Podsumowanie

- Łożyska toczne są smarowane smarem lub olejem
- Służy do zmniejszenia tarcia i zużycia
- Metoda smarowania dostosowana jest do warunków pracy
- Brak smaru lub jego zbyt mała ilość w łożysku prowadzi do uszkodzenia łożyska tocznego i/lub jego przedwczesnej awarii
- Smar jest stosowany częściej niż olej (ze względu na łatwiejszą obsługę)
- W szczególnych przypadkach zamiast smaru lub oleju stosowane są smary stałe

Nic nie działa bez smarowania – każde łożysko pracuje ze smarem lub olejem. Jest to podstawowym warunkiem uniknięcia kontaktu metal-metal między elementami łożyska, tj. elementy toczne, pierścienie łożyska i koszyk. W szczególnych przypadkach łożyska mogą być smarowane też smarem stałym. Oprócz tarcia i zużycia, smarowanie jest częścią dziedziny *tribologii*. Prawdopodobnie najważniejszą jego funkcją jest minimalizowanie skutków wspomnianych dwóch aspektów (tj. tarcia i zużycia). Smarowanie ma jeszcze kilka innych zalet, które znajdziesz poniżej:

Funkcje smarowania:

- Redukcja tarcia i zużycia
- Rozpraszanie ciepła z tarcia
- Wydłużenie żywotności łożyska
- Zapobieganie korozji
- Ochrona przed wnikaniem ciał obcych

Optymalne smarowanie jest podstawowym warunkiem długiej żywotności łożyska.

Wybór smaru

W zależności od łożyska, stosuje się smarowanie smarem lub olejem. Ważne jest, aby upewnić się, że nie ma w nim zbyt dużo lub zbyt mało środka smarnego. Problemy ze smarowaniem są statystycznie główną przyczyną awarii łożysk tocznych.

Wybrana metoda smarowania musi być dostosowana do warunków pracy (w szczególności prędkości i temperatury pracy łożyska), tak aby smarowanie było jak najbardziej efektywne. Ważne, aby zastosowany środek smarny był wysokiej jakości a w łożysku znajdowała się jego odpowiednia ilość. Innym kluczowym wymogiem jest konstrukcja łożysk, która uniemożliwia wnikanie ciał obcych i wydostawanie się smaru. W tym celu producenci łożysk tocznych, tacy jak NTN, oferują łożyska uszczelnione.

Dostępnych jest kilka typów uszczelnień. Jednym z głównych aspektów, który należy uwzględnić przy ich doborze jest prędkość graniczna aplikacji (ciepło powstające wskutek tarcia uszczelki o pierścień).

	Smarowanie smarem	Smarowanie olejem
Obsługa	Bardzo dobry	Dopuszczalny
Niezawodność	Dobry	Bardzo dobry
Efekt chłodzenia	Nieodpowiedni	Dobry*
Warianty uszczelnienia	Dobry	Dopuszczalny
Straty spowodowane tarciem	Dobry	Dobry

Wpływ na środowisko	Dobry	Dopuszczalny
Wysokie prędkości	Dopuszczalny	Dobry

Wybór środka smarnego zawsze trzeba wyważyć. Każdy z nich ma plusy i minusy.

* *Wymagany obwód recyrkulacji oleju*

Smarowanie smarem

Smar jest najczęściej stosowanym środkiem smarnym z racji na stosunkowo prostą i niedrogą obsługę. Właściwości wszystkich smarów zależą głównie od rodzaju zastosowanego oleju bazowego oraz kombinacji zagęszczaczy i różnych dodatków. Stosowane oleje bazowe to głównie oleje mineralne oraz syntetyczne, takie jak olej estrowy, syntetyczny olej węglowodorowy oraz oleje silikonowe. Rozróżnia się smary z olejem bazowym o niskiej lepkości, które są odpowiednie do niskich temperatur i dużych prędkości, a także smary z olejem bazowym o wysokiej lepkości. Smary z olejem bazowym o wysokiej lepkości są używane do zastosowań w wysokich temperaturach i przy dużych obciążeniach. Zagęszczacze dodawane do oleju bazowego można podzielić na dwa podstawowe typy: mydła metalowe i mydła niemetalowe. Różne specjalne właściwości smaru, takie jak temperatura pracy, stabilność mechaniczna, odporność na wodę itp. zależą głównie od rodzaju zastosowanego zagęszczacza. W zależności od zamierzonego zastosowania, do smaru dodawane są różne dodatki uszlachetniające w celu dalszego dostosowania jego właściwości. Typowe dodatki to przeciwzużyciowe (AW), wysokociśnieniowe (EP), inhibitory utlenienia i inhibitory korozji.

Ilość smaru użytego do wypełnienia łożyska również zależy od prędkości. Jednak ilość smaru, jaką należy użyć w danych warunkach pracy, zależy od kilku czynników związanych z rozmiarem i kształtem obudowy, dostępną przestrzenią oraz rodzajem użytego smaru. Zasadniczo w większości zastosowań łożyska powinny być wypełnione do 30 % do 40 %

wolnej przestrzeni i obudowy od 30 % do 60 %. Przy wysokich prędkościach i minimalnych wzrostach temperatury zaleca się stosowanie mniejszej ilości smaru. Jednak jego nadmierne ilości mogą prowadzić do wzrostu temperatury, co powoduje upłynnienie i może skutkować wyciekiem. Utlenianie i degradacja smaru może również prowadzić do pogorszenia właściwości smarnych.

W przypadku smarowania smarem niezwykle ważne jest przestrzeganie okresu dosmarowywania, ponieważ wydajność smaru zmniejsza się wraz z upływem czasu. Oznacza to, że łożyska muszą być dosmarowywane w określonych odstępach czasu. Okresy dosmarowywania nie są znormalizowane, ponieważ często zależą od rodzaju smaru, typu łożyska, temperatury i prędkości. Istnieją również rozwiązania bezobsługowe (smarowanie dożywotnie), jeśli okres dosmarowywania jest dłuższy niż żywotność łożyska lub jeśli łożysko jest łożyskiem uszczelnionym i dosmarowywanie byłoby zbyt kosztowne. W odniesieniu do mieszalności różnych smarów, należy przestrzegać instrukcji producenta. Z reguły jednak mieszanie nie jest dobrym pomysłem ze względu na różne substancje podstawowe i dodatki poszczególnych smarów. Istnieje ryzyko reakcji chemicznej między różnymi składnikami.

Smarowanie olejem

Najpopularniejszą alternatywą dla smarowania smarem jest smarowanie olejowe. Choć jest to doskonały wybór, to jednocześnie droższy i preferowany, zwłaszcza w przypadku łożysk tocznych ze stykiem liniowym. Smarowanie olejowe jest stosowane przede wszystkim w aplikacjach, w których ciepło generowane przez łożysko lub inne źródła ma być rozpraszane z łożyska i odprowadzane na zewnątrz. Jednocześnie często stawiane są wysokie wymagania dotyczące uszczelniania i filtrowania oleju, co wiąże się z większym wysiłkiem projektowym. W kontekście łożysk tocznych, oleje mineralne, takie jak olej maszynowy, wrzecionowy lub turbinowy są stosowane w zakresie temperatur od -30 °C do 150 °C. W temperaturach poza tym zakresem, łożyska są smarowane olejami syntetycznymi (olej estrowy, silikonowy, fluorowany). Ogólna zasada dotycząca olejów mówi, że należy unikać mieszania różnych olejów lub przeprowadzić szczegółową analizę kompatybilności. Kluczowym aspektem w kontekście olejów smarowych jest lepkość kinematyczna *v*, wykorzystywana do pomiaru smarności oleju.

Typ łożyska	Lepkość kinematyczna mm/s^2
Łożyska kulkowe, łożyska walcowe, łożyska igiełkowe	≥13
Łożyska baryłkowe, łożyska stożkowe, wzdłużne łożyska igiełkowe	≥20
Wzdłużne łożysko baryłkowe	≥30

Ogólnie rzecz biorąc, do łożysk walcowych stosuje się oleje o wyższej lepkości niż do łożysk kulkowych, ponieważ te pierwsze pracują przy niższych prędkościach i przenoszą większe obciążenia.

W miarę możliwości należy dążyć do smarowania elastohydrodynamicznego (EHD), które prowadzi do całkowitego oddzielenia powierzchni tocznych. Elementy toczne toczące się po bieżni po EHD można porównać na przykład do narciarza wodnego, który potrzebuje nabrania pewnej prędkości, aby utrzymać się na wodzie zamiast zatonąć. Smarowność oleju nie może być zbyt wysoka ani zbyt niska, ponieważ uszkodzenie bieżni łożyska zwykle nie trwa długo, jeśli nie ma filmu olejowego lub jeśli film olejowy jest zbyt cienki.

Wzór 6 służy do obliczania wymaganej ilości oleju.

Formuła 6

$$Q = K \times q$$

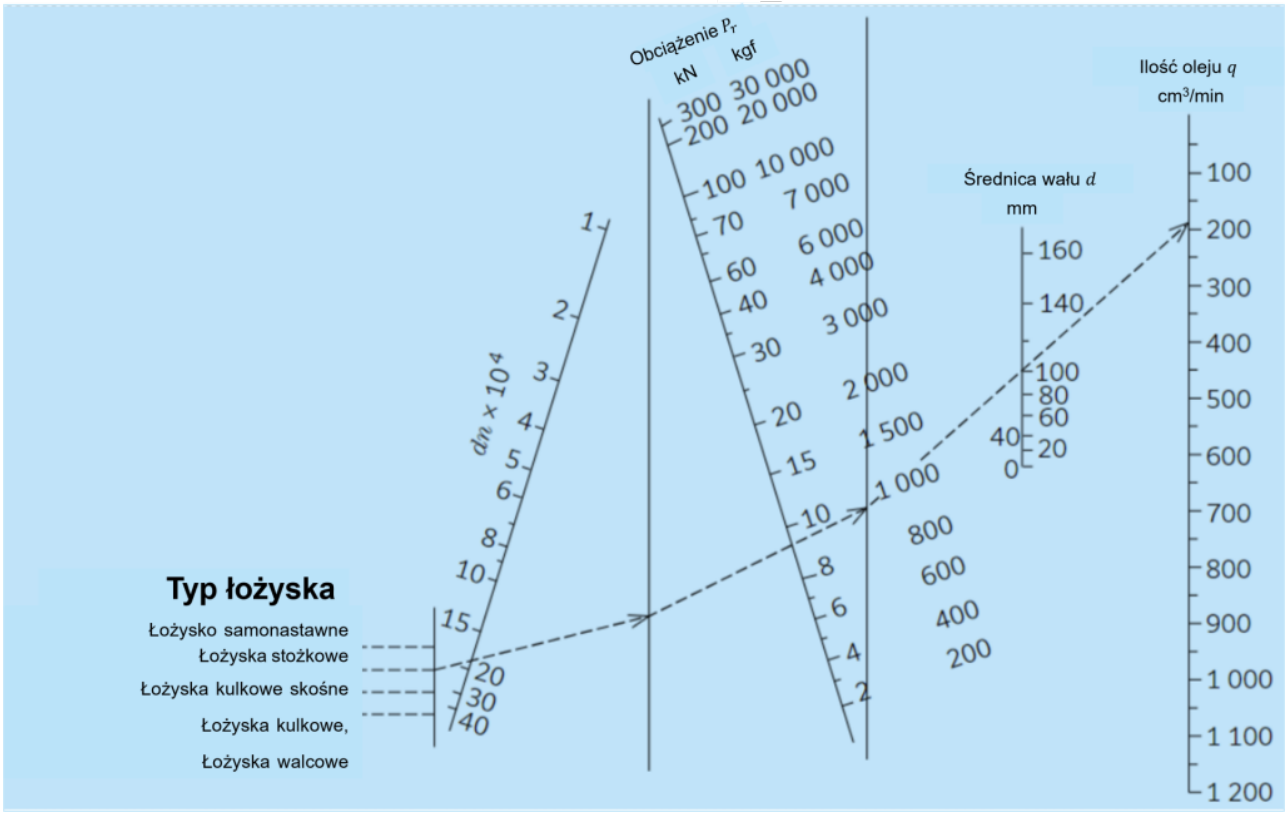
Q -> Ilość oleju na łożysko (cm^3/min)

K -> Dopuszczalny współczynnik wzrostu temperatury oleju

Jest to klucz do określenia wymaganej ilości oleju, dla której dopuszczalny współczynnik wzrostu temperatury oleju jest mnożony przez ilość środka smarnego.

q -> Ilość smaru zgodna z diagramem (cm^3/min)

Wymagana ilość oleju musi zostać obliczona, aby zapewnić, że ciepło rozpraszane przez olej odpowiada w przybliżeniu ilości ciepła generowanego przez łożysko i inne źródła. W praktyce obliczona ilość jest następnie mnożona przez współczynnik bezpieczeństwa wynoszący od 1,5 do 2,0, ponieważ ciepło wypromieniowywane z obudowy różni się w zależności od konstrukcji.



Schemat przedstawia wytyczne dotyczące ilości oleju: Ilość środka smarnego różni się w zależności od typu łożyska. Procedura: Zacznij od typu łożyska po lewej stronie, a następnie przejdź przez diagram, używając parametrów dn, P_r i d (od lewej do prawej). Punkt przecięcia z pionową linią bez skali zawsze stanowi nowy punkt początkowy.

Niezbędne jest regularne sprawdzanie ilości i czystości oleju. Okresy wymiany oleju smarowego różnią się w zależności od warunków pracy, ilości i rodzaju oleju. Orientacyjnie, olej powinien być wymieniany raz w roku w temperaturach roboczych do 50 °C i co trzy miesiące w temperaturach od 80 do 100 °C. Należy również zauważyć, że żywotność środka smarnego zmniejsza się o około 50 % co każde 10 °C od temperatury 80 °C w górę.

Smarowanie smarem stałym

W szczególnych przypadkach, na przykład gdy smarowanie smarem lub olejem nie jest możliwe, jako alternatywę stosuje się również smary stałe. Smar stały składa się z oleju, który ma taką samą lepkość jak olej konwencjonalny, oraz polietylenu o ultra wysokiej zawartości polimerów. Te dwa składniki są mieszane w fazie ciekłej. Po podgrzaniu i schłodzeniu substancja ta zestala się, dzięki czemu duża ilość smaru zostaje wchłonięta przez strukturę polimeru. Nawet przy silnych wibracjach lub siłach odśrodkowych smar nie wydostaje się z obracającego się łożyska. Ponadto smarowanie stałe jest wykorzystywane w zastosowaniach, w których brud może dostać się do łożyska lub zwykły smar jest po prostu wypłukiwany, ponieważ brud jest blokowany przez smar stały, który wypełnia przestrzeń łożyska i jest mocno uformowany. Smarowanie stałe jest również stosowane w przemyśle spożywczym, gdzie w przeciwnym razie istniałoby ryzyko zanieczyszczenia żywności przez wyciekający smar. Smarowanie stałe nie nadaje się jednak do zastosowań z dużymi prędkościami ze względu na zwiększone tarcie w łożysku. W związku z tym nie da się uniknąć zwracania szczególnej uwagi na wymagane prędkości.

Wartość kappa

Na zakończenie tego rozdziału dodajmy kilka słów o wartości Kappa, kolejnym istotnym parametrze w dziedzinie smarowania. Jest on indywidualnie określany dla każdego środka smarnego i warunków eksploatacyjnych, jednocześnie potrzebny do określenia a_{ISO}, współczynnika modyfikacji trwałości łożyska. Wartość Kappa przedstawia stosunek lepkości rzeczywistej kinematycznej v lepkości nominalnej v1 i opisuje warunki smarowania w łożysku tocznym w punkcie eksploatacyjnym. W tym miejscu odgrywają rolę typ łożyska tocznego,

jego rozmiar, środek smarowy, prędkość obrotowa i temperatura.

Wartość kappa można podzielić na trzy warunki. Przy wartości κ ≤ 0,1 występuje smarowanie graniczne. Nie tworzy się nośny film smarny, co prowadzi do stałego kontaktu i zwiększonego tarcia lub zużycia. Wartość kappa 0,1 < κ ≤ 4 jest określana jako tarcie mieszane. Ponieważ grubość warstwy smarnej jest nadal zbyt mała, nadal występuje częściowy kontakt ciała stałego, przez co szczyty chropowatości zazębiają się sporadycznie. Jednak w tym przypadku tarcie jest już zmniejszone. Dopiero przy κ > 4 występuje tak zwane pełne smarowanie, a tym samym całkowicie oddzielający film smarny, który oddziela powierzchnie styku.

Może Cię zainteresować

Obliczanie trwałości łożysk

9. marca 2022

Katastrofa – uszkodzenie łożyska! Jeśli weźmiemy pod uwagę, że łożyska toczne są narażone na ciągły nacisk i obciążenia ścinające, nie jest to nic niezwykłego. Bardziej

Czytaj więcej »

Przegląd typów łożysk tocznych

21. marca 2022

Jeżeli przeczytałeś nasz artykuł na temat podstaw łożysk tocznych, wiesz dobrze, że łożyska te można zasadniczo podzielić na dwa rodzaje – łożyska kulkowe i łożyska

Czytaj więcej »

Uszczelnianie

5. kwietnia 2022

Podczas projektowania węzła łożyskowego zawsze należy pamiętać o kwestii uszczelnienia. W poniższym materiale omówimy zarówno koncepcje uszczelnień zintegrowanych, jak i zewnętrznych. Oba rodzaje uszczelnień służą

Czytaj więcej »