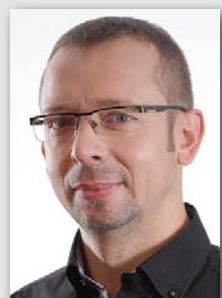


Płyny hamulcowe



PIOTR PYRKA

TECHNICAL MANAGER
MOTUL POLAND

BEZPIECZEŃSTWO JEST PRIORYTETEM DLA KAŻEGO UŻYTKOWNIKA DRÓG – ZARÓWNO SAMEGO KIERUJĄCEGO POJAZDEM, JAK I PIESZYCH. O BEZPIECZEŃSTWIE W RUCHU DROGOWYM DECYDUJE W PIERWSZYM RZĘDZIE KIEROWCA, ALE SAMOCHÓD, KTÓRYM SIĘ PORUSZA, MUSI GWARANTOWAĆ MOŻLIWOŚĆ JEGO ZAPEWNIENIA. NAJWAŻNIEJSZĄ ROLĘ W ZACHOWANIU BEZPIECZEŃSTWA RUCHU PEŁNIĄ UKŁADY HAMULCOWE

Efektywność układów hamulcowych zależy od wielu czynników, a jednym z nich jest płyn hamulcowy. Umożliwia on przeniesienie siły od elementu sterującego (tłoka w pompie) do elementu wykonawczego (zacisku i cylinderka hamulcowego). Jest to możliwe dzięki ciśnieniu hydraulicznemu płynu znajdującego się w układzie i jego jednej z podstawowych cech, czyli nieściśliwości. Dzięki temu zachowana jest precyzja dozowania sił w całym układzie. Płyn przedostaje się poprzez przewody hamulcowe do zacisku czy cylinderka, gdzie powoduje przesunięcie elementów ciernych w kierunku tarczy czy bębna hamulcowego.

Podczas tarcia następuje zamiana energii kinetycznej pojazdu na energię cieplną. Zasada jest prosta: im więcej energii kinetycznej zamieni się w ciepłą, tym więcej ciepła w tym samym czasie powstanie w układzie hamulcowym. Inaczej – im mocniej hamujemy, tym bardziej rozgrzewamy układ hamulcowy.

Produkowane w układzie ciepło w większości oddawane jest na zewnątrz, jednak pewna jego część rozgrzewa cały układ hamulcowy i sąsiednie elementy – klocki, tarcze, zaciski, a tym samym – także płyn hamulcowy.

Wymagania dla płynu hamulcowego

- ▶ właściwości wysokotemperaturowe;
- ▶ właściwości niskotemperaturowe;
- ▶ właściwości reologiczne;
- ▶ mieszalność z wodą;

- ▶ oddziaływanie korozyjne na metale;
- ▶ oddziaływanie na gumę i elastomery;
- ▶ odporność na pienie;
- ▶ stabilność ogólna płynu.

Najważniejsze są te cechy, które decydują o ciągłości pracy układu. Jeżeli niespełnienie któregoś z wymagań powoduje gwałtowną utratę skuteczności hamowania, to ten parametr trzeba uznać za kluczowy.

Każda ciecz charakteryzuje się wrzeniem, podczas którego przechodzi w stan gazowy wewnątrz jej objętości. Powstają korki parowe, a ich znaczna ściśliwość jest przyczyną utraty skuteczności hamowania.

Dla zapewnienia bezpiecznej pracy układu hamulcowego trzeba znać poziom temperatur, do jakich płyn może zostać bezpiecznie rozgrzany, i zastosować taki, którego temperatura wrzenia jest od tej wartości wyższa.

Temperatury

Nowoczesne motocykle i samochody wymagają płynu o wysokiej temperaturze wrzenia. Wymagania stawiane przez konstruktorów są analizowane przez międzynarodowe instytucje gwarantujące bezpieczeństwo ruchu pojazdów i odpowiednio dookreślone. Temperatura wrzenia na poziomie ok. 150°C uznawana jest powszechnie za niebezpieczną.

Temperatura wrzenia cieczy zależy od jej składu chemicznego, który dla płynów

hamulcowych na przestrzeni lat mocno się zmieniał. Najstarsze z nich oparte były na oleju rycynowym z dodatkiem alkoholi (butanolu i diacetonu) – np DA-1.

Kolejne wymagania (DOT 3) – to tlenki etylenu i eterów glikoli i poliglikoli. W międzyczasie pojawiły się układy sterowane olejami hydraulicznymi. Powstały nowe receptury (DOT 4) – płyny na bazie estrów boranu. DOT 5 to wyjątek – oleje silikonowe, zupełnie odmienne, stosowane między innymi w pojazdach wojskowych oraz motocyklach Harley Davidson. Najnowsze klasy (np. DOT 5.1) to najczęściej estry boranu.

Popularne płyny klas DOT 3, DOT 4 i DOT 5.1 zawierają glikole i ich pochodne. Niestety, chłoną one wilgoć z powietrza, a zjawisko to nazywamy higroskopijnością. Zawartość wody powoduje obniżenie temperatury wrzenia płynu. Przyjmuje się, iż 1% zawartości wody w płynie obniża temperaturę wrzenia o 50°C. Dlatego tak ważna jest okresowa (maksimum co 2 lata) wymiana płynu hamulcowego.

Woda do układu hamulcowego może dostawać się poprzez:

- ▶ elastyczne przewody hamulcowe;
- ▶ uszczelnienia tłoków, cylinderków i zbiorniczka wyrównawczego.

Słaba mieszalność wewnątrz układu hamulcowego powoduje nierównomierny rozkład zawartości wody w różnych miejscach. Największym źródłem wchłaniania się wody są elastyczne przewody hamulcowe i uszczelnienia zacisków czy cy-

	Temperatura wrzenia „suchego”	Temperatura wrzenia „mokrego”	Lepkość w temp. -40°C
DOT 3	205	140	<1500
DOT 4	230	155	<1800
DOT 4 ISO Class 6	250	165	<750
Motul DOT 3&4	245	160	1350
Motul DOT 4 LV	267	172	675
DOT 5.1	260	180	<900
Motul DOT 5.1	272	185	820
Motul RBF 600 FL	312	205	1750
Motul RBF 660 FL	325	205	1698
Motul RBF 700 FL	336	205	1580

WYMAGANIA MIĘDZYNARODOWYCH NORM I PARAMETRY PŁYNÓW HAMULCOWYCH MOTUL.

linderków. W ich okolicy zawartość wody może być nawet trzykrotnie większa niż w zbiorniczku płynu. Z tego powodu należy określać temperatury wrzenia płynu niezawierającego wody (temperatura wrzenia „suchego”) oraz płynu zawodnionego (temperatura wrzenia „mokrego”).

W powyższej tabeli zestawiono wymagania międzynarodowych norm i parametry płynów hamulcowych Motul.

Uwaga! Płyny wyczynowe typu RBF (np. Motul RBF 600 FL, RBF 660 FL, RBF 700 FL) charakteryzują się dużo wyższymi, nieosiągalnymi dla innych płynów temperaturami wrzenia suchego i mokrego, ale szybciej chłoną wilgoć z otoczenia. Wymieniać je należy co 12 miesięcy.

Poza temperaturą wrzenia płynom hamulcowym stawiane jest wiele innych wymagań.

Płynność

Ten parametr gwarantuje szybką i właściwą pracę układów hamulcowych. Wymagania międzynarodowe określają limit maksymalnej lepkości płynu w niskich temperaturach. Bardzo wymagające pod tym względem są płyny klasy DOT 5.1. Opracowano je w celu uzyskania prawidłowej pracy systemów ABS w bardzo niskich temperaturach. Kolejną ewolucją było opracowanie płynów DOT 4 ISO Class 6 o jeszcze korzystniejszych parametrach niskotemperaturowych, potrzebnych w układach stabilizacji toru jazdy (ESP).

Ochrona przed korozją

Woda przedostająca się do układu hamulcowego grozi jego korozją. Zagrożone są wewnętrzne powierzchnie cylinderków czy zacisków hamulcowych, pomp i przewodów metalowych. Międzynarodowe wymagania jasno określają odporność korozyjną płynów. Aby je spełnić, stosuje się dodatki antykorozyjne pasywujące powierzchnie metali. Stosuje się m.in. inhibitory rdzewienia stali, najczęściej typu aminowego lub pochodne kwasu tetrapropylenobursztynowego, oraz inhibitory korozji metali nieżelaznych, najczęściej pochodne 1,2,3-benzotriazolu.

Własności smarne

Wysokie naciski panujące wewnątrz układu wymagają stosowania środków ochronnych w celu zapewnienia trwałości współpracujących elementów. Jako dodatki smarne o działaniu przeciwzużyciowym stosowane są fosforany organiczne, głównie fosforan trikrezylu. Przeciętnie płyn hamulcowy zawiera nawet 20÷30% środka smarującego.

Kompatybilność z uszczelnieniami

Elastomery uszczelnień i inne materiały (np. gumowe) muszą zachowywać trwałość i elastyczność przez długi czas. Aby zachowana była odpowiednia wytrzymałość i współpraca uszczelniających elementów, międzynarodowe wymagania określają maksymalną wartość pęcznienia na 16%. **Uwaga!** Zmieszanie płynu hamulcowego z olejami czy rozpuszczal-

nikami i paliwami powoduje znaczący wzrost zużycia uszczelnień, a w konsekwencji prowadzi do usterek w układzie hamulcowym (wycieki, zwiększone opory działania itp.).

Odporność na pienie

Nadmierne pienie jest groźne ze względu na gwałtowny wzrost ściśliwości. Prowadzi to do utraty siły hamowania. Stosowanie dodatków antypiennych jest koniecznością.

Mieszalność

Płyny hamulcowe mogą być:

- ▶ higroskopijne – absorbujące wilgoć w różnym stopniu:
 - olej rycynowy/alkohol, np. płyn DA-1;
 - DOT 3 – etery-glikole/poliglikole;
 - DOT 4, DOT 4 ISO class 6, DOT 5.1 – estry boranu/estry glikolu;
 - DOT 4+ , DOT 5.1 – estry silikonu;
- ▶ niehigroskopijne – nie absorbują wilgoci i nie są mieszalne z wodą:
 - oleje mineralne i syntetyczne, np. Citroën LHM, LDS;
 - DOT 5 – silikony, np. Harley Davidson.



W PEŁNI SYNTETYCZNE PŁYNY HAMULCOWE MOTUL: Z LEWEJ – DOT-4 LV. Z PRAWIEJ – RACING RBF 700 FL DOT-4

Wszystkie płyny higroskopijne są mieszalne z wodą i wzajemnie kompatybilne. Nie można mieszać płynów higroskopijnych z niehigroskopijnymi. Płyny niehigroskopijne są między sobą także niemieszalne, np. DOT 5 nie jest mieszalny z olejami mineralnymi czy syntetycznymi. ■