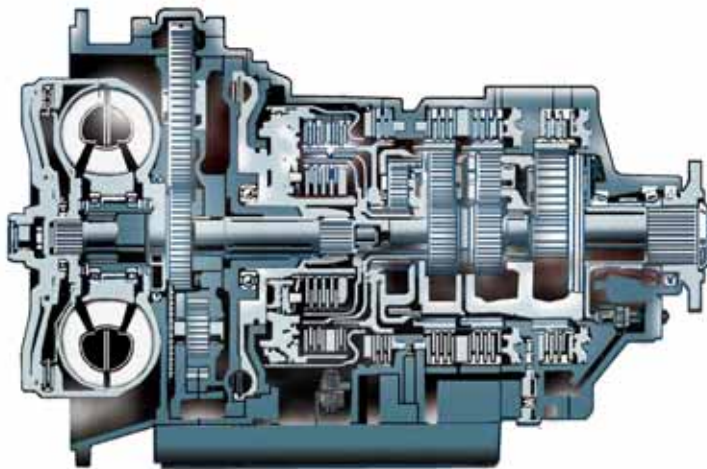


Przekrój poprzeczny mechanicznej, sześciobiegowej skrzyni biegów

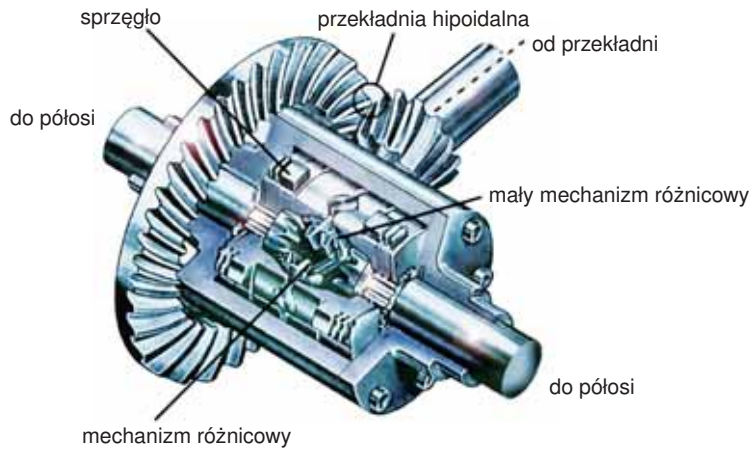
Zamieszczony powyżej rysunek przedstawia budowę manualnej skrzyni biegów. Moment obrotowy silnika jest przekazywany poprzez sprzęgło bezpośrednio na wałek sprzęgłowy. Jest on połączony przekładnią zębatą z wałkiem pośrednim, na którym osadzone są na stałe koła zębate. Odpowiadające im koła zębate na wałku głównym obracają się swobodnie na łożyskach. Moment obrotowy jest przekazywany wówczas, gdy zostaną one w odpowiedni sposób zazębiane z tym wałkiem. Operację w dużym stopniu ułatwiają umieszczone na wałku głównym synchronizatory, które wyrównują prędkości obrotu obu wałków. Dalej moment obrotowy przekazywany jest poprzez wał napędowy lub w przypadku zbloowanego układu napędowego bezpośrednio do przekładni głównej i koła napędowego.

Automatyczna skrzynia biegów

Automatyczne skrzynie biegów upowszechniają się także w europejskich samochodach. Można je na życzenie montować w samochodach wielu marek. Typowa skrzynia biegów jest zbudowana z hydrodynamicznego włącznika i dwu- lub trzyczęściowego planetarnego układu mechanicznych przekładni. Wybór i włączenie biegu odbywa się automatycznie dzięki kierującemu się prędkością i obciążeniem pojazdu, hydraulicznemu mechanizmowi doboru. Automatyczną skrzynię biegów smaruje się specjalnym olejem do przekładni automatycznych; olej ten wykorzystywany jest jako płyn przenoszący napęd oraz zapewnia odpowiednie smarowanie i chłodzenie kół zębatych i łożysk.



Automatyczna skrzynia biegów samochodu ciężarowego



Most napędowy z przekładnią cierną

Most napędowy jest ostatnim ogniwem przenoszenia napędu na koła jezdne. Częścią mostu napędowego zazwyczaj jest także mechanizm różnicowy, który pozwala na obracanie się kół z różną prędkością, np. na zakręcie. Wał napędowy w samochodach ciężarowych może przenosić napęd w dwóch mostach w tzw. tandemie albo korzystać z tzw. mostów portalowych. Oddziałujące często na układ napędowy duże obciążenia i prędkości stawiają przed stosowanym w nim olejem szczególne wymagania, które opisujemy w rozdziale poświęconym doborowi środków smarnych.

Hydrauliczne przenoszenie mocy działa na zasadzie wykorzystania właściwości płynu. Płyn może przenosić ją dzięki różnicy ciśnienia lub w postaci energii kinetycznej. W większości urządzeń hydraulicznych do przenoszenia mocy wykorzystywane jest ciśnienie. Układ hydrauliczny nie może się obejść bez pompy, która przepompowuje płyn pod ciśnieniem.

Płyn jest kierowany przez przewody wysokociśnieniowe i zawory np. do cylindra lub do silnika hydraulicznego, w którym wytworzone ciśnienie jest zamieniane na energię mechaniczną w formie np. posuwisto-zwrotnego ruchu tłoka. Płyn hydrauliczny odgrywa bardzo ważną rolę w funkcjonowaniu systemu.

Most napędowy

Układ hydrauliczny

Międzynarodowy system jednostek SI

System jednostek pomiarowych, nazywany Międzynarodowym Systemem Jednostek SI, został przyjęty już w roku 1960. Opiera się on w głównych zarysach na skalach pomiarowych używanych wcześniej, łącznie ze zmianami polegającymi na ujednoczeniu miar. Poniżej krótkie omówienie najczęściej stosowanych jednostek.

Moc podawana jest w watach (W) lub kilowatach (kW), zamiast używanych w odniesieniu do mocy silników koni mechanicznych. $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ KM}$. Na przykład silnik o mocy 100 kW to wg dawnych miar silnik o mocy 136 koni mechanicznych. Siłę liczy się w niutonach (N), a nie w kilofuntach (kgf) $1 \text{ N} = 0,1 \text{ kgf}$.

Moment obrotowy oblicza się w niutonach na metr (N/m) zamiast kilogramometrów. Czyli: $1 \text{ N/m} = 0,1 \text{ KGm}$.

Prędkość obrotową podaje się w obrotach na sekundę (obr./s) zamiast wcześniejszych obrotów na minutę. $1 \text{ obr./s} = 60 \text{ obr./min}$. Na przykład 30 obr./s odpowiada 1800 obr./min.

Energia liczona jest w dżulach (J), kilodżulach (kJ) lub megadżulach (MJ). Miary energii używane wcześniej w różnych sytuacjach, kalorie, kilowatogodziny lub konie mechaniczne na godzinę, zostały usunięte. Mimo to utrzymuje się wykorzystywanie watogodzin (Wh) i kilowatogodzin (kWh) przy obliczaniu energii elektrycznej na użytek handlowy. Popularną w sektorze gastronomicznym jednostką kilokalorii (kcal) zastępuje się kilodżulem (kJ).

1 kJ = 0,239 kcal, 1 MJ = 0,278 kWh a 1 MJ = 0,378 KM/godz.

Jednostką **ciśnienia** jest paskal (Pa), zastępujący starsze jednostki: bar, kgf/cm² i atm.

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

$1 \text{ kgf/cm}^2 = 98,1 \text{ kPa}$

$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$, czyli sto kilopaskali (kPa). Na przykład ciśnienie 2 barów w oponach to wg nowych miar 200 kPa lub 0,2 MPa (megapaskala).

Temperaturę mierzy się dalej w stopniach Celsjusza, chociaż system SI zaleca stosowanie skali Kelwina. Temperaturę w stopniach Kelwina liczy się od najniższej możliwej wartości, czyli tzw. zera absolutnego w $-273,15^\circ\text{C}$. Na przykład 90°C w saunie to 363,15 kelwinów.

Miarą **lepkości kinematycznej** jest teraz $1 \text{ cm}^2/\text{s}$, zamiast równego mu 1 St (Stoke). Mniejszą jednostką jest $1 \text{ mm}^2/\text{s}$, odpowiadający 1 cSt. (centStoke).

Lepkość dynamiczna ma nową miarę podstawową: $0,1 \text{ Pas} = 0,1 \text{ Ns/m}^2\text{m}$, równe dokładnie 1 P (Poise). Mniejszą jednostką jest 1 mPas, równe 1 cP (centPoise).

Skróty używane w tekście

AAMA	American Automobile Manufacturers Association (dawniej MVMA)
ACEA	Association des Constructeurs Européens de l'Automobile (Association of European Automotive Manufacturers)
API	American Petroleum Institute
CCMC	Comité des Constructeurs d'Automobiles du Marché Commun (zastąpione przez ACEA)
ILSAC	International Lubricant Standardization and Approval Committee
ISO	International Organization for Standardization
JAMA	Japan Automobile Manufacturers Association Inc.
JASO	Japan Automobile Standards Organization
NLGI	National Lubricating Grease Institute (USA)
NMMA	National Marine Manufacturers Association
SAE	Society of Automotive Engineers

Produkowane oleje a bezpieczeństwo

Osoby stykające się z olejem powinny unikać długotrwałego lub wielokrotnego, bezpośredniego kontaktu oleju ze skórą. Mimo iż zwykle oleje smarne nie są toksyczne lub w inny sposób szkodliwe, zbyt intensywny kontakt skóry z olejem narusza równowagę tłuszczową skóry, co może prowadzić do jej wysuszenia lub podrażnienia.

Można bez trudu uniknąć szkodliwych skutków, przestrzegając następujących zaleceń:

- Unikaj długotrwałego lub powtarzającego się kontaktu skóry z olejem, zwłaszcza przepracowanym olejem silnikowym.
- Posmaruj skórę kremem ochronnym lub załóż rękawice.
- Nie wkładaj zaoliwionych szmatek lub ścierek do kieszeni spodni.
- Zmyj skórę pokrytą olejem wodą z mydłem. W razie potrzeby czyść ją szczotką.
- Nie używaj do obmywania skóry benzyny, oleju napędowego ani rozpuszczalnika.
- Po umyciu nasmaruj skórę kremem pielęgnacyjnym.

Każdy przepracowany olej jest odpadem niebezpiecznym. Podlega on specjalnym przepisom dotyczącym ochrony środowiska i utylizacji. Oczywiście, absolutnie nie wolno tego odpadu wylewać do ziemi, zbiorników wodnych lub sieci kanalizacyjnej. Każdy posiadacz takiego odpadu – osoba fizyczna lub prawna – ma w Polsce obowiązek odpowiedniego postępowania, a w przypadku ilości powyżej 10 kg rocznie także dokumentowania tego postępowania.

Szkody dla środowiska naturalnego, będące wynikiem złej utylizacji oleju, są zazwyczaj długotrwałe i łatwo dostrzegalne. Najbardziej zagrożone są zbiorniki wodne. Groźba, jaką niesie ze sobą olej trafiający do zbiorników wodnych, dotyczy nie tylko ludzi, ale także roślinności i zwierząt.

PAMIĘTAJ! JEDEN LITR OLEJU NISZCZY TYSIĄCE LITRÓW WODY PITNEJ.

Pozwolenia na utylizację przepracowanego oleju poprzez spalanie mogą udzielić tylko uprawnione organy. Spalanie oleju na wolnym powietrzu jest całkowicie zabronione, na małe kotły też zazwyczaj pozwolenia się nie dostaje.

Władze gmin powinny, w myśl obowiązujących przepisów, zorganizować odbiór wszystkich szkodliwych odpadów, w tym zużytego oleju od wszystkich mieszkańców, chyba że chodzi o ilości znacznie przekraczające normę. Poza tym gminy zostały dodatkowo obciążone obowiązkiem inspekcji i nadzoru nad miejscami odbioru oraz przepisowości przerobu odpadów.

W odniesieniu do osób prywatnych powyższe zalecenia oznaczają tyle, iż bez względu na to, czy chodziło o środek smarny na bazie oleju mineralnego czy też syntetycznego, można go po użyciu oddać do komunalnego/gminnego punktu odbioru odpadów szkodliwych. Po spełnieniu tego wymagania odpowiedzialność za przeróbkę i utylizację odpadów ponosi gmina. W instrukcji ministerstwa ochrony środowiska mówi się, że gminne miejsce zbiórki szkodliwych odpadów i śmieci powinno być zlokalizowane w sposób nieutrudniający do niego dostępu, stąd gmina powinna zorganizować więcej równoważnych miejsc zbiórki. Informację o lokalizacji i czasie pracy miejsc zbiórki odpadów można najłatwiej uzyskać, dzwoniąc na gminny numer telefonu, do osoby, która odpowiada za komunalną utylizację śmieci.

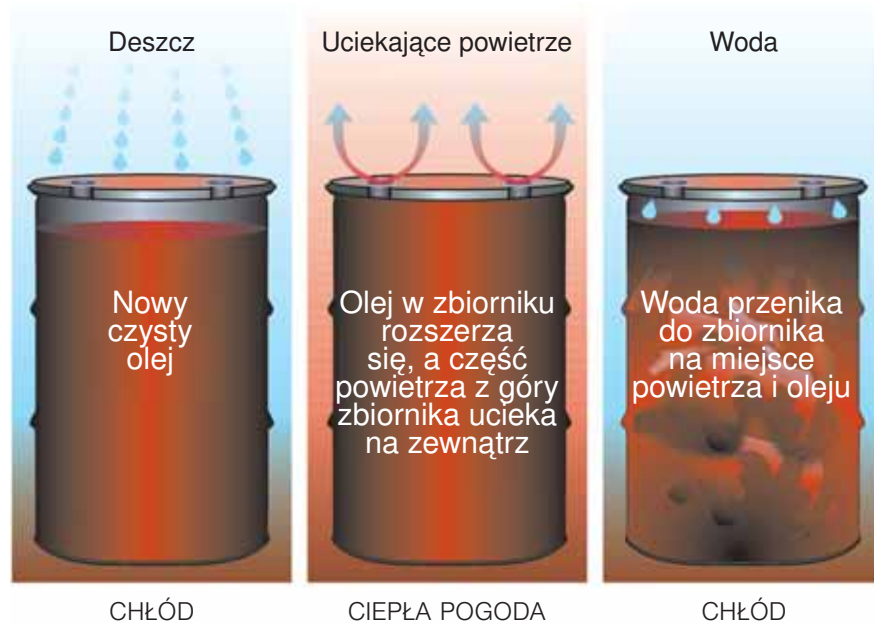
Porad w zakresie utylizacji zużytego oleju udzielają kompetentni przedstawiciele firm produkujących i dystrybutorów olejów smarnych.

Bezpieczeństwo osób

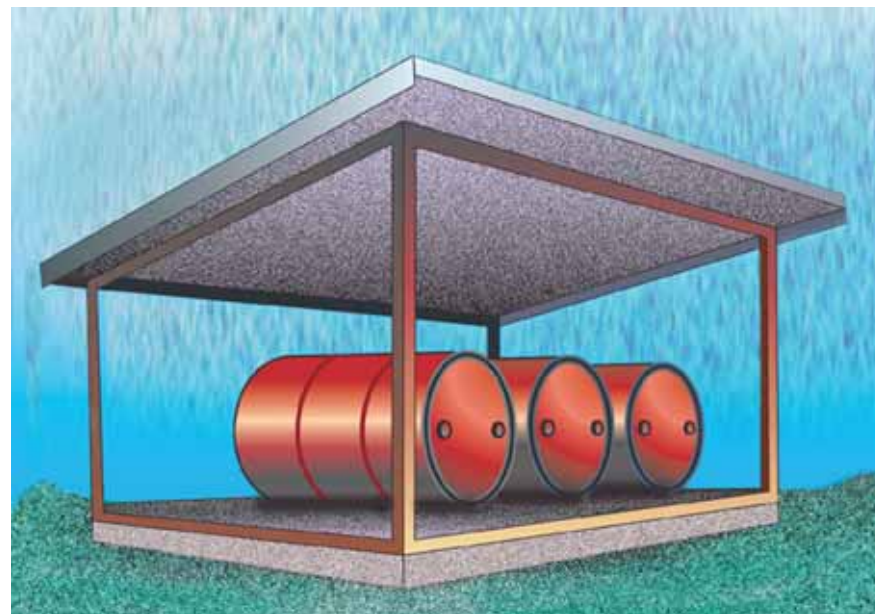
Utylizacja oleju przepracowanego

Magazynowanie olejów i smarów

Oleje i smary należy przechowywać w pomieszczeniach wewnętrznych.
W magazynie powinno być sucho, temperatura ma być stała i wynosić powyżej 0°C.



Jeżeli środki smarne są przechowywane na zewnątrz, może na nie padać deszcz i śnieg. Mimo szczelnych zamknięć do środka zbiorników może się przedostać woda i wilgoć, która może utworzyć emulsję z olejem.



Przechowywanie zbiorników z olejem na zewnątrz budynku wymaga składowania pod daszkiem. Jeśli to niemożliwe, należy zbiorniki położyć i na dodatek przykryć. Korzystnie wpływa to też na zachowanie oznaczeń umieszczonych na boku zbiorników.



Jeżeli zbiorniki mogą być przechowywane wyłącznie w pozycji pionowej, należy szczelnie zakręcić ich zawory i przechylić zbiorniki tak, aby obok zaworów nie gromadziła się woda.

Najczęściej zadawane pytania

1. Czym różni się olej w pełni syntetyczny od półsyntetyku?

Wszystkie dostępne na rynku oleje zawierają zarówno oleje bazowe, jak i dodatki uszlachetniające. Oleje syntetyczne zawierają tylko bazy sztucznie syntezowane, nie pochodzące z ropy naftowej. Oleje półsyntetyczne zawierają określone ilości baz syntetycznych połączonych z konwencjonalnymi olejami mineralnymi.

2. Czy olej Mobil 1 jest w pełni syntetyczny?

Oczywiście, olej Mobil 1 jest formułowany na bazie wysokiej jakości syntetycznych olejów i odpowiedniego pakietu dodatków uszlachetniających. Dodatkowo, każdy produkt z gamy olejów silnikowych Mobil 1 ma odpowiednio dobraną formułę do klasy lepkości.

3. Dlaczego syntetyczny olej silnikowy jest lepszy niż olej mineralny?

Po pierwsze, Mobil 1 jest bardziej skuteczny, zwłaszcza jeśli chodzi o płynność w niskich temperaturach. Stabilność produktu w wysokich temperaturach i ochrona przed powstawaniem osadów jest również dużo lepsza. W porównaniu do produktu mineralnego te cechy bezpośrednio przekładają się na mniejsze zużycie elementów silnika i jego większą żywotność. Historycznie dowiedziono, że oleje syntetyczne posiadają dużo lepsze właściwości niż oleje mineralne, jeśli chodzi o pracę w niskich temperaturach oraz stabilność utleniania w temperaturach wysokich. Oleje mineralne zawierają bowiem wiele niepożądanych substancji chemicznych, których nie udało się usunąć w procesie produkcji. Tych substancji nie zawierają oleje syntetyczne.

4. Jak Mobil 1 sprawdza się w niskich temperaturach?

Dzięki zastosowaniu wysokiej jakości baz syntetycznych olej silnikowy Mobil 1 zachowuje płynność w temperaturach o wiele niższych, niż ma to miejsce w przypadku olejów mineralnych.

5. Dlaczego silniki z turbodoładowaniem wymagają lepszej ochrony?

W silnikach z turbodoładowaniem temperatura pracy oleju jest znacznie wyższa niż w analogicznych silnikach bez turbosprężarek. Dotyczy to szczególnie obszaru łożysk turbosprężarki. Pamiętać należy dodatkowo, że w momencie wyłączenia silnika przestaje działać pompa olejowa, nie działa również cyrkulacja oleju. Wysokie temperatury pojawiające się w obszarze łożysk turbosprężarki mogą doprowadzić do miejscowego przegrzania oleju mineralnego prowadzącego do jego szybkiego utlenienia, w skrajnych przypadkach nawet do zwęglenia. Wyśmienite właściwości wysokotemperaturowe oleju Mobil 1 oraz jego wysoka odporność na utlenianie sprawiają, że olej ten nadaje się doskonale do silników z turbodoładowaniem.

6. Czy Mobil 1 zawiera takie same dodatki jak konwencjonalne oleje mineralne?

W oleju Mobil 1 zastosowano starannie dobrane składniki, tworząc wyjątkowy pakiet dodatków, które działają o wiele lepiej niż dodatki olejów mineralnych. Większość wielosezonowych olejów silnikowych zawiera klasyczny pakiet dodatków uszlachetniających m.in. — dodatki poprawiające wskaźnik lepkości, dzięki czemu oleje utrzymują odpowiednią lepkość w wysokich temperaturach pracy.

7. Czy mogę stosować specjalne dodatki chroniące silnik z olejem Mobil 1?

Nie zalecamy stosowania takich dodatków. Według Amerykańskiego Instytutu Naftowego (American Petroleum Institute – API) „markowe oleje eliminują potrzebę stosowania dodatków do olejów silnikowych”. Ponadto, stosowanie jakichkolwiek „dodatków do olejów” nie jest zalecane przez producentów samochodów i może prowadzić do utraty gwarancji. Biorąc pod uwagę wszechstronne testy i wieloletnie badania prowadzone nad olejem Mobil 1, stosowanie jakichkolwiek dodatków nie może przynieść żadnych dodatkowych korzyści.

8. Jak często powinienem wymieniać olej Mobil 1?

Olej można wymieniać już po 5000 kilometrów lub dopiero po 30 000 kilometrów (w niektórych nowych samochodach). Zalecamy przestrzeganie terminów wymiany oleju i filtra podanych w instrukcji użytkownika pojazdu, zwłaszcza w okresie gwarancyjnym. Mając na uwadze wysoką jakość oleju Mobil 1 możesz spokojnie zmieniać olej dopiero po upływie terminu podanego przez producenta pojazdu. Mobil 1 z SuperSyn nadaje się szczególnie do nowoczesnych samochodów, w których wprowadzono program wydłużonych przebiegów oraz do pojazdów, które posiadają wewnętrzny system monitorowania oleju, pozwalający optymalnie dostosować czasokres wymian oleju w oparciu o parametry eksploatacyjne.

9. Czy mogę stosować Mobil 1 w starszych pojazdach o dużym przebiegu?

Tak. Mobil 1 zapewnia wydłużone życie elementów silników, również tych starszych/lub o dużym przebiegu. Należy jednak pamiętać, że Mobil 1 nie rozwiąże istniejących już problemów.

miliony

kierowców powierzyło swoje silniki technologii Mobil Delvac

© 2007 Exxon Mobil Corporation. Mobil 1 jest znakiem towarowym Exxon Mobil Corporation lub jednej z jej spółek zależnych.



www.mobil.pl

Mobil Delvac

80 YEARS
of Heavy Duty
Performance

ExxonMobil
Petroleum & Chemical, BVBA
Polderdijkweg box 100
B-2060 Antwerpen, Belgia

© 2007 Exxon Mobil Corporation
Logo Mobil, Pegasus i ExxonMobil
są znakami towarowymi
Exxon Mobil Corporation
lub jednej z jej spółek zależnych

www.mobil.pl

ExxonMobil
Lubricants & Specialties