



Mazání

Mazání plastickým mazivem	231
Plastická maziva	231
Viskozita základní olejové složky.....	231
Konzistence.....	232
Teplotní rozsah – SKF Koncepte dopravního semaforu.....	232
Ochrana proti korozi, chování při působení vody.....	234
Únosnost mazivového filmu: Aditiva EP a AW.....	234
Mísitelnost	236
Plastická maziva SKF	236
Domazávání	237
Domazávací intervaly.....	237
Odlišné provozní podmínky a typy ložisek.....	240
Pozorování	241
Postup při domazávání	242
Doplnění maziva.....	242
Výměna plastického maziva.....	244
Nepřetržitě domazávání	245
Mazání olejem	248
Způsoby mazání olejem	248
Mazací oleje	251
Volba mazacího oleje.....	252
Výměna oleje	253

Jestliže má valivé ložisko spolehlivě pracovat, musí být správně namazáno, aby nedošlo k styku kov na kov mezi valivými tělesy, oběžnými drahami a klecí. Mazivo rovněž chrání povrch ložiska proti opotřebení a korozi. Volba vhodného maziva spolu se způsobem mazání pro každé jednotlivé uložení je neobyčejně důležitá, stejně jako správná údržba.

Pro mazání valivých ložisek je určena široká nabídka plastických maziv a olejů, a to včetně tuhých maziv, např. pro extrémní teploty. Volba správného maziva závisí především na provozních podmínkách, tj. na teplotním rozsahu, rychlosti a na vlivu okolního prostředí.

Ideální provozní teploty lze dosáhnout, pokud je ložisko naplněno minimálním množstvím maziva, které však ještě zajistí spolehlivou funkci. Jestliže má však mazivo plnit ještě další úkoly, jako např. zlepšit těsnicí účinek, chlazení apod., musí být použito větší množství.

Mazací schopnost náplně maziva v uložení časem klesá vlivem mechanického namáhání, stárnutí a znečištění. Z toho důvodu je nutné v pravidelných intervalech doplňovat a měnit plastické mazivo resp. filtrovat a měnit olej.

Informace a doporučení uvedené v této části platí pro ložiska bez integrovaných těsnění nebo krytů. Ložiska a ložiskové jednotky SKF s integrovanými těsněními a kryty na obou stranách jsou dodávána s náplní plastického maziva. Informace o plastických mazivech, které SKF standardně používá v těchto výrobcích, jsou uvedeny v textové části před tabulkovou částí spolu se stručným přehledem základních údajů.

Životnost plastického maziva v ložiscích s těsněním je často delší než trvanlivost ložiska, a tedy nejsou kromě některých výjimek prováděny konstrukční úpravy, které by umožňovaly domazávání ložisek.

Upozornění

Zdánlivě stejná maziva – především plastická maziva, která jsou vyráběna v různých oblastech – mohou mít rozdílné mazací vlastnosti. SKF tedy nemůže přijmout odpovědnost za mazivo ani jeho provozní vlastnosti. Z toho důvodu je vhodné podrobně stanovit vlastnosti maziva, abyste našli nejvhodnější mazivo pro dané uložení.

Mazání plastickým mazivem

Za normálních provozních podmínek se používá plastické mazivo pro mazání valivých ložisek ve většině uložení.

Ve srovnání s olejem má plastické mazivo tu výhodu, že se lépe udrží v uložení, především v uloženích se šikmou nebo svislou hřídelí, a dále přispívá k utěsnění uložení proti vniknutí nečistot, vlhkosti nebo vody.

Příliš velké množství maziva způsobí prudký vzrůst provozní teploty, zvláště při vysokých otáčkách. Zpravidla by mělo být naplněno plastickým mazivem pouze ložisko, zatímco volný prostor v tělese by měl být vyplněn mazivem jen zčásti. Ložisko by se mělo nechat zaběhnout, aby se plastické mazivo mohlo rovnoměrně v ložisku rozdělit resp. přebytečné mazivo mohlo z ložiska uniknout, a teprve poté je možné zvýšit provozní otáčky na maximální hodnotu. Na konci záběhu výrazně klesne provozní teplota, což ukazuje, že došlo k rovnoměrnému rozdělení plastického maziva v uložení.

U ložisek, která mají pracovat s velmi nízkými otáčkami a musí být dobře chráněna proti znečištění a korozi, je vhodné vyplnit celý volný prostor tělesa plastickým mazivem.

Plastická maziva

Plastická maziva jsou zahuštěné minerální nebo syntetické oleje. Zahušťovadla jsou zpravidla kovová mýdla. Jiná zahušťovadla, jako např. polymočovinu, lze používat v určitých případech pro zlepšení provozních vlastností maziva, např. při vysokých teplotách. Maziva mohou být obohacena aditivy, které zlepšují některé vlastnosti plastického maziva. Konzistence plastického maziva závisí především na druhu a koncentraci zahušťovacího prostředku a provozní teplotě uložení. Při volbě plastického maziva je nutno vzít v úvahu nejdůležitější vlastnosti, jako např. konzistenci, viskozitu základní olejové složky, protikoroziní vlastnosti a únosnost. Podrobné informace jsou uvedeny dále.

Viskozita základní olejové složky

Význam viskozity oleje pro vytvoření olejového filmu, který oddělí valivá tělesa a oběžné dráhy, a tedy i pro trvanlivost ložiska jsou podrobně uvedeny v části "Mazání – viskózní poměr κ " na **str. 59**. Tyto informace platí rovněž pro viskozitu základní olejové složky plastického maziva.

Viskozita základní olejové složky plastického maziva pro valivá ložiska obvykle činí 15 až 500 mm²/s při 40 °C. Plastická maziva, jejichž základní olejová složka má viskozitu vyšší než 1 000 mm²/s při 40 °C, uvolňují olej tak pomalu, že ložisko není dostatečně mazáno. Jestliže je kvůli nízkým otáčkám potřebná výpočtová viskozita vyšší než 1 000 mm²/s při 40 °C, je vhodné zvolit mazání plastickým mazivem s maximální viskozitou 1 000 mm²/s, které dobře uvolňuje olej nebo zvolit olejové mazání.

Mazání

Viskozita základní olejové složky má rovněž vliv na mezní otáčky daného ložiska, jichž lze dosáhnout při mazání plastickým mazivem. Přípustné otáčky závisí rovněž na pevnosti ve smyku daného plastického maziva, která je určena zahušťovadlem. Výrobci plastických maziv často uvádějí "otáčkové číslo", který vyjadřuje vhodnost maziva pro požadované otáčky.

$$A = n d_m$$

kde

A = otáčkové číslo, mm/min

n = otáčky, min⁻¹

d_m = střední průměr ložiska
= 0,5 (d + D), mm

Pro uložení, která pracují při velmi vysokých otáčkách, např. A > 700 000 pro kuličková ložiska, jsou nejvhodnější plastická maziva se základní olejovou složkou s nízkou viskozitou.

Konzistence

Podle klasifikace NLGI (National Lubricating Grease Institute) jsou plastická maziva rozdělena do různých konzistenčních tříd. Konzistence plastických maziv určených pro mazání ložisek by se neměla v přípustném teplotním rozsahu příliš měnit s teplotou ani s mechanickým namáháním. Plastická maziva, která při vyšších teplotách měknou, mohou unikat z ložiskového prostoru, zatímco plastická maziva, která při nižších teplotách tuhnou, brzdí otáčení ložiska anebo neuvolňují dostatečné množství oleje.

Pro mazání valivých ložisek jsou používána plastická maziva zahuštěná kovovými mýdly konzistenční třídy 1, 2 a 3. Nejpoužívanější plastická maziva mají konzistenci 2. Plastická maziva s nižší viskozitou jsou vhodná pro nízké provozní teploty nebo pro lepší čerpatelnost. Plastická maziva konzistenční třídy 3 jsou doporučována především pro uložení se svislou hřídelí, přičemž je třeba pod ložiska umístit plechový kroužek, který zabraňuje úniku maziva z ložiska.

V případech, kdy působí na uložení vibrace, je plastické mazivo mechanicky velmi namáháno neboť je neustále vráceno vibracemi zpět do ložiska. V takovém případě může být vhodné použít plastická maziva s vyšší konzistencí, avšak samotná tuhost nezaručuje odpovídající mazání. Je nutno používat mechanicky stabilní plastická maziva.

Plastická maziva zahuštěná polymočovinou mohou měknout nebo tuhnout v závislosti na namáhání ve smyku. Použijí-li se tedy v uloženích se svislými hřídeli, hrozí za určitých podmínek nebezpečí úniku polymočovinového maziva.

Teplotní rozsah – SKF Koncepte dopravního semaforu

Teplotní rozsah pro použití plastického maziva závisí především na typu základní olejové složky, zahušťovadla a aditiv. Příslušné teploty jsou schématicky uvedeny v **diagramu 1** ve formě "dvou dopravních semaforů".

Mezní teploty, tj. dolní mezní teplota a horní mezní teplota, jsou přesně definovány.

- Dolní mezní teplota (LTL), tj. nejnižší teplota, při níž umožní plastické mazivo uvést ložisko snadno do pohybu, je určena především typem základní olejové složky a viskozitou.
- Horní mezní teplota (HTL) je určena typem zahušťovadla a u plastických maziv na bázi mýdla je určena bodem skápnutí. Bod skápnutí pouze označuje teplotu, při níž plastické mazivo ztrácí svou konzistenci a kapalní.

Je zřejmé, že provoz při teplotě, která je nižší než dolní mezní teplota, a při teplotě vyšší než je horní mezní teplota, není vhodný, jak ukazují červená pole v **diagramu 1**. Ačkoli dodavatelé plastického maziva uvádějí specifické hodnoty pro dolní a horní mezní teploty ve svých informacích o výrobku, skutečně důležité teploty zajišťující spolehlivý provoz jsou určeny hodnotami

- dolní mezní provozní teplota (LTPL) a
- horní mezní provozní teplota (HTPL).

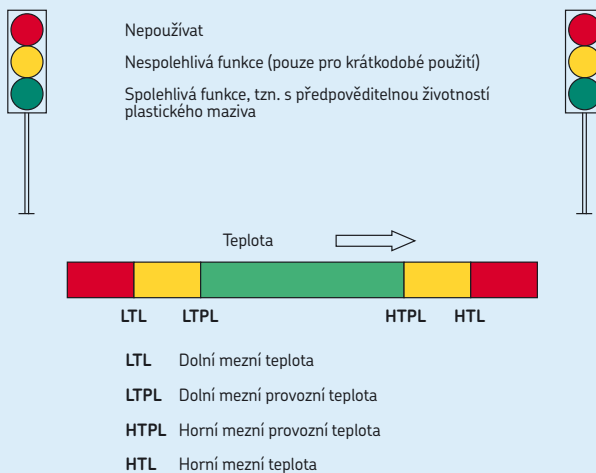
Mezi těmito dvěma mezními hodnotami se nachází v **diagramu 1** zelené pole, v němž je zajištěna spolehlivá funkce a může být přesně stanovena životnost maziva. Vzhledem k tomu, že definice horní mezní provozní teploty není standardizována mezinárodně, je třeba posuzovat údaje výrobce velmi obezřetně.

Při teplotách vyšších než horní mezní provozní teplota (HTPL) začíná plastické mazivo rychleji stárnout a oxidovat a vedlejší produkty oxidace mají negativní vliv na mazání. Z toho důvodu by teploty ve žlutém poli mezi horní mezní provozní teplotou a horní mezní teplotou (HTL) měly působit jen velmi krátce.

Žluté pásmo je také stanoveno i pro nízké teploty. S klesající teplotou schopnost plastického maziva uvolňovat olej klesá a tuhost (konzistence) vzrůstá. To se projeví nedostatečnou dodávkou maziva do stykových ploch mezi valivými tělesy a oběžnými drahami. V **diagramu 1** je mezní teplota označena dolní mezní provozní teplotou (LTPL). Ložiska s bodovým a čárovým stykem mají rozdílné hodnoty dolní mezní provozní teploty. Vzhledem k tomu, že kuličková ložiska lze mazat jednodušeji než ložiska s čárovým stykem, je dolní mezní provozní teplota pro kuličková ložiska méně důležitá. Jestliže ložiska s čárovým stykem budou pracovat dlouhodobě pod touto mezí, dojde k jejich závažnému poškození. Krátkodobý chod v tomto pásmu, např. studený start, není škodlivý, jelikož teplo vyvolané třením posune teplotu ložiska do zeleného pásma.

Diagram 1

SKF Koncepce dopravního semaforu



Upozornění

SKF Koncepce dopravního semaforu platí pro jakékoli plastické mazivo; avšak teplotní pásma jednotlivých plastických maziv se liší a mohou být stanovena pouze funkční zkouškou s ložisky. Meze podle dopravního semaforu pro

- typy plastických maziv běžně používaných pro valivá ložiska jsou ukázány v **diagramu 2** a pro
- plastická maziva SKF jsou ukázány v **diagramu 3**.

Teplotní pásma zachycená v těchto diagramech jsou založena na rozsáhlých zkouškách, které provedly laboratoře SKF, a mohou se lišit od hodnot uváděných výrobcí maziv. Tato pásma platí pro běžně používaná plastická maziva NLGI 2 bez přísad EP. Teploty v diagramech se vztahují na změřené teploty ložisek, které byly dosaženy vlastním třením (měření byla zpravidla prováděna na nepohyblivém kroužku). Jelikož údaje pro každý typ plastického maziva jsou založeny na datech zjištěných při testování mnoha plastických maziv s více či méně stejným složením, přechod u každé skupiny není ostrý, avšak nachází se v úzkém rozmezí.

Ochrana proti korozi, chování při působení vody

Plastické mazivo by mělo chránit ložisko proti korozi a nemělo by být vypláchnuto ven, pokud do ložiska pronikne voda. Odolnost proti vodě určuje výhradně typ zahušťovadla: lithná komplexní, sodná komplexní a polymočovinová plastická maziva mají zpravidla velmi dobrou odolnost. Protikorozní vlastnosti plastických maziv závisejí na typu použité přísady pro ochranu proti korozi.

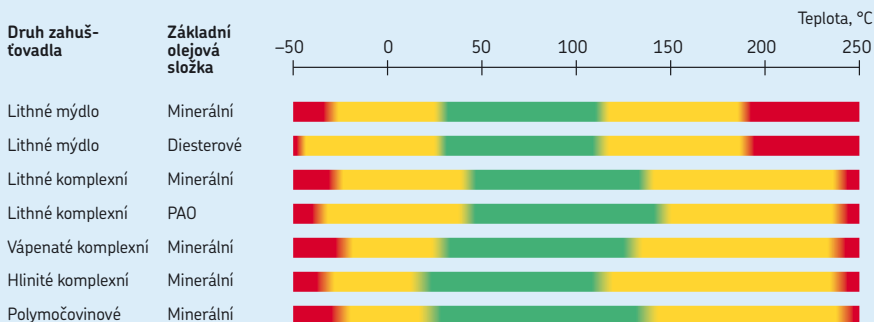
Při velmi nízkých otáčkách je výhodné vyplnit celý volný prostor plastickým mazivem, které zajistí ochranu proti korozi a pronikání vody.

Únosnost mazivového filmu: Aditiva EP a AW

Trvanlivost ložiska může být negativně ovlivněna nedostatečnou tloušťkou mazivového filmu, který nezabrání styku kov na kov mezi vrcholky nerovností stykových ploch. Jednou z možností, jak odstranit tento nepříznivý, stav představují přísady EP (Extreme Pressure = velmi vysoký tlak). Vysoké teploty vyvolané místním stykem vrcholků nerovností aktivují tato aditiva, která snižují opotřebení v místech styku. Výsledkem je hladší povrch, nižší napětí v místě styku a prodloužení provozní trvanlivosti.

Diagram 2

SKF Koncepce dopravního semaforu – standardní plastická maziva



Mnoho moderních přísad EP obsahuje síru nebo fosfor. Tato aditiva mohou negativně ovlivňovat pevnost struktury ložiskové ocele. Při použití takových aditiv se chemická aktivita nemusí omezit pouze na místo styku vrcholků nerovností. Jestliže provozní teplota a napětí jsou v místech styku příliš vysoké, aditiva mohou chemicky reagovat, i když nedochází ke styku vrcholků nerovností. Tento jev může podporovat vznik koroze/difúzního mechanismu v místě styku a může urychlit havárii ložiska, která je zpravidla vyvolána mikropittingem. Z toho důvodu SKF doporučuje používat pro provozní teploty vyšší než 80 °C méně reaktivní EP přísady. Maziva s EP přísadami by neměla být používána pro mazání ložisek při teplotách vyšších než 100 °C. Pro nízké otáčky jsou určena maziva, která v některých případech obsahují jako aditiva pevné látky, např. grafit a siričkatý molybden (MoS_2), jež podporují vznik efektu EP. Tato aditiva by měla mít vysokou čistotu a měla by obsahovat velmi malé částice, protože v opačném případě by tyto částice mohly způsobit vtisky v oběžných drahách při pře-

lování valivými tělesy a následně způsobit zkrácení únavové trvanlivosti ložiska.

Přísady AW (Anti-wear = proti oděru) jsou z hlediska funkce srovnatelné s přísadami EP, tzn. mají bránit styku kov na kov. Z toho důvodu se přísady EP a AW většinou nerozlišují. Oba typy přísad se však liší způsobem činnosti. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že přísady AW vytvářejí ochrannou vrstvu, která přilne k povrchu. Vrcholky nerovností mezi sebou spíše kloužou než aby docházelo k jejich kontaktu. Nedochází tedy k vyhlazení povrchu mírným opotřebením jako je tomu při použití přísad EP. V takovém případě je však třeba postupovat velmi obezřetně, protože aditiva AW mohou obsahovat stejné prvky jako aditiva EP, které pronikají do ložiskové ocele a zeslabují její strukturu.

Některá zahušťovadla (např. vápenatosulfonátová komplexní) vytvářejí stejný jev jako přísady EP/AW, avšak bez chemické aktivity a výsledný účinek se projeví na únavové trvanlivosti ložiska. Z toho důvodu mezní provozní teploty stanovené pro přísady EP neplatí pro tato plastická maziva.

Diagram 3

SKF Koncepce dopravního semaforu – plastická maziva SKF



Pro provozní teploty vyšší než 150 °C je doporučováno mazivo SKF LGET 2

Pokud je tloušťka mazivového filmu dostatečná, SKF zpravidla nedoporučuje používat přísady EP a AW. V některých případech však mohou být přísady EP/AW velmi užitečné. Např. jestliže lze předpokládat, že dojde k nadměrnému prokluzování valivých těles. Další informace sdělí technicko-konzultační služby SKF.

Mísitelnost

Při změně plastického maziva je třeba zjistit, zda se maziva mohou mísit bez negativních účinků. Pokud jsou smíšena vzájemně nemísitelná plastická maziva, může se konzistence směsi výrazně změnit tak, že nelze vyloučit havárii ložiska, např. vlivem nadměrného úniku maziva.

Plastická maziva, která jsou vyrobena ze stejného zahušťovadla a podobné základní olejové složky, mohou být v zásadě smíšena bez negativních důsledků, např. plastická maziva s lithným zahušťovadlem a minerálním olejem lze smístit s jiným mazivem s lithným zahušťovadlem a minerálním olejem. Také některá plastická maziva s rozdílnými zahušťovadly, např. vápenaté komplexní a lithné komplexní mazivo, lze mísit.

V uloženích, v nichž by nižší konzistence mohla vyvolat únik maziva z uložení, je nutné při příštím domazávacím intervalu náplň maziva vyměnit, a tedy nestačí pouze mazivo doplnit (→ část "Domazávání", která začíná na **str. 237**).

S výjimkou plastických maziv na bázi polyimidu jsou konzervační prostředky používané pro ošetření ložisek SKF mísitelné s většinou plastických maziv pro mazání valivých ložisek (→ část "Příprava pro montáž a demontáž" na **str. 258**). Upozorňujeme, že plastická maziva se základní syntetickou složkou a PTFE zahušťovadlem, jako např. SKF LGET 2, nejsou slučitelná s konzervačními prostředky, a proto musí být konzervační prostředky odstraněny před doplněním plastického maziva. Další informace poskytnou technicko-konzultační služby SKF.

Plastická maziva SKF

V nabídce plastických maziv SKF se nacházejí maziva různých typů pro mazání valivých ložisek, která jsou vhodná pro téměř všechny provozní podmínky. Tato plastická maziva byla vyvinuta na základě nejnovějších znalostí z oblasti mazání valivých ložisek a byla důkladně vyzkoušena laboratorně i v praktickém provozu. SKF průběžně kontroluje jejich kvalitu.

Nejdůležitější technické údaje o plastických mazivech SKF jsou uvedeny v **tabulce 2 na str. 246 a 247**, spolu s návodem pro rychlou volbu maziva. Teplotní rozsahy pro použití plastických maziv SKF jsou schématicky vyznačeny v **diagramu 3, str. 235**, podle SKF Koncepce dopravního semaforu.

Další informace o plastických mazivech SKF jsou uvedeny v katalogu "SKF Maintenance and Lubrication Products" nebo je lze vyhledat online na internetové adrese www.mapro.skf.com.

Podrobnější pokyny pro volbu vhodného plastického maziva pro určitý typ ložiska a uložení uvádí program SKF pro volbu plastického maziva "LubeSelect", který je k dispozici na internetu. Tento program naleznete on-line na adrese www.aptitudexchange.com.

Domazávání

Valivá ložiska musí být domazávána v případě, že životnost použitého plastického maziva může být kratší než předpokládaná provozní trvanlivost ložiska. Ložisko je nutno domazat již tehdy, když je ještě mazání ložiska uspokojivě zajištěno.

Délku domazávacího intervalu ovlivňuje mnoho činitelů, jejichž vzájemná závislost je velmi složitá. Jedná se především o typ a velikost ložiska, otáčky, provozní teplotu, druh plastického maziva, prostor v uložení a okolní podmínky. Z toho důvodu lze uvést pouze základní doporučení založená na statistickém vyhodnocení. Domazávací interval je podle SKF definován jako doba, po jejímž uplynutí je 99 % ložisek stále ještě spolehlivě mazáno. Tento interval je vyjádřen životností plastického maziva L_1 .

SKF doporučuje využít zkušenosti založené na údajích z dlouhodobých zkoušek, které byly prováděny na různých uloženích, spolu s domazávacími intervaly, které jsou uvedeny dále.

Domazávací intervaly

Domazávací intervaly t_f pro ložiska s otáčejícími se vnitřními kroužky na vodorovných hřídelích za normální provozních podmínek a pro čisté prostředí lze zjistit v **diagramu 4** v závislosti na

- otáčkového čísla A a příslušného součinitele ložiska b_f , kde
$$A = n d_m$$
$$n = \text{otáčky, min}^{-1}$$
$$d_m = \text{střední průměr ložiska} = 0,5 (d + D), \text{ mm}$$
$$b_f = \text{součinitel ložiska, který závisí na typu ložiska a zatížení (→ tabulka 1, str. 239)}$$
- poměru C/P

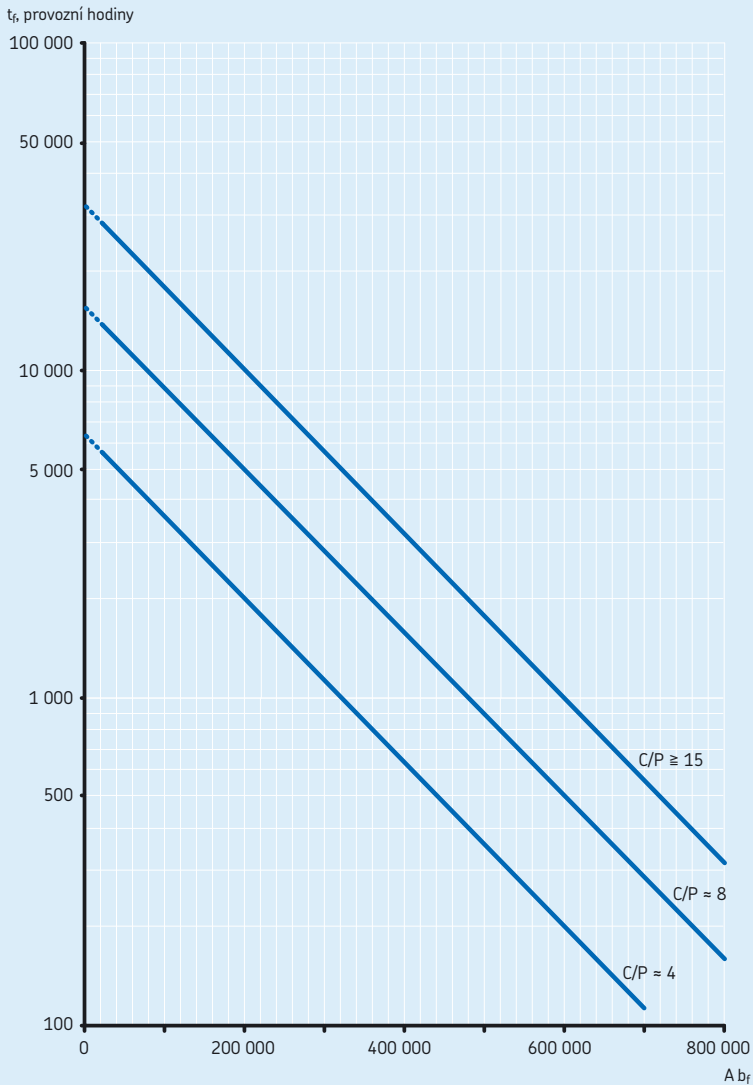
Domazávací interval t_f je přibližná hodnota, která platí pro provozní teplotu 70 °C a kvalitní plastické mazivo s lithným zahušťovadlem/mine-rálním olejem. Pokud jsou provozní podmínky ložiska odlišné, je třeba přizpůsobit domazávací intervaly stanovené podle **diagramu 4** podle informací uvedených v bodu "Stanovení domazávacího intervalu dle provozních podmínek a typu ložiska", od **str. 240**.

Jestliže otáčkové číslo A je vyšší než 70 % doporučené mezní hodnoty podle **tabulky 1** nebo pokud okolní teplota je vysoká, je třeba použít způsob výpočtu uvedený v části "Otáčky a vib-

race", která začíná na **str. 107**, a ověřit provozní teplotu a správný způsob mazání.

Při použití plastických maziv pro vysoké výkony mohou být domazávací intervaly a životnost plastického maziva delší. Další informace sdělí technicko-konzultační služby SKF.

Domazávací intervaly při provozní teplotě 70 °C



Součinitele ložisek a doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla A

Typ ložiska ¹⁾	Součinitel ložiska b_f	Doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla A pro poměr		
		$C/P \geq 15$	$C/P \approx 8$	$C/P \approx 4$
–	–	mm/min		
Kuličková ložiska	1	500 000	400 000	300 000
Kuličková ložiska s kosohýlým stylem	1	500 000	400 000	300 000
Naklápací kuličková ložiska	1	500 000	400 000	300 000
Válečková ložiska				
– axiálně volná	1,5	450 000	300 000	150 000
– axiálně vodící, pro nulové axiální zatížení nebo pro malé, ale střídavé axiální zatížení	2	300 000	200 000	100 000
– axiálně vodící, pro trvalé malé axiální zatížení	4	200 000	120 000	60 000
– bez klece, s plným počtem válečků ²⁾	4	NA ³⁾	NA ³⁾	20 000
Kuželíková ložiska	2	350 000	300 000	200 000
Soudečková ložiska				
– pro $F_a/F_r < e$ a $d_m \leq 800$ mm				
řady 213, 222, 238, 239	2	350 000	200 000	100 000
řady 223, 230, 231, 232, 240, 248, 249	2	250 000	150 000	80 000
řady 241	2	150 000	80 000 ⁴⁾	50 000 ⁴⁾
– pro $F_a/F_r < e$ a $d_m > 800$ mm				
řady 238, 239	2	230 000	130 000	65 000
řady 230, 231, 232, 240, 248, 249	2	170 000	100 000	50 000
řady 241	2	100 000	50 000 ⁴⁾	30 000 ⁴⁾
– pro $F_a/F_r > e$				
všechny řady	6	150 000	50 000 ⁴⁾	30 000 ⁴⁾
Toroidní ložiska CARB				
– s klecí	2	350 000	200 000	100 000
– bez klece, s plným počtem valíkových těles ²⁾	4	NA ³⁾	NA ³⁾	20 000
Axiální kuličková ložiska	2	200 000	150 000	100 000
Axiální válečková ložiska	10	100 000	60 000	30 000
Axiální soudečková ložiska				
– rotující hřídelový kroužek	4	200 000	120 000	60 000

¹⁾ Součinitele ložiska a doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla "A" platí pro ložiska se standardní vnitřní geometrií a klecí ve standardním provedení. V případě jiné vnitřní konstrukce ložisek a zvláštního provedení klecí se laskavě obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

²⁾ Hodnota t_f podle **diagramu 4** musí být vydělena 10.

³⁾ Neplatí pro tento případ – pro tyto hodnoty C/P je doporučeno ložisko s klecí.

⁴⁾ Pro vyšší otáčky je doporučeno olejové mazání.

Odlíšné provozní podmínky a typy ložisek

Provozní teplota

Vzhledem k rychlejšímu stárnutí plastického maziva vlivem vyšších teplot je vhodné vydělit dvěma intervaly stanovené podle **diagramu 4** pro každých 15 °C, o něž provozní teplota překročila 70 °C, přičemž však nesmí být překročena horní mezní provozní teplota pro dané plastické mazivo (→ **diagram 1**, HTPL, na **str. 233**).

Domazávací interval t_f může být prodloužen při teplotách nižších než 70 °C, pokud se teplota nenachází v blízkosti dolní mezní provozní teploty (→ **diagram 1**, LTPL, na **str. 233**). V žádném případě není vhodné prodloužit domazávací interval t_f na více než dvojnásobek. U ložisek s plným počtem valivých těles a axiálních ložisek s čárovým stykem by domazávací interval stanovený podle **diagramu 4** neměl být prodloužován.

Domazávací intervaly by neměly být delší než 30 000 hodin.

V mnoha uloženích je délka domazávacího intervalu omezena praktickými důvody, jestliže teplota ložiskového kroužku s nejvyšší teplotou překročí provozní teplotu 100 °C. Nad touto teplotou je nutno používat speciální plastická maziva. Kromě toho je třeba vzít v úvahu i teplotní stabilitu ložisek a předčasné poškození těsnění.

V případě uložení, která pracují při vysokých teplotách, se obraťte na technicko-konzultační službu SKF.

Svislá hřídel

V případě svislých hřídelí je třeba intervaly zjištěné v **diagramu 4** zkrátit na polovinu. Použití kvalitního těsnění nebo krytu však představuje základní opatření, které zabrání úniku plastického maziva z uložení.

Vibrace

Mírné vibrace nemají negativní vliv na životnost plastického maziva, avšak vysoké vibrace a rázy, které např. působí na uložení vibračních sít, vyvolávají hnětení maziva. V takových případech je třeba zkrátit domazávací intervaly. Pokud použité plastické mazivo příliš změkne, je třeba zvolit mazivo s lepší mechanickou stabilitou, jako např. SKF LGHB 2 nebo mazivo s vyšší tuhostí odpovídající NLGI 3.

Rotující vnější kroužek

V uloženích s rotujícím vnějším kroužkem je nutno vypočítat otáčkové číslo A jiným způsobem: místo d_m se dosazuje vnější průměr D. Úniku plastického maziva lze zabránit vhodným způsobem utěsnění.

Pokud se vnější kroužek otáčí s vysokými otáčkami (tzn. > 40 % referenčních otáček uvede-ných v tabulkové části), je třeba volit plastické mazivo, které uvolňuje olej pomaleji.

Pro axiální soudečková ložiska s rotujícím tělesovým kroužkem je vhodné použít olejové mazání.

Znečištění

Pokud do ložiska mohou proniknout částice nečistot, je třeba zkrátit domazávací interval, čímž se potlačí negativní vlivy cizích částic na plastické mazivo a současně se omezí škodlivé vlivy převalování cizích částic valivými tělesy. Tekuté nečistoty (voda, procesní kapaliny) rovněž vyžadují zkrácení domazávacího intervalu. V případě silného znečištění je třeba zvážit možnost použití nepřetržitého domazávání.

Velmi nízké otáčky

Ložiska, která pracují při velmi nízkých otáčkách a malém zatížení, musí být mazána plastickým mazivem s nízkou konzistencí, zatímco ložiska, která pracují při nízkých otáčkách a vysokých zatíženích, musí být mazána plastickými mazivy s vysokou viskozitou a podle možností s přísadami EP. Pevná aditiva, jako např. grafit nebo siričok molybdenu (MoS_2) lze použít, je-li otáčkové číslo $A < 20\,000$. Volba správného plastického maziva a náplně je u nízkootáčkových uloženích velmi důležitá.

Vysoké otáčky

Domazávací intervaly pro ložiska, která pracují s vysokými otáčkami, tzn. nad doporučeným otáčkovým číslem A, uvedeným v **tabulce 1**, **str. 239**, platí pouze při použití speciálních plastických maziv nebo ložisek s modifikovanou konstrukcí, např. hybridních ložisek. V takových případech je vhodné zvolit průběžné domazávání, jako např. oběhové mazání, mazání systémem olej-vzduch apod., které jsou vhodnější než mazání plastickým mazivem.

Velmi vysoká zatížení

Pro ložiska, která pracují v oblasti pro níž je otáčkové číslo $A > 20\,000$ a současně poměr $C/P < 4$, domazávací interval musí být dále zkrácen. Při působení velmi vysokých zatížení je vhodné použít průběžné domazávání plastickým mazivem nebo mazání olejovou lázní.

V případě uložení s otáčkovým číslem $A < 20\,000$ a poměrem $C/P = 1-2$, je třeba postupovat podle informací uvedených v části "Velmi nízké otáčky" na **str. 240**. Pro vysoká zatížení a vysoké otáčky je v zásadě doporučováno mazání s nuceným oběhem oleje s chlazením.

Velmi nízká zatížení

V mnoha případech může být domazávací interval prodloužen v případě nižšího zatížení ($C/P = 30$ až 50). Jestliže má být zajištěna uspokojivá funkce, na ložiska by mělo působit alespoň minimální zatížení jak je uvedeno v textové části před příslušnou tabulkovou částí.

Nesouosost

Konstantní nesouosost, která nepřekračuje přípustné meze, nemá negativní vliv na životnost plastického maziva v soudečkových, naklápacích kuličkových ani v toroidních ložiscích.

Velká ložiska

Pro stanovení správných domazávacích intervalů pro ložiska s čárovým stykem, především velká ložiska ($d > 300$ mm), která jsou používána v uloženích s kritickým významem ve zpracovatelském průmyslu, je doporučen interaktivní postup. V takových případech je vhodné domazávat častěji a přesně dodržovat doporučená množství pro domazávání (\rightarrow část "Postup při domazávání" na **str. 242**).

Před domazáváním je nutno zkontrolovat vzhled použitého plastického maziva a stupeň znečištění způsobeného částicemi nečistot a vodou. Rovněž by mělo být důkladně zkontrolováno těsnění z hlediska opotřebení, poškození a úniku maziva. Pokud je stav plastického maziva a souvisejících dílů uspokojivý, domazávací interval může být postupně prodlužován.

Podobný postup je doporučován pro axiální soudečková ložiska, prototypy a vylepšená zařízení s vyšší hustotou výkonu, jakož i pro uložení, s nimiž jsou jen malé zkušenosti.

Válečková ložiska

Domazávací intervaly podle **diagramu 4**, **str. 238**, platí pro válečková ložiska, která jsou opatřena

- vstříkovanou klecí z polyamidu 6.6 zesíleného skelnými vlákny, vedenou na valivých tělesech, přídavné označení P
- dvoudílnou masivní mosaznou klecí, vedenou valivými tělesy, přídavné označení M.

Pro válečková ložiska s

- lisovanou ocelovou klecí vedenou valivými tělesy, přídavné označení J nebo bez něho nebo
- masivní mosaznou klecí vedenou na vnějším nebo vnitřním kroužku, přídavné označení MA, MB, ML nebo MP

domazávací interval dle **diagramu 4** by měl být snížen na polovinu a použité mazivo by mělo mít dobrou schopnost uvolňovat olej. Navíc by neměla být ložiska s klecí MA, MB, ML nebo MP, která jsou mazána plastickým mazivem provozována vyšší rychlostí než otáčkové číslo $A = n \times d_m = 250\,000$. V případě, že je tato hodnota překročena, kontaktujte aplikačního technika SKF. V těchto případech doporučuje SKF mazat ložiska olejem.

Pozorování

Jestliže stanovená hodnota domazávacího intervalu t_f je pro určitou aplikaci příliš krátká, je třeba kontrolovat

- provozní teplotu ložiska
- zda plastické mazivo není znečištěno pevnými částicemi nebo kapalinami
- podmínky uložení, jako např. zatížení nebo nesouosost

a v neposlední řadě je třeba zvážit použití vhodnějšího plastického maziva.

Postup při domazávání

Volba způsobu domazávání v zásadě závisí na uložení a domazávacím intervalu t_p :

- Doplnění maziva představuje vhodný postup, jestliže domazávací interval je kratší než šest měsíců. Takové řešení umožňuje nepřerušovaný provoz a v porovnání s nepřetržitým domazáváním zaručuje nižší ustálenou teplotu.
- Obnovení naplně plastického maziva je v zásadě doporučováno, pokud jsou domazávací intervaly delší než šest měsíců. Tento postup je často používán v rámci plánu údržby ložisek, např. v uložení kolejových vozidel.
- Nepřetržité mazání je zvoleno, jestliže předpokládán domazávací interval je krátký, např. vlivem nečistot nebo jestliže jiné postupy domazávání jsou nevhodné vzhledem k obtížnému přístupu k ložiskům. Nepřetržité domazávání není doporučováno pro uložení, která pracují s vysokými otáčkami, jelikož intenzivní hnětení plastického maziva může způsobit vysoké provozní teploty a destrukci struktury zahušťovadla plastického maziva.

Jestliže jsou v uložení používána různá ložiska, běžně se používá nejkratší zjištěný domazávací interval pro obě ložiska. Doporučení a množství maziva pro tři alternativní postupy jsou uvedeny níže.

Doplnění maziva

Jak je uvedeno v úvodu k části "Mazání plastickým mazivem", ložiska by měla být na začátku zcela naplněna mazivem, zatímco volný prostor v tělese by měl být vyplněn jen zčásti. V závislosti na zvoleném způsobu doplňování maziva jsou doporučena následující množství plastického maziva v procentech volného prostoru v tělese:

- 40 % při doplňování z boku ložiska (→ obr. 1).
- 20 % při doplňování obvodovou drážkou s otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku (→ obr. 2).

Vhodné množství maziva pro doplnění z boku ložiska lze stanovit ze vztahu

$$G_p = 0,005 D B$$

a pro doplnění maziva otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku

$$G_p = 0,002 D B$$

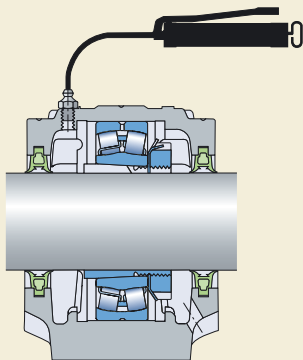
kde

G_p = množství plastického maziva, které je třeba doplnit, g

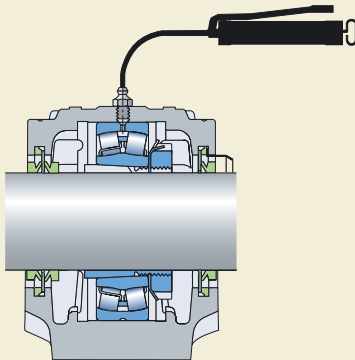
D = vnější průměr ložiska, mm

B = celková šířka ložiska (u axiálních ložisek použijte výšku H), mm

Obr. 1



Obr. 2

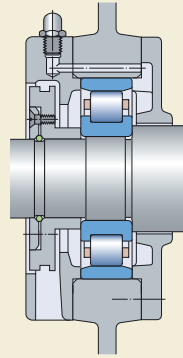


Ložiskové těleso by mělo být opatřeno mazací hlavicí, aby bylo možné používat pro domazávání mazací lis. Pokud je ložiskové těleso opatřeno kontaktním těsněním, mělo by mít výstupní otvor, který zabrání hromadění přebytečného plastického maziva v okolí ložiska (→ obr. 1), což by mohlo mít za následek trvalé zvýšení provozní teploty. Při čištění vysokotlakou vodou je třeba výstupní otvor uzavřít.

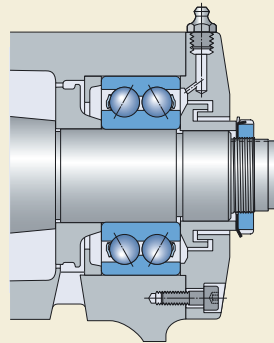
Jestliže ložisko pracuje s vysokými otáčkami, vzniká větší nebezpečí nadměrného hromadění plastického maziva v prostoru v blízkosti ložiska a vzniku teplotních špiček, které mají negativní vliv na plastické mazivo i na ložisko. V těchto případech je vhodnější používat odstříkovač plastického maziva, který brání přemazání a umožňuje ložisko domazávat i za chodu stroje. Odstříkovač tuku se v zásadě skládá z kotouče, který se otáčí s hřídelí a tvoří úzkou štěrbinu s víkem ložiskového tělesa (→ obr. 3). Přebytečné a znehodnocené plastické mazivo je odhazováno kotoučem do této spáry a opouští těleso otvorem ve spodní části víka. Podrobnosti o konstrukci a rozměrech odstříkovače plastického maziva budou poskytnuty na požádání.

Příváděcí kanálek v tělese by měl ústít buď vedle čela vnějšího kroužku ložiska (→ obr. 1 a 4) anebo ještě lépe přímo v ložisku, aby byl zajištěn přívod čerstvého plastického maziva do ložiska a nahrazení starého maziva. Některé typy ložisek, jako např. soudečková ložiska, jsou opatřena obvodovou drážkou a/nebo domazávacími otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku (→ obr. 2 a 5).

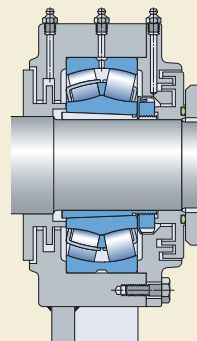
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Pokud má být staré plastické mazivo účinně vyměněno, je důležité, aby bylo doplňováno za chodu stroje. Není-li stroj v chodu, ložisko by se mělo při doplňování maziva otáčet. Jestliže je ložisko domazáváno přímo vnitřním nebo vnějším kroužkem, čerstvé plastické mazivo pronikne lépe do ložiska. Z toho důvodu je potřebné množství maziva menší ve srovnání s přiváděním maziva ze strany. Předpokládá se, že přiváděcí kanálky jsou naplněny plastickým mazivem již při montáži. Jestliže tomu tak není, je třeba při prvním doplňování přivést větší množství maziva, které vyplní prázdné kanálky.

Pokud jsou používány dlouhé přiváděcí kanálky, zkontrolujte, zda plastické mazivo může být čerpáno při okolní teplotě.

Úplná náplň plastického maziva by měla být nahrazena, jestliže do volného prostoru v ložiskovém tělese se již nevejde další plastické mazivo, např. pokud vyplňuje více než cca. 75 % volného prostoru ložiskového tělesa. Při doplňování plastického maziva ze strany je třeba při počáteční náplni 40 % prostoru ložiskového tělesa náplň vyměnit přibližně po pěti doplňcích. Vzhledem k malému množství počáteční náplně ložiskového tělesa a sníženému množství maziva přiváděného při domazávání ložiska přímo otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku, bude výměna maziva nutná pouze ve výjimečném případě.

Výměna plastického maziva

Jestliže je náplň plastického maziva měněna po dosažení konce domazávacího intervalu nebo po určitém počtu domazávání, je třeba použité plastické mazivo zcela odstranit z uložení a nahradit je čerstvým.

Ložisko a ložiskové těleso je nutno naplnit plastickým mazivem podle pokynů uvedených v části "Doplnění maziva".

Ložiskové těleso by mělo být snadno přístupné a mělo by být možné je jednoduše otevřít, aby bylo možné náplň snadno vyměnit. Přístup k ložisku lze zpravidla získat u dělených těles po sejmutí horní části a u nedělených těles po demontáži víka. Po odstranění použitého plastického maziva je nejdříve třeba doplnit nové mazivo mezi valivá tělesa. Velkou pozornost je nutno věnovat tomu, aby spolu s plastickým mazivem nepronikly do ložiska nebo ložiskového tělesa nečistoty a aby nedošlo ke znečištění samotného maziva. Je vhodné používat rukavice odolné proti působení maziv, které zabrání vzniku alergických reakcí pokožky.

Pokud jsou nepřístupná ložisková tělesa opatřena mazacími hlavicemi a vypouštěcími otvory, je možné celou náplň plastického maziva vyměnit opakovaným domazáváním v krátkých intervalech, při němž je vytlačeno veškeré použité mazivo z ložiskového tělesa. Při tomto postupu je však spotřebováno mnohem větší množství plastického maziva než při ruční výměně maziva. Kromě toho tento postup může být prováděn jen do určitých provozních otáčkách: při vysokých otáčkách se projeví nepříznivým nárůstem teploty, který je vyvolán nadměrným hnětením plastického maziva.

Nepřetržité domazávání

Tento postup je vhodný v případě, když předpokládaný domazávací interval je krátký, např. vlivem negativních vlivů nečistot nebo ještě jiné postupy domazávání jsou nevýhodné např. kvůli obtížnému přístupu k ložiskům.

Vzhledem k nadměrnému hnětení plastického maziva, které může vyvolat nárůst teploty, je doporučeno zvolit nepřetržité domazávání pro nízké rychlosti otáčení, tozn. pro otáčkové číslo

- $A < 150\,000$ pro ložiska s bodovým stykem
- $A < 75\,000$ pro ložiska s čárovým stykem.

V těchto případech může první náplň plastického maziva v ložiskovém tělese představovat 100 % a množství pro domazávání za jednotku času je stanovena ze vztahu pro G_p , který je uveden v části "Doplnění maziva", přičemž příslušné množství maziva je rozděleno na celý domazávací interval.

Při nepřetržitém domazávání zkontrolujte, zda mazivo může být odpovídajícím způsobem čerpáno přívaděcími kanálky při převládající okolní teplotě.

Pro zajištění nepřetržitého mazání jsou vhodné automatická maznice nebo vícebodové mazací zařízení, např. SYSTEM 24® nebo SYSTEM MultiPoint. Další informace uvádí část "Výrobky pro údržbu a mazání", která začíná na str. 1069.

Automatický mazací systém uzpůsobený požadavkům zákazníka např. od firmy VOGEL®, umožní spolehlivé mazání při použití velmi malého množství plastického maziva. Pro více informací o mazacích systémech firmy VOGEL navštivte www.vogelag.com.

Plastická maziva SKF – technické údaje a charakteristiky

Část 1: Technické údaje

Označení	Popis	NLGI třída	Zahušťovadlo/ zákl. olej. složka	Viskozita olej. složky při		Mezní teploty	
				40 °C	100 °C	LTL ¹⁾	HTPL ²⁾
–	–	–	–	mm ² /s		°C	
LGMT 2	Víceúčelové mazivo pro strojírenství a vozidla	2	Lithné mýdlo/ minerální olej	110	11	-30	+120
LGMT 3	Víceúčelové mazivo pro strojírenství a vozidla	3	Lithné mýdlo/ minerální olej	120	12	-30	+120
LGEP 2	Velmi vysoké tlaky, velká zatížení	2	Lithné mýdlo/ minerální olej	200	16	-20	+110
LGLT 2	Lehká zatížení a nízká teplota, vysoké otáčky	2	Lithné mýdlo/ PAO	18	4,5	-50	+110
LGHP 2	Vysoce výkonné a vysoká teplota	2–3	Di-močovina/ minerální olej	96	10,5	-40	+150
LGFP 2	Slučitelný s potravinami	2	Hlinité komplexní/ medicínální bílý olej	130	7,3	-20	+110
LGGB 2	Biologicky odbouratelný s nízkou toxicitou	2	Lithné-vápenné mýdlo/ esterový olej	110	13	-40	+120
LGWA 2	Široký rozsah teplot	2	Lithné komplexní mýdlo/ minerální olej	185	15	-30 špičky:	+140 +220
LGHB 2	Vysoká viskozita a vysoká teplota	2	Vápenaté komplexní sulfonát/ minerální olej	450	26,5	-20 špičky:	+150 +200
LGET 2	Extrémní teplota	2	PTFE/syntetický (fluoronovaný polyéter)	400	38	-40	+260
LGEM 2	Vysoká viskozita s tuhými mazivy	2	Lithné mýdlo/ minerální olej	500	32	-20	+120
LGEV 2	Velmi vysoká viskozita s tuhými mazivy	2	Lithné-vápenné mýdlo/ minerální olej	1 000	58	-10	+120
LGWM 1	Velmi vysoké tlaky, nízká teplota	1	Lithné mýdlo/ minerální olej	200	16	-30	+110

¹⁾ LTL: dolní mezní teplota. Pro bezpečnou provozní teplotu → sekce "Teplotní rozsah – SKF Koncepte dopravního semaforu", začínající na str. 232.

²⁾ HTPL: horní mezní provozní teplota.

Plastická maziva SKF – technické údaje a charakteristiky

Část 2: Charakteristiky

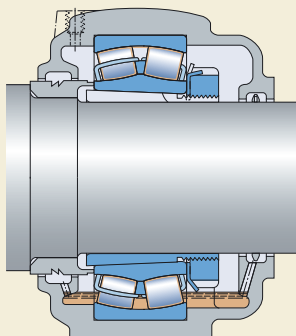
Označení	Vysoká teplota nad +120 °C	Nízká teplota ¹⁾	Velmi vysoké otáčky	Velmi nízké otáčky nebo kývavý pohyb	Nízký kroučicí moment a tření	Silné vibrace	Velké zatížení	Proti-korozní vlastnosti	Odolnost proti vodě
LGMT 2			0	-	+	+	0	+	+
LGMT 3			0	-	0	+	0	0	+
LGEP 2			0	0	-	+	+	+	+
LGLT 2		+	+	-	+	-	-	0	0
LGHP 2	+	0	+	-	0	+	0	+	+
LGFP 2			0	-	0	0		+	+
LGGB 2		0	0	0	0	+	+	0	+
LGWA 2	+		0	0	0	+	+	+	+
LGHB 2	+		0	+	-	+	+	+	+
LGEM 2			Obraťte se na technicko-konzultační služby SKF						
LGEM 2			-	+	-	+	+	+	+
LGEV 2		-	-	+	-	+	+	+	+
LGWM 1		+	0	0	0	-	+	+	+

Symbols: + Doporučeno
 0 Vhodné
 - Nevhodné

Pokud není uveden symbol, lze příslušné plastické mazivo použít, avšak není doporučeno. Další informace poskytnou technicko-konzultační služby SKF.

¹⁾ Pro bezpečnou provozní teplotu → sekce "Teplotní rozsah – SKF Koncepce dopravního semaforu", začínající na str. 232.

Obr. 6



Mazání olejem

Mazání valivých ložisek olejem je v zásadě zvoleno tehdy, když z důvodů vysokých otáček či vysokých provozních teplot nelze použít mazání plastickým mazivem anebo když teplo vyvolané třením nebo vnějším zdrojem je třeba odvést z uložení, popř. když související díly (ozubená kola pod.) jsou mazány olejem.

Abyste zvýšila provozní trvanlivost ložiska, jsou preferovány všechny metody mazání, které užívají čistý olej, tj. oběhový systém s dostatečně filtrovaným olejem, systém vstřikování oleje a systém olej – vzduch s filtrovaným olejem i vzduchem. Pokud jsou užity tyto metody oběhového systému s olejem, ložiska musí být vybavena odpovídajícími přívodními a odpadními kanály, aby olej mohl opouštět uložení.

Způsoby mazání olejem

Olejeová lázeň

Nejjednodušší způsob mazání olejem představuje mazání olejovou lázní (→ obr. 6). Olej je unášen rotujícími částmi ložiska, rozptýlován v ložisku a poté se vrací zpět do olejové lázně. Hladina oleje by za klidu měla sahat téměř ke středu nejnižšího valivého tělesa. Je vhodné používat olejoznak s vyrovnávačem hladiny, jako např. SKF LAHD 500, který zajistí správnou výšku hladiny oleje. Při vysokých otáčkách může hladina oleje výrazně klesnout a do ložiskového tělesa by podle olejoznaku mohlo být přivedeno nadměrné množství oleje. Za takových podmínek se laskavě obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

Mazací kroužek

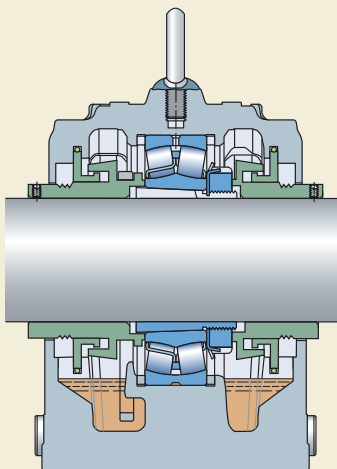
Pokud uložení pracuje při takových otáčkách a provozní teplotě, které vyžadují mazání olejem, a jestliže je vyžadována vysoká spolehlivost, je vhodné použít mazací kroužek (→ obr. 7), který uvádí olej do oběhu. Kroužek visí volně na pouzdrů na hřídeli na jedné straně ložiska a je ponořen do oleje v dolní polovině ložiskového tělesa. Při otáčení hřídele dopravuje kroužek olej z dolní části do sběrného kanálku. Olej potom protéká ložiskem a vrací se zpět do jímky v dolní části tělesa. Stojatá ložisková tělesa SKF řady SONL jsou určena pro mazání mazacím kroužkem. Další informace poskytnou technicko-konzultační služby SKF.

Mazání s nuceným oběhem oleje

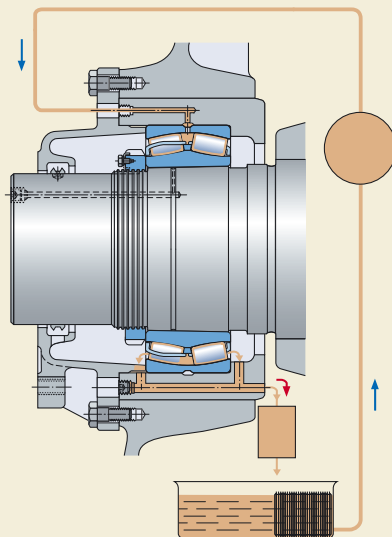
Provoz při vysokých otáčkách vyvolá nárůst provozní teploty a urychluje stárnutí oleje. Mazání s nuceným oběhem oleje (→ obr. 8) je vždy určeno pro uložení, v nichž nemá být olej často vyměňován, avšak musí být zajištěn přívod oleje do uložení. Oběh oleje zpravidla zajišťuje čerpadlo. Jakmile olej projde ložiskem, vrátí se do nádrže, v níž je přefiltrován a podle potřeby ochlazen, než se vrátí do ložiska. Správné filtrování se projevuje vysokými hodnotami součinitele η_c , a tedy přispívá k dlouhé provozní trvanlivosti ložiska (→ část "Trvanlivost podle SKF", která začíná na str. 52).

Chlazení oleje umožňuje udržovat nízkou provozní teplotu ložiska.

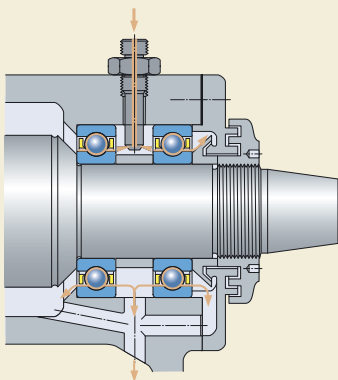
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



Mazání vstřikovaným olejem

Při velmi vysokých otáčkách musí být do ložiska přiváděno dostatečné, avšak nikoli nadměrné množství oleje, které zajistí správné mazání bez zbytečného zvýšení provozní teploty. Obzvláště účinný způsob mazání představuje přímý vstřik oleje do ložiska (→ obr. 9), kdy je paprsek oleje pod vysokým tlakem nasměrován ze strany do ložiska. Rychlost paprsku musí být natolik vysoká (min 15 m/s), aby alespoň část oleje pronikla vzduchovými víry vyvolanými rotujícím ložiskem.

Mazání systémem olej-vzduch

Při mazání systémem olej-vzduch (→ obr. 10) jsou přiváděna velmi malá, přesně odměřená množství oleje pomocí tlakového vzduchu přímo ke každému ložisku. Malé množství maziva umožňuje lépe dosáhnout nižších provozních teplot či vyšších otáček než jakýkoli jiný způsob mazání. Olej je dodáván v určených intervalech dávkovací jednotkou, jako např. VOGEL OLA olej + vzduch. Je dopravován tlakovým vzduchem tak, že pokrývá vnitřní povrch trubky a pomalu se po něm posouvá. Olej je vstříknut do ložiska tryskou anebo se dostane na oběžné dráhy ložiska vlivem povrchového napětí. Tlakový vzduch současně chladí ložisko a vytváří v uložení přetlak, který zabraňuje pronikání nečistot.

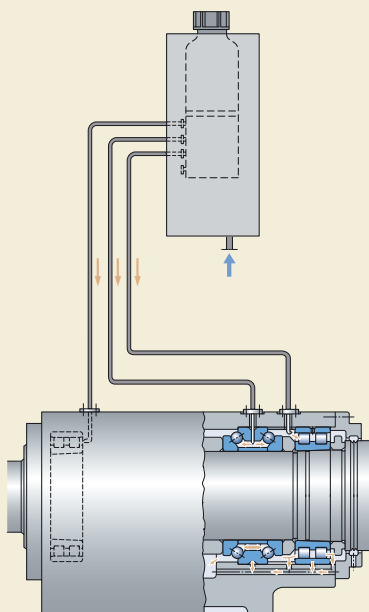
Více informací o provedení systémů mazání olej-vzduch naleznete v publikaci VOGEL 1-5012-3 "Oil + Air Systems" nebo na www.vogelag.com.

Olejevá mlha

Mazání olejovou mlhou nebylo určitou dobu doporučováno kvůli negativním vlivům na životní prostředí.

Zařízení nové generace pro výrobu olejové mlhy však dokáží připravit olejovou mlhu z množství 5 ppm oleje. Speciální těsnění nové konstrukce rovněž výrazně omezují únik olejové mlhy do prostředí. Je-li pro mazání používán syntetický netoxický olej, jeho vliv na životní prostředí je ještě více potlačen. Mazání olejovou mlhou je v současné době používáno pouze v určitých uloženích, jako např. v ropném průmyslu.

Obr. 10



Mazací oleje

Pro mazání valivých ložisek se většinou používají čisté minerální oleje bez přísad. Oleje s přísadami EP, přísadami proti oděru a jinými aditivami pro zlepšení některých mazacích vlastností jsou používány pouze ve zvláštních případech. Informace o přísadách EP, které jsou uvedeny v části "Únosnost mazivového filmu: Přísady EP a AW" na **str. 234** platí rovněž pro tato aditiva v olejích.

Mnoho používaných maziv je nabízeno rovněž jako syntetická maziva. Syntetické oleje jsou v zásadě určeny pouze pro vysoce náročné způsoby použití, jako např. pro velmi vysoké nebo velmi nízké provozní teploty. Termín syntetické oleje označuje oleje s nejrůznějšími základními složkami. Z nich jsou nejdůležitější polyalfaolefiny (PAO), estery a polyalkylenglykoly (PAG). Vlastnosti těchto syntetických olejů se liší od minerálních olejů (→ **tabulka 3**).

Z hlediska únavové trvanlivosti ložiska je nejdůležitější skutečná tloušťka mazivového filmu. Viskozita oleje, viskozitní index a součinitel tlak-viskozita ovlivňují skutečnou tloušťku filmu v místě styku, je-li místo zaplaveno olejem. Většina maziv na bázi minerálních olejů má podobný součinitel tlak-viskozita a hodnoty uváděné v literatuře lze použít bez velké chyby. Změna viskozity při vzrůstajícím tlaku však závisí na chemické struktuře základní složky. V důsledku toho dochází k výraznému kolísání součinitelů tlak-viskozita u různých typů syntetických základních složek. Vzhledem k rozdílným viskozitním indexům a součinitelům tlak-viskozita je třeba zdůraznit, že způsob tvorby mazivového filmu při použití syntetického oleje se může lišit od minerálních olejů

se stejnou viskozitou. Přesné údaje vždy poskytnou příslušní dodavatelé maziv.

Tvorbu mazivového filmu ovlivňují také aditiva. Vzhledem k rozdílné rozpustnosti jsou v syntetických olejích používány odlišné typy aditiv než ve srovnatelných minerálních olejích.

Tabulka 3

Vlastnosti druhů oleje				
Vlastnosti	Typ základní olejové složky		Ester	PAG
	Minerální	PAO		
Bod tuhnutí (°C)	-30 .. 0	-50 .. -40	-60 .. -40	cca. - 30
Viskozitní index	nízký	střední	velký	velký
Součinitel tlak-viskozita	velký	střední	nízký až střední	velký

Volba mazacího oleje

Pro volbu vhodného oleje má největší význam viskozita potřebná pro zajištění správného mazání ložiska při provozní teplotě. Viskozita oleje závisí na teplotě a je tím nižší, čím vyšší je teplota. Závislost viskozity na teplotě pro určitý olej je charakterizována viskozitním indexem VI. Olej pro mazání valivých ložisek by měl mít vysoký viskozitní index (tzn. viskozita se mění v závislosti na teplotě jen málo) – podle doporučení by měl být alespoň 95.

Při provozní teplotě musí mít olej minimální požadovanou viskozitu, aby se v místech styku mezi valivými tělesy a oběžnými dráhami vytvořil dostatečně silný mazivový film. Kinematická viskozita v_1 , která je nutná pro zajištění správného mazání při provozní teplotě, se určí z **diagramu 5, str. 254**, který platí pro minerální oleje. Jestliže je známá provozní teplota ze zkušenosti anebo ji lze určit jiným způsobem, odpovídající viskozita může být určena při mezinárodně standardizované teplotě 40 °C z **diagramu 6, str. 255**, který je zpracován pro viskozitní index 95.

Některé typy ložisek, např. soudečková, toroidní, kuželíková a axiální soudečková, dosahují obvykle vyšší provozní teploty než jiné typy, tj. kuličková a válečková ložiska za srovnatelných provozních podmínek.

Při volbě oleje je třeba vzít v úvahu i následující hlediska:

- Prodloužení trvanlivosti ložiska lze dosáhnout použitím oleje, jehož viskozita při provozní teplotě (v) je poněkud vyšší než požadovaná viskozita v_1 , určená z **diagramu 5**. Stav $v > v_1$ lze dosáhnout volbou minerálního oleje vyšší viskozitní třídy ISO VG nebo volbou oleje s vyšším viskozitním indexem VI, který by měl mít přinejmenším stejný součinitel tlak-viskozita. Zvýšená viskozita se však projeví i vyšší provozní teplotou ložiska, a proto je praktické použití tohoto způsobu omezené.

- Pokud je viskozitní poměr $\kappa = v/v_1$ menší než 1, je vhodné použít olej s přísadami EP a pro poměr κ menší než 0,4 je takový olej nezbytný. Olej s přísadami EP může zvýšit provozní spolehlivost i pro κ větší než 1 a střední a velká ložiska s čárovým stykem. Je třeba si však uvědomit, že některé přísady EP mohou působit na ložisko negativně (→ “Únosnost mazivového filmu: Aditiva EP a AW”, **str. 234**).
- Při obzvláště nízkých nebo vysokých otáčkách, vysokém zatížení anebo neobvyklých mazacích poměrech se laskavě obraťte na SKF.

Příklad

Ložisko s průměrem díry $d = 340$ mm a vnějším průměrem $D = 420$ mm má pracovat při otáčkách $n = 500 \text{ min}^{-1}$. Střední průměr $d_m = 0,5 (d + D) = 380$ mm. Z **diagramu 5** vychází minimální kinematická viskozita v_1 potřebná pro zajištění správného mazání při provozní teplotě cca. $11 \text{ mm}^2/\text{s}$. Za předpokladu, že provozní teplota ložiska činí 70 °C, z **diagramu 6** vychází, že je nutno použít olej viskozitní třídy ISO VG 32 s minimální viskozitou $v 32 \text{ mm}^2/\text{s}$ při vztahné teplotě 40 °C.

Výměna oleje

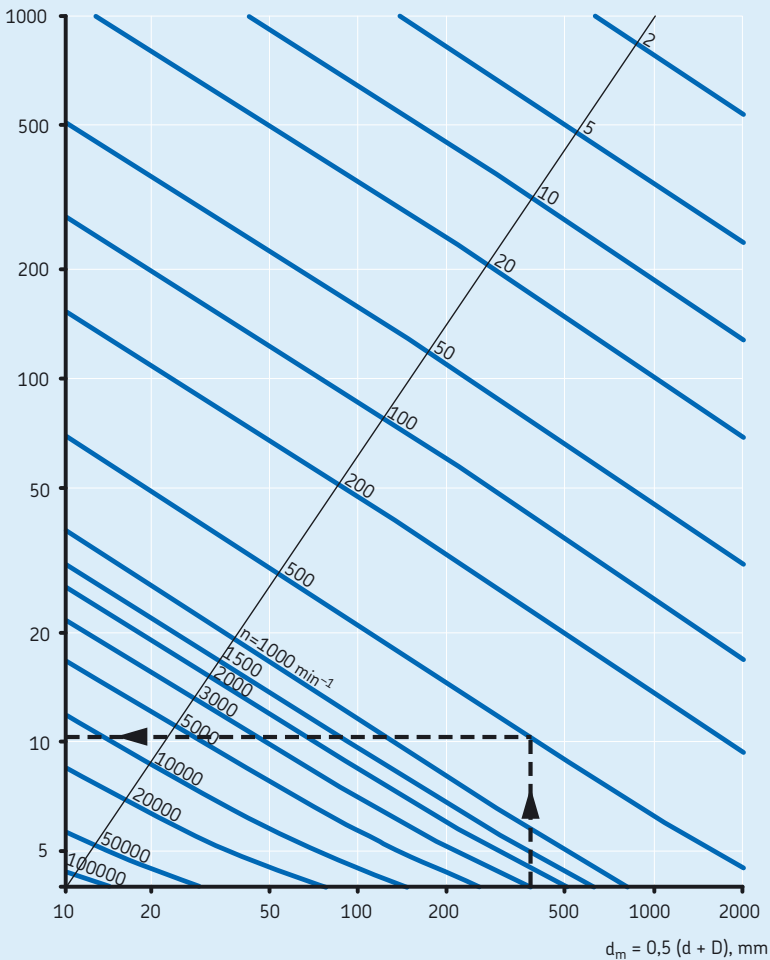
Délka časového intervalu pro výměnu oleje závisí především na provozních podmínkách a množství oleje.

V případě mazání olejovou lázní v zásadě postačuje měnit olej jednou ročně, pokud provozní teplota nepřesahuje 50 °C a nebezpečí znečištění je malé. Při vyšších provozních teplotách se olejová náplň musí měnit častěji, např. při provozních teplotách okolo 100 °C by se olej měl měnit po třech měsících. Při náročných provozních podmínkách se musí olej měnit častěji.

Při oběhovém mazání závisí délka časového intervalu mezi výměnami na tom, kolikrát celý objem oleje oběhne systémem a zda je olej chlazen. Délku intervalu lze obvykle stanovit pouze na základě zkoušek a pravidelného sledování stavu oleje, přičemž je třeba se zaměřit na znečištění a nadměrnou oxidaci. Totéž platí pro mazání vstřikovaným olejem. V případě mazání systémem olej-vzduch olej prochází ložiskem pouze jednou a neobíhá.

Určení minimální kinetické viskozity v_1 při provozní teplotě

Požadovaná viskozita v_1 při provozní teplotě, mm^2/s



Převod na kinetickou viskozitu v při vztažené teplotě (ISO VG klasifikace)

Požadovaná viskozita v_1 při provozní teplotě, mm^2/s 