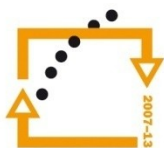




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Součásti točivého a přímočarého pohybu

Téma: Druhy tření, mazání ložisek

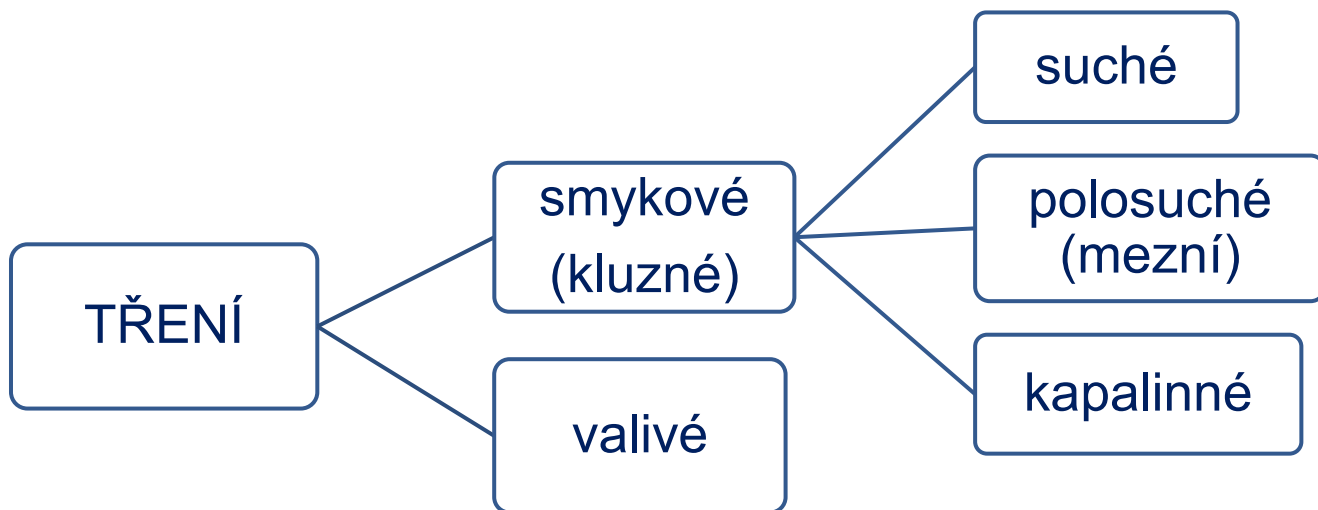
Autor: Ing. Magdalena Svobodová

Číslo: VY_32_INOVACE_14 – 02

Anotace: *Popis jednotlivých druhů tření a režimů mazání. Způsoby mazání.
DUM je určen pro studenty druhého ročníku strojírenských oborů.
Vytvořeno: prosinec 2012*

Tření

Mezi pohybujícími se součástmi dochází ke tření. Velikost tření je závislá na druhu pohybu (kluzný nebo valivý). Velikost smykového tření ovlivňuje velikost středního tlaku, materiál kluzných ploch a jeho kvalita povrchu, relativní rychlost pohybu a teplota obou ploch.



Snahou je, aby u kluzných ložisek bylo tření kapalinné. Mezi čepem a pávní musí být trvale souvislá vrstva maziva. Toho stavu lze docílit buď hydrostatickým nebo hydrodynamickým mazáním.

Druhy kluzného tření

Suché tření

Plochy jsou bez mazání. Dochází k opotřebení kluzných ploch, k zahřívání a zadírání. Součinitel tření se pohybuje v rozmezí $f = 0,1 \div 0,25$.

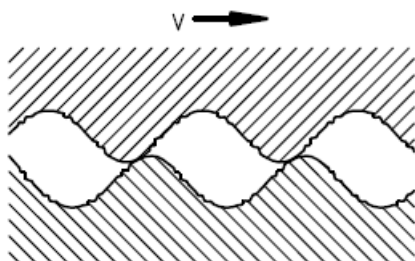
Polosuché (mezní) tření

Mazání není dostatečné, dochází k adhezi mazadla ke třecím plochám. Tento případ nastává i u hydrodynamického mazání při rozběhu stroje nebo malých otáčkách. Stav je doprovázen opotřebením kluzných ploch. Součinitel tření $f = 0,01 \div 0,1$.

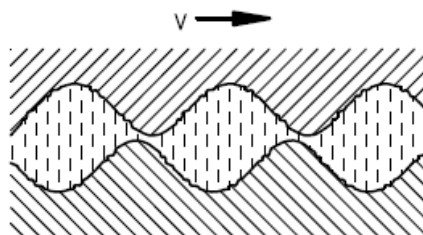
Kapalinné tření

Mazání je v tomto případě dostatečné, mezi kluznými plochami je souvislá vrstva maziva. Uplatňuje se viskozita maziva. Tření je nepatrné a kluzné plochy jsou bez opotřebení.

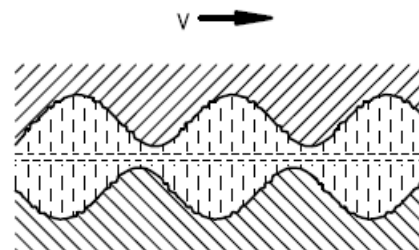
Součinitel tření se pohybuje v rozmezí $f = 0,001 \div 0,01$.



Suché tření



Polosuché tření



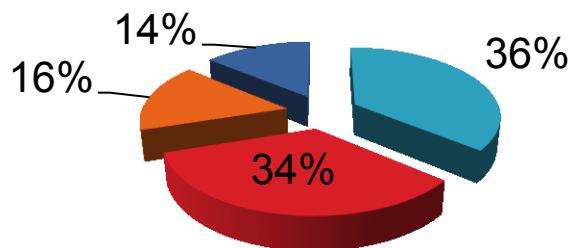
Kapalinné tření

Režimy mazání

Úkolem mazání je snižovat tření, opotřebení a zahřívání kluzných ploch. Z průzkumů firmy SKF vyplývá, že faktorem, který nejvíce ovlivňuje selhání ložiska je špatné mazání.

Důvody selhání ložisek

- Špatné mazání 36%
- Únava 34%
- Nesprávná montáž 16%
- Nečistoty 14%



Rozlišujeme pět režimů mazání:

1. Hydrostatické mazání
2. Hydrodynamické mazání
3. Elastohydrodynamické mazání
4. Mezné mazání
5. Mazání tuhými mazivy

Režimy mazání

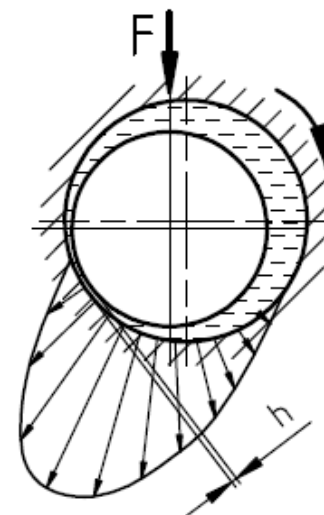
Hydrostatické mazání

Mazivo se z vnějšího zdroje přivádí pod dostatečně silným tlakem mezi třecí plochy. Dochází k jejich vzájemnému oddělení relativně tlustým mazacím filmem. U tohoto mazání není vyžadován relativní pohyb třecích ploch.

Hydrodynamické mazání

Tlak v mazacím filmu je vytvářen v důsledku relativního pohybu třecích ploch. Mazivo je unášeno do zúženého prostoru, ve kterém vzniká klínová vrstva maziva. Čím vyšší je vzájemná rychlost (otáčky), tím více se přivádí maziva do klínové mezery. Při dostatečné vzájemné rychlosti třecích povrchů dojde k vytvoření protitlaku, který umožní mazivu přenášet zatížení působící na třecí povrchy.

Princip hydrodynamického mazání je znázorněn na obrázku.



Režimy mazání

Elastohydrodynamické mazání

Tento druh mazání nastává v případech, kdy je mazivo vtahováno mezi třecí plochy, které se po sobě vzájemně odvalují. Příkladem jsou například spoluzabírající ozubená kola nebo valivá ložiska.

Mezné mazání

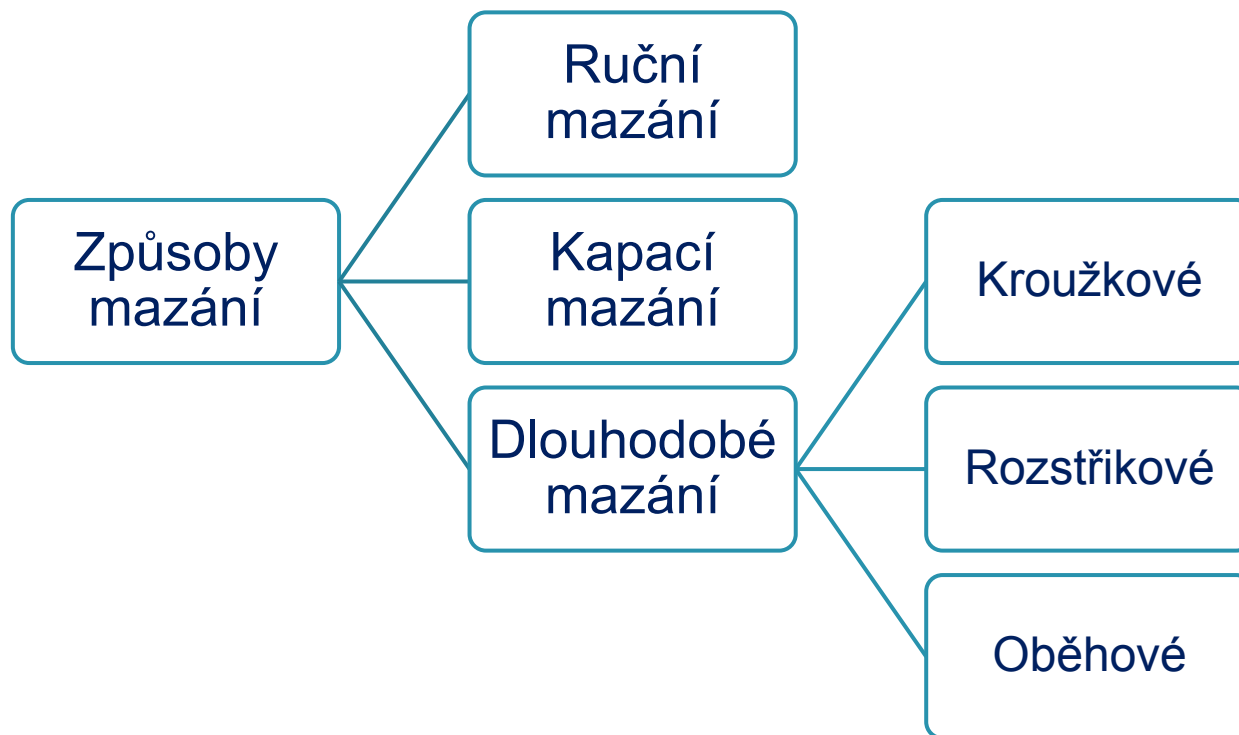
Nastává v případech, kdy dojde ke snížení rychlosti třecích povrchů u hydrodynamického mazání nebo poklesu množství dodávaného maziva, zvýšení zatížení ložiska, nárůstu teploty (tím se sníží viskozita maziva). Souvislý mazací film je protržen a povrchové nerovnosti jsou odděleny mazivem o tloušťce několika molekul. U mezného mazání nehraje viskozita maziva důležitou roli, ale záleží hlavně na chemickém složení maziva a chemických vlastnostech třecích povrchů. Přejít od hydrodynamického mazání k mazání meznému je pozvolný. Nejprve nastává smíšené mazání a jak se třecí povrchy dále přibližují, stává se mezné mazání převládajícím.

Mazání tuhými mazivy

Používá se v případech, kdy ložiska musí pracovat za extrémních teplot. Jako tuhé mazivo se používá buď grafit nebo disulfid molybdeničitý.



Způsoby mazání



Mazání ložisek plastickými mazivy se u kluzných ložisek používá tehdy, není-li možné předpokládat za provozu kapalně tření. Ve skutečnosti je asi 80% všech ložisek (kluzných i valivých) mazáno plastickými mazivy. Plastické mazivo je zahuštěný olej, skládá se tedy ze základového oleje, zahušťovadla a přísad, což jsou antioxidanty, inhibitory koroze a pevné přísady.

Způsoby mazání

Ruční mazání

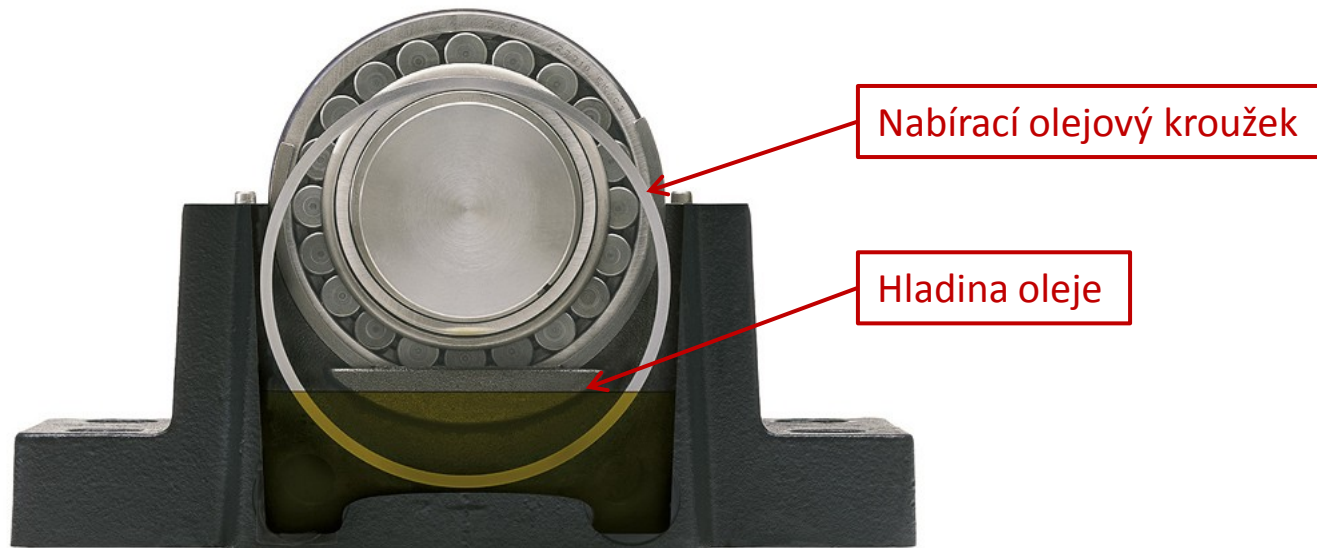
Jedná se o mazání tukem. Je vhodné pro malé tlaky a malé obvodové rychlosti do $v \leq 2 \text{ m.s}^{-1}$.

Kapací mazání

Je vhodné pro obvodové rychlosti do 5 m.s^{-1} a teploty do 50°C .

Dlouhodobé mazání

Je vhodné pro vyšší obvodové rychlosti $v \geq 5 \text{ m.s}^{-1}$. Příklad dlouhodobého kroužkového mazání je na následujícím obrázku [6].



Kontrolní otázky

- ▶ Jak vzniká mazací film v kluzném ložisku s hydrodynamickým mazáním?
- ▶ Jaké režimy mazání znáte?
- ▶ Jaké znáte způsoby mazání?
- ▶ Popište druhy kluzného tření a vysvětlete, kdy který druh nastává.
- ▶ Kdy je vhodné použít dlouhodobé mazání?

Použitá literatura

1. KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů I: Části strojů*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1977. L13-C2-V-43f/25559.
2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
4. DILLINGER, Josef a kol. *Moderní strojírenství: pro školu i praxi*. Vydání první. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
5. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.
6. SKF podpora vzdělávání. *Materiály pro výuku*. Praha: duben 2009.