

Zawód: Lakiernik samochodowy

Przedmiot: Techniki wytwarzania (28.01.2022 r.) – Marek Krukowski

Temat: Fizykochemiczne podstawy eksploatacji maszyn cz. 3

Proszę o zapoznanie się z poniższą literaturą.

W razie pytań pozostaję do dyspozycji pod nr tel. 794 306 917; adres mail marek.ckz@interia.pl

1.2.3. Smarowanie

Smarowanie oraz zadania i rodzaje środków smarnych

Smarowaniem nazywamy wprowadzenie substancji smarującej między powierzchnie trące oraz związane z tym przekształcenie tarcia suchego w płynne lub mieszane. Racjonalne smarowanie, oprócz znacznego zmniejszenia intensywności tarcia i przedłużenia trwałości maszyn, przyczynia się także do zwiększenia sprawności mechanicznej.

Spośród wielu **funkcji** środków smarnych należy wymienić przede wszystkim:

- zmniejszanie oporów tarcia, co obniża straty energii oraz zużycie urządzeń;
- usuwanie zanieczyszczeń ze współpracujących powierzchni;
- ochronę przed korozją;

- odprowadzanie ciepła z obszaru tarcia;
- amortyzację drgań i obciążeń uderzeniowych;
- zmniejszanie luzów i skutków ich powiększania się w połączeniach ruchowych.

Środki smarne stosowane w eksploatacji urządzeń mechanicznych można podzielić następująco:

- ze względu na przeznaczenie:
 - płynne silnikowe (oleje silnikowe);
 - płynne przekładniowe (oleje przekładniowe);
 - płynne wrzecionowe (oleje wrzecionowe);
 - smary plastyczne do łożysk ślizgowych i tocznych;
 - środki smarne specjalne;
- ze względu na konsystencję:
 - płynne (ciecze, gazy), np. olej, powietrze;
 - smary plastyczne;
 - stałe, np. grafit, dwusiarczek molibdenu (MoS_2);
- ze względu na pochodzenie:
 - mineralne – otrzymywane z ropy naftowej;
 - organiczne – otrzymywane z tłuszczów organicznych, np. olej rzepakowy (ich wadą jest to, że ulegają starzeniu, zaletą zaś – biodegradowalność);
 - syntetyczne – otrzymywane w wyniku syntezy chemicznej.

Najkorzystniejsze warunki smarowania uzyskujemy dzięki środkom smarnym płynnym – olejom. Stosujemy je do części silnie obciążonych, pracujących z dużą prędkością obrotową, kiedy to wydzielają się znaczne ilości ciepła. W innych przypadkach, oraz gdy ze względów konstrukcyjnych nie można zastosować zamkniętej obudowy, stosujemy smary plastyczne. Do smarów tych często dodajemy środki smarne stałe, tworzące na powierzchniach trących cienkie warstwy odporne na duże naciski. Środki stałe odporne są bowiem na duże naciski i wysoką temperaturę oraz chemicznie stabilne.

Tarcie z udziałem środków smarnych

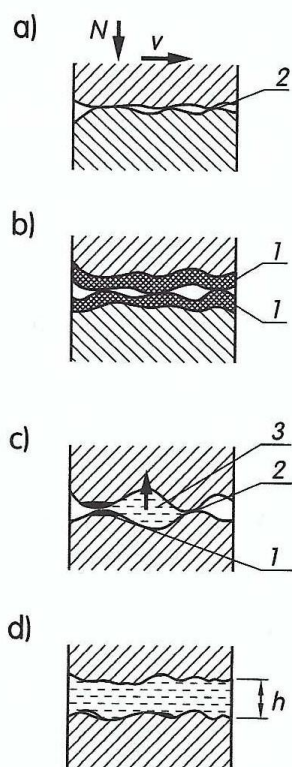
W różnych warunkach obciążenia, określonych przez naciski jednostkowe (naprężenia stykowe) i względną prędkość ślizgania, mogą zaistnieć różne rodzaje współpracy węzła ruchowego (rys. 1.12).

Tarcie suche występuje wtedy, gdy między współpracującymi powierzchniami nie ma żadnych ciał obcych, np. środka smarnego lub wody. Jest ono bardzo intensywne podczas ślizgania się materiałów chropowatych. Podczas tarcia ślizgowego na sucho wydziela się zawsze dużo ciepła, które nagrzewa do wysokiej temperatury warstwę wierzchnią części trących, powodując znaczny spadek jej wytrzymałości i wzrost intensywności zużywania. W skrajnych przypadkach występuje zatarcie, czyli trwałe połączenie współpracujących części, co unieruchamia węzeł ruchowy.

Tarcie płynne występuje wtedy, gdy powierzchnie tarcia są rozdzielone warstwą środka smarnego w postaci smaru plastycznego, cieczy lub gazu. Wówczas tarcie zewnętrzne elementów zostaje zastąpione tarcie wewnętrzne (płynnym) czynnika smarującego. Siła tarcia zależy wtedy wyłącznie od właściwości środka smarnego, a nie od właściwości powierzchni współpracujących. Wartość współczynnika tarcia płynnego (a więc i opory ruchu) jest wielokrotnie mniejsza od wartości współczynnika tarcia suchego i zależy od grubości warstwy cieczy smarującej, jej lepkości oraz od prędkości względnej elementów trących. Dla olejów wynosi $0,08 \div 0,005$. Tarcie płynne możemy uzyskać przez smarowanie

hydrostatyczne lub hydrodynamiczne, które zapewnia obecność trwałej warstwy smarnej. Zużywanie elementów maszyn podczas tarcia płynnego jest mniej intensywne niż w przypadku innych rodzajów tarcia.

Tarcie graniczne powstaje wówczas, gdy powierzchnie trące są pokryte środkami smarnymi zawierającymi substancje powierzchniowo czynne, które tworzą na powierzchniach elementów tzw. warstwy graniczne – wyjątkowo odporne na duże naciski i trwale z nimi połączone. Zapobiega to powstawaniu tarcia suchego nawet przy nieciągłym dopływie środka smarnego.



Rys. 1.12. Rodzaje tarcia w obecności środków smarnych:
 a) suche, b) graniczne,
 c) mieszane, d) płynne;
 1 – warstwy graniczne,
 2 – styk suchy,
 3 – mikroklin smarowy,
 h – grubość filmu olejowego

Tarciem mieszanym nazywamy zjawisko pojawiania się różnych rodzajów tarcia w strefie styku elementów trących, z wyodrębnionymi mikroobszarami styku (np. w jednym mikroobszarze występuje tarcie suche, a w pozostałych tarcie graniczne lub płynne). Tarcie w makroobszarze styku jest wypadkową rodzajów tarcia w poszczególnych mikroobszarach.

Rodzaj tarcia wpływa na trwałość i niezawodność urządzeń mechanicznych. Podczas eksploatacji, ze względu na konieczność utrzymania dostatecznie dużej trwałości urządzeń, bardzo ważne jest dążenie do zmiany tarcia suchego na inne, najlepiej – płynne. W tym celu należy odpowiednio użytkować urządzenia mechaniczne oraz prawidłowo wykonywać czynności smarownicze, stosując zalecane środki smarne. Wówczas zmniejsza się intensywność zużycia, a także liczba nieprzewidzianych awarii (zatarć). Wydłużają się również okresy bezusterkowej pracy urządzeń.

Najkorzystniejsze warunki pracy występują wtedy, gdy obie powierzchnie są w pełni rozdzielone warstwą oleju, tzw. **filmem olejowym** (patrz rys. 1.12 d). Wówczas występuje tarcie płynne, w którym opory ruchu są najmniejsze w porównaniu z przypadkami a), b) i c). Jak widać, najkorzystniejsza jest zamiana tarcia zewnętrznego ciał stałych (a) na tarcie wewnętrzne cieczy smarowej (d). Wtedy tarcie występuje wewnątrz cieczy,

a opory ruchu muszą pokonać jedynie słabe siły przyciągania międzycząsteczkowego (molekuł) cieczy. W zasadzie nie występuje tu zużywanie wskutek tarcia (z wyjątkiem pittingu), ponieważ nie ma bezpośredniego styku między ciałami stałymi. Jeśli w węźle nie można „wywołać” tarcia płynnego, to można zastąpić je tarciem granicznym lub mieszanym (rys. 1.12 *b* i *c*). Zatem dobre smarowanie węzła ruchowego polega na zapewnieniu w nim tarcia płynnego. Małe opory ruchu i brak bezpośredniego styku stwarzają korzystne warunki współpracy części, charakteryzujące się brakiem zużywania i zacierania.

Zależność współczynnika tarcia od grubości warstwy środka smarnego i rodzaju tarcia podano w tablicy 1.5.

Tablica 1.5. Zależność współczynnika tarcia od grubości warstwy środka smarnego i rodzaju tarcia

Charakterystyka warstwy środka smarnego	Rodzaj tarcia	Współczynnik tarcia ślizgowego
Brak warstwy adsorpcyjnej	suche	powyżej 0,2
Warstwy adsorpcyjne mono- lub polimolekularne środków smarnych, płynów, pary wodnej itp.; tlenków, siarczków itp.	graniczne	0,2÷0,04
Warstwy środka smarnego o grubości mniejszej od wysokości mikronierówności trących się powierzchni	mieszane	0,2÷0,08
Warstwy środka smarnego o grubości większej od wysokości mikronierówności trących się powierzchni	płynne	0,08÷0,005, a nawet mniej