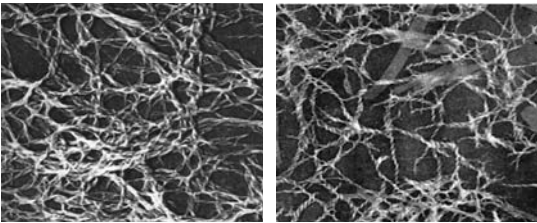
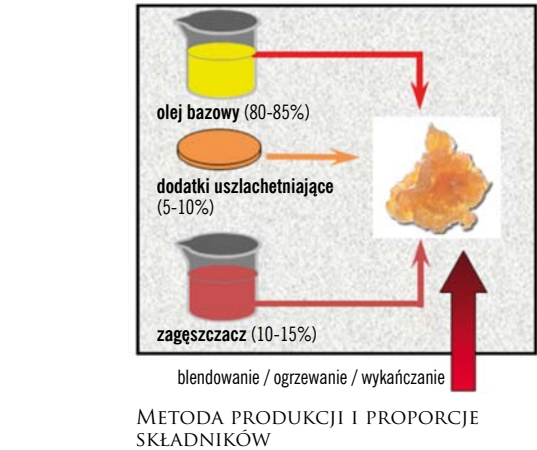
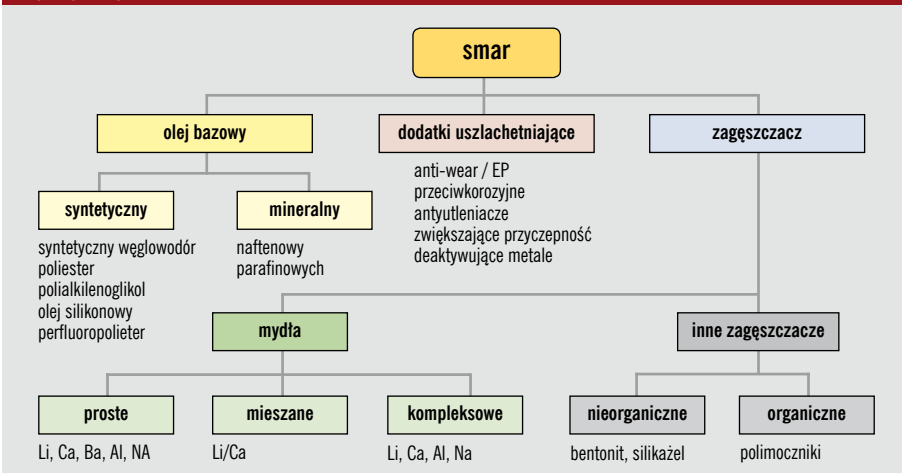


Porównanie właściwości środków smarnych		
	Oleje	Smary
Postać	ciecz	półpłynne do stałych
smarowanie	++++	++
chłodzenie	++++	+
zabezpieczenie przed korozją	+++	+++
usuwanie osadów	++++	+
łatwość dotarcia do łożysk	+++	+
zdolność pozostawiania w łożyskach	+	+++
zdolność uszczelniania przed zanieczyszczeniami	+	+++
Działanie: +++++ doskonale, +++ bardzo dobre, ++ dobre, + takie sobie		

Najczęściej stosowane składniki smarów



STRUKTURA WŁÓKIEN MYDŁA LITOWEGO (Z LEWEJ) I WAPNIOWEGO

przekładnie (np. kierownicy), przeguby napędowe, sworznie, mechanizmy sprzęgieł i hamulców itp.

O przydatności do konkretnych zastosowań decyduje rodzaj wprowadzonego zagęszczacza. Tak więc smary litowe Li stosowane są jako wielofunkcyjne, niemal uniwersalne. Użycie mydła Ca, Li/Ca, kompleksowego sulfonianem Ca, polimocznika lub bentonitu nadaje smarom odporność na wymywanie wodą.

Mydła kompleksowe (Li/kompleks, Ca/kompleks, Al/kompleks) używane są w produktach wysokotemperaturowych pracujących w temperaturach do 160°C, a maksymalnie do 180°C. Przy

jeszcze wyższych temperaturach, nawet do 280°C, wykorzystuje się smary z zagęszczaczami nieorganicznymi lub polimocznikami.

Problem odporności termicznej polega na tym, że po ogrzaniu smaru do pewnej temperatury (zwanej temperaturą kroplenia) struktura włókien przestrzennych ulega zniszczeniu, a smar po ostygnięciu nie może wrócić do swojej poprzedniej stałej postaci. Dlatego przyjęto praktycznie, że maksymalna temperatura pracy smarów powinna być o co najmniej 30°C niższa od temperatury kroplenia. Na przykład dla smarów litowych górną temperaturę pracy wyznacza się na poziomie 140°C, choć ich typowa temperatura kroplenia to 175-180°C.

Nowoczesne wysokotemperaturowe smary samochodowe produkowane są technologią sprawdzoną w piastach bolidów Formuły 1. Najbardziej powszechne zastosowanie znajdują w łożyskowaniu kół pojazdów ciężarowych i to w systemie *for life*, gdzie wytrzymują przebiegi rzędu 300-400 tys. km.

Jednym z kryteriów doboru smaru do konkretnego zastosowania jest lepkość kinematyczna zawartego w nim oleju. W przypadku smarowania łożysk wysokoobrotowych lepkość oleju musi być bardzo niska, rzędu 20-40 mm²/s (20-40 cSt), aby docierał on szybko do smarowanych powierzchni. Podobne zasady obowiązują w przypadku smarów o niskich momentach rozruchowych.

W normalnie obciążonych łożyskach RL (*regular load*) lepkość oleju wynosi najczęściej około 100 mm²/s (100 cSt), a w silnie obciążonych – około 220 mm²/s (220 cSt), przy czym konieczne staje się stosowanie dodatków EP (*extreme pressure*), chroniących smarowane elementy w czasie szokowych obciążeń.

W smarach HD (*heavy duty*), przeznaczonych do najbardziej obciążonych łożysk, stosuje się olej bazowy o lepkości od 460 do ponad 1000 mm²/s (cSt) i maksymalną ilość dodatków przeciwzużyciowych.

W przypadku bardzo obciążonych węzłów tarcia, przy małych ruchach względnych (np. siodło ciągnika siodłowego), zdolność przenoszenia maksymalnych obciążeń poprawia się za pomocą dodatku stałego środka smarnego (dwusiarczek molibdenu, grafit etc.). Należy jednak pamiętać, że smary takie nie nadają się do systemów centralnego smarowania, gdyż mogą blokować długie przewody.

Jeżeli smar ma pracować w bardzo niskich (do -73°C), bardzo wysokich (do 230°C) lub zmieniających się w szerokim zakresie temperaturach, albo też przy bardzo wydłużonych przebiegach (*long life*) – stosuje się w nim syntetyczne oleje bazowe (węglowodory lub estry) oraz specjalne, odporne na wysokie temperatury zagęszczacze (bentonit, mikrożel, kompleksowe sulfoniany wapnia, polimoczniki, PTFE etc.). W smarach pracujących przy wydłużonych przebiegach i ekstremalnie wysokich temperaturach (do 300°C) stosuje się syntetyczne perfluoropolieter z PTFE.

Wymogi szczególne

Półpłynne smary do układów centralnego smarowania nie muszą spełniać zbyt wysokich wymagań temperaturowych ani dotyczących trwałości produktu, gdyż

pracują właściwie w systemie przelotowym *total loss*. Stwarza to jednak zagrożenia dla środowiska. Dlatego te produkty muszą być szybko biodegradowalne, czyli produkowane z wykorzystaniem syntetycznych bazowych olejów estrowych, ulegających w środowisku biodegradacji zgodnie z wymaganiami najnowszych zastrzonych norm Unii Europejskiej.

Jeśli chodzi o smarowanie mechanizmów sprzęgu ciągników siodłowych, idealnym rozwiązaniem są automatyczne dozowniki smaru. Używane do tego środki muszą być, jak już wspomniano, odporne na wymywanie wodą i zawierać dodatkowo stały środek smarny (dwusiarczek molibdenu lub grafit). W Unii Europejskiej preferowane są smary z mniej brudzącym dwusiarczkiem molibdenu, w Polsce większe powodzenie ma tańszy smar grafitowy.

Dodatkowo wiadomo, że zagęszczacze nie są środkami smarnymi i tak naprawdę przeszkadzają: dają opory, są źródłem szumów i hałasu – parametru niezwykle istotnego w urządzeniach gospodarstwa domowego czy piastach kół samochodu.

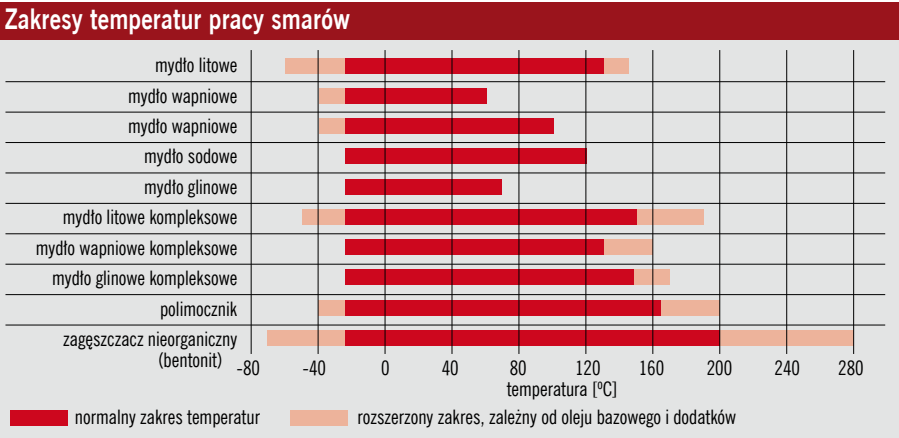
Informacje praktyczne

Dla ułatwienia doboru smaru do konkretnych zastosowań stworzono klasyfikację europejską ISO 6743-9, opisującą główne właściwości użytkowe smarów w dość skomplikowany sposób, co sprawia, że jest niechętnie używana.

Składa się ona z sześciu elementów: ISO-L-X(A-E)(A-G)(A-I)(A-B)(000-6), gdzie X – oznacza smar plastyczny, litery (A do E) – określają minimalną temperaturę pracy (0 do < -40°C), litery (A do G) – maksymalną temperaturę pracy (60 do > 180°C), litery (A do I) – odporność na działanie wody, litery (A lub B) – mówią o właściwościach EP (A nie zawiera, B zawiera dodatki EP) cyfry (000 do 6) – definiują klasę konsystencji wg NLGI.

Przykładowo oznaczenie ISO-L-XBEHB 2 opisuje popularny wielofunkcyjny smar wysokotemperaturowy z mydłem Li/kompleks. Ten sam smar według bardziej popularnej normy niemieckiej DIN 51502 ma oznaczenie KP2P-20.

W przypadku smaru opisywanego zgodnie z tą normą symbolem KPF 2



Wzajemna mieszalność substancji zagęszczających

	Al	Al Cx	Ca	Ca Cx	żel	Li	Li/Ca	Li Cx	polimocznik
Al									
Al Cx									
Ca									
Ca Cx									
żel									
Li									
Li/Ca									
Li Cx									
polimocznik									

niemieszalne; należy wyczyścić łożyska lub przekładnię przed wymianą
ograniczona mieszalność; zalecane częstsze przesmarowanie po wymianie, aby szybciej usunąć resztki starego smaru
smary doskonale mieszalne

Wzajemna mieszalność olejów zawartych w smarach

Olej bazowy	mineralny	poliester	poliglikol	silikon (metylo-)	silikon (fenylo-)	polifenylo-eter	perfluoropolieter
mineralny							
poliester							
poliglikol							
silikon (metylo-)							
silikon (fenylo-)							
polifenyloeter							
perfluoropolieter							

niemieszalne
mieszalne

K-20 litera K oznacza smar do łożysk, P – dodatki EP, F – dodatek stałego środka smarnego np. dwusiarczku molibdenu, 2 – klasa NLGI, K – maksymalną temperaturę pracy 120°C, -20 – minimalną temperaturę pracy -20°C.

W przypadku zmiany rodzaju stosowanego smaru trzeba szczególną uwagę zwracać na kompatybilność olejów bazowych i zagęszczaczy. Niewłaściwy dobór przy zmieszaniu różnych smarów (bo przecież dokładne usunięcie starego jest bardzo trudne ze względu na w ogóle nierozpuszczalne nieorganiczne zagęszczacze) może spowodować obniżenie

temperatury kroplenia, czyli zawężenie zakresu temperatur pracy, albo zniszczy strukturę wewnętrzną zagęszczacza, powodując wyciek smaru z łożyska.

Węglowodorowe oleje bazowe syntetyczne czy mineralne nie mieszają się z polialkilenoglikolami, silikonami czy perfluoropolieterami. Dodatkowo trzeba jeszcze zwracać uwagę na kompatybilność smarów z uszczelnieniami i materiałami z tworzyw sztucznych stosowanymi w łożyskach. Agresywny olej bazowy, np. poliesterowy, potrafi zniszczyć niektóre z tych materiałów lub spowodować ich spęczenie.