



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

PŘEHLED TYPŮ PLASTICKÝCH MAZIV

REVIEW OF GREASE TYPES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jindřich Mauer

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. David Košťál, Ph.D.

BRNO 2016

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student(ka): Jindřich Mauer

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Přehled typů plastických maziv

v anglickém jazyce:

Review of grease types

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je zpracování přehledu současného stavu poznání v oblasti plastických maziv, jejich typů, možností aplikací a nejdůležitějších hodnocených vlastností.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Analýza problému a cíl práce
3. Přehled současného stavu poznání
4. Diskuze
5. Závěr
6. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva

Typ práce: rešeršní

Účel práce: výzkum a vývoj

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 - 20 stran textu bez obrázků).

Zásady pro vypracování práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2016.pdf

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam odborné literatury:

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R MISCHKE a Richard G BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. V Brně: VUTIUM, 2010, xxv, 1159 s. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

STACHOWIAK, G. *Experimental methods in tribology*. 1st ed. Amsterdam: Elsevier, 2004, xviii, 354 s. Tribology series. ISBN 0-444-51589-5. ISBN 0-444-51589-5

VESELÝ, V., ŠTĚPINA, V. *Maziva a speciální oleje: (základy tribotechniky)*. Bratislava: Veda, 1980. 688 s

Vedoucí bakalářské práce: Ing. David Košťál Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/2016

V Brně, dne 5. 11. 2015

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce poskytuje základní rozdělení plastických maziv dle různých hledisek, která se používají k mazání různých součástí. První část bakalářské práce se zabývá složením plastických maziv. Následující část popisuje výrobu plastických maziv. Další část obsahuje rozdělení plastických maziv z hlediska jejich složení. Následující část se zaměřuje na rozdělení plastických maziv z hlediska použití v praxi. Poslední část bakalářské práce se zabývá transmisní elektronovou mikroskopií, díky této metodě je možné zkoumat strukturu plastických maziv.

KLÍČOVÁ SLOVA

Plastické mazivo, olej, zpevňovadlo, přísada, transmisní elektronová mikroskopie.

ANOTATION

This bachelor thesis provides a basic distribution of greases according various aspects, which are used for lubrication the various components. The first part of bachelor thesis deals with the composition of greases. The following section describes the manufacture of greases. Another section includes the distribution of greases in terms of their composition. The following section is about distribution of greases in terms of practical use. The last part of the bachelor thesis deals with transmission electron microscopy, by this method is possible to examine the structure of greases.

KEYWORDS

Grease, oil, thickener, additive, transmission electron microscopy.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MAUER, J. *Přehled typů plastických maziv*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 36 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. David Košťál, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali během vypracování bakalářské práce tak i v průběhu celého studia. Zvláštní poděkování patří mému vedoucímu mé práce panu Ing. Davidu Košťálovi Ph.D. za cenné rady a odborné vedení bakalářské práce. Také bych rád poděkoval rodičům, kteří mě podporují během celého studia.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci, *Přehled typů plastických maziv*, vypracoval samostatně pod vedením Ing. Davida Košťála Ph.D. a za pomoci uvedené literatury.

V Brně dne 19. května 2016

.....
Jindřich Mauer

OBSAH

OBSAH	11
ÚVOD	13
1 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	14
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1 Složení plastických maziv	15
2.1.1 Oleje	15
2.1.2 Zpevňovadla	16
2.1.3 Přísady	17
2.2 Výroba plastických maziv	20
2.2.1 Vaření	20
2.2.2 Míchání	20
2.2.3 Stlačování	21
2.2.4 Filtrace	21
2.2.5 Uskladnění	21
2.3 Dělení plastických maziv dle chemického složení	21
2.3.1 Eastarová plastická maziva	21
2.3.2 Silikonová plastická maziva	21
2.3.3 Perfluóralkylpolyéterová (PFAE) plastická maziva	22
2.3.4 Polyalkenová plastická maziva	22
2.3.5 Plastické mazivo na bázi UREA	22
2.3.6 Plastické mazivo na bázi PTFE zahušťovadla	22
2.3.7 Plastické mazivo na bázi kovových mýdel	22
2.3.8 Plastické mazivo na bázi kalciumsulfonát komplex	22
2.4 Dělení plastických maziv z hlediska použití	23
2.4.1 Univerzální plastická maziva	23
2.4.2 Plastická maziva pro velká zatížení a extrémní tlaky	23
2.4.3 Plastická maziva pro vysoké tlaky, vysoké zatížení, vysoký rozsah teplot	23
2.4.4 Biologicky odbouratelné mazivo	23
2.4.5 Plastické mazivo pro listy a natáčení větrné turbíny	24
2.4.6 Plastické mazivo pro nízké teploty a extrémně vysoké otáčky	24
2.4.7 Plastické mazivo pro velmi vysoké tlaky a nízké teploty	24
2.4.8 Plastická maziva pro vysoká zatížení a široký rozsah teplot	24
2.4.9 Vysoce výkonná plastická maziva pro vysoké teploty	24
2.4.10 Plastická maziva pro vysoké teploty a extrémní podmínky	25
2.4.11 Plastická maziva pro pružné spojky	25
2.4.12 Plastická maziva pro nízké teploty	25
2.5 Transmisní elektronová mikroskopie	26
2.5.1 Transmisní elektronový mikroskop (TEM)	26
2.5.2 Princip TEM	26
2.5.3 Složení TEM	27
2.5.4 Vzorek pro TEM	28
2.5.5 Pozorování vzorku pomocí TEM	29
3 DISKUZE	30
4 ZÁVĚR	31
5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	32

ÚVOD

Průmysl v současné době klade velký důraz na přesnost, kvalitu a především na cenu. Plastická maziva jsou používána od začátku průmyslu pro mazání jednotlivých zařízení. S rozvíjejícími se technologiemi je kladen důraz na kvalitu a přesnost, tím pádem musí být kladen i důraz na kvalitu plastických maziv, aby nedocházelo k zadření strojů či jiným dalším poruchám.

Smyslem této bakalářské práce je poskytnout rešeršní přehled o složení plastických maziv, jejichž vlastnosti závisí právě na složení, rozdělení plastických maziv, jejich následném použití a základech transmisní elektronové mikroskopie.

Plastická maziva jsou obecně polotuhé konzistence. Mezi hlavní použití plastických maziv patří mazání různých objektů, u kterých není vhodné používat mazací olej z důvodu ztečení z povrchu dané součásti. Plastické mazivo se skládá z oleje, zahušťovadla a přísady.

Transmisní elektronová mikroskopie je věda, která je založena na pozorování mikrostruktury daných materiálů. Pozorování je umožněno elektronovým mikroskopem.

1 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Plastická maziva jsou koloidní (disperzní) soustavy. Jsou to převážně gely, ve kterých spojitou fází vytváří mazací olej se zpevňovadlem, popřípadě se přidává přísada, která zlepšuje vlastnosti plastických maziv.

Starší název pro plastické mazivo byl mazací tuk, tento název se i nadále používá, pro označení některých komerčních produktů.

Plastická maziva jsou složena z nejméně dvou složek, kterými jsou olej a zpevňovadlo. Koloidní struktura plastického maziva je tvořena částicemi zpevňovadla, které vytváří vláknitou nebo jinou strukturu, jejíž prostor je vyplněn olejem. Čím je délka vlákna vůči jeho průměru větší, tím je mazivo soudržnější.

Mezi olejovou fází a částicemi zpevňovadla působí síly, které jsou fyzikálního nebo chemického charakteru. Stálost disperzní soustavy závisí na poměru povrchu krystalů a jejich objemů. Čím je poměr větší, tím jsou síly větší a disperzní soustava stálejší. Rozměr krystalů bývá 0,01–20 μm a závisí na druhu kationtu nebo na zpevňovadlu.

Použití plastického maziva je výhodnější v případech, kdy je potřeba, aby mazivo nevytékalo z mazaného místa nebo je třeba výrazná těsnicí funkce maziva. Plastické mazivo oproti mazivu kapalnému má větší trvanlivost mazání (mazivo se nemusí vyměňovat ale pouze doplňovat) a větší bezpečnost mazání. Plastická maziva lze použít za některých extrémních podmínek, jako jsou například velké rázy a tlaky a přerušovaný provoz (plastické mazivo oproti mazacímu oleji nestechne z čepu ani při delší odstavce a tím chrání daný materiál proti korozi).[1][5]

Cílem této práce je sestavení přehledu plastických maziv, která se používají pro mazání jednotlivých součástí. Práce bude dále obsahovat popis výroby plastických maziv, dělení maziv dle využití pro mazání daných součástí a základy transmisní elektronové mikroskopie.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2

2.1 Složení plastických maziv

2.1

Hlavními složkami plastických maziv jsou mazací oleje a zpevňovadla, většina plastických maziv obsahuje také různé přísady, které rozhodují o jejich vlastnostech a následném použití. [1]

2.1.1 Oleje

2.1.1

Některé důležité vlastnosti plastického maziva jsou ovlivněny olejem. Nejčastějšími druhy olejů, které se používají, jsou oleje ropné, méně časté jsou oleje syntetické. Při výrobě plastických maziv se používají stejné oleje jako pro mazání motorů nebo převodovek.[1],[24]

Ropné oleje

Ropný (minerální) olej je jedním z produktů frakční destilace ropy. Obsah oleje v plastickém mazivu bývá 80-90 %. Mezi vlastnostmi plastického maziva a vlastnostmi a složením ropného oleje jsou velice složité vztahy. Vlastnosti plastického maziva závisí na druhu oleje a následně na druhu přidaného zpevňovadla.

Minerální oleje jsou uhlovodíkové směsi s různou molekulovou hmotností. Složení směsi minerálního oleje značně ovlivňuje jeho viskozitu.[26],[1]

Ropné oleje se dělí na oleje s vysokým viskozitním indexem a na oleje s nízkým viskozitním indexem.

- Alkanické (parafinické) oleje s vyšším viskozitním indexem

Alkanické oleje s větším viskozitním indexem, jsou použitelná v širokém teplotním rozsahu. Z těchto olejů lze vyrábět také lithná maziva, která jsou velmi citlivá na změnu chemického složení. Lithná maziva mají menší mez pevnosti a menší viskozitu.

Viskozitní index charakterizuje změnu viskozity oleje v závislosti na teplotě. Při výpočtu hodnoty viskozitního indexu se berou hodnoty viskozity oleje při 40°C a při 100 °C. Čím je viskozitní index vyšší, tím je daná viskozita oleje více ovlivněna teplotou.[1],[25]

- Alkanické oleje s nižším viskozitním indexem

Alkanické oleje s nižším viskozitním indexem, jsou měkčí ale koloidně stálější. Z těchto olejů se vyrábí hlinitá, vápenatá a také sodná plastická maziva.[1]

Syntetické oleje

Používají se pro výrobu plastických maziv pro zvláštní účely, jelikož pořizovací cena syntetického oleje je oproti oleji ropnému vysoká. Tyto oleje se

uplatňují pro výrobu plastických maziv, kde je třeba docílit, aby mazivo vydrželo vysoké otáčky nebo velmi nízké teploty.

Syntetický olej je látka, která se vyrábí pomocí syntézy z jiných látek než je ropa. Syntetické oleje mají oproti minerálním olejům lepší vlastnosti, ale zásadně vyšší cenu.[1]

2.1.2

2.1.2 Zpevňovadla

Zpevňovadlo je látka, která způsobí, že kapalina přejde ze stavu kapalného do stavu tuhého. Podobným pojmem je zahušťovadlo, je to látka, která pouze zvětšuje viskozitu kapaliny (zahušťuje). Množství i druh zpevňovadla ovlivňuje vlastnosti plastického maziva. Konzistence a koloidní stálost plastického maziva roste s rostoucím obsahem zpevňovadla.

Zpevňovadlo je chemická přísada, která vytváří houbovou strukturu, ve které je uložen olej. Z této houbové struktury je při mazání olej následně uvolňován.[1],[24]

Běžný obsah zpevňovadla v plastickém mazivu bývá 7-30 %, u některých výjimek to může být až 50%. Tyto výjimky jsou u plastických maziv, které jsou zpevněny uhlovodíkem a některými organickými nebo anorganickými látkami.[1]

Mýdlová zpevňovadla

Většina plastických maziv je vyrobena pomocí mýdlových zpevňovadel. Tyto zpevňovadla se vyrábějí pomocí zmýdelnatění živočišných, technických nebo rostlinných acylglycerolů nebo neutralizací vyšších mastných kyselin. Představitelem živočišných surovin jsou lůj, vepřové sádlo, rybí olej. Představitelem rostlinných surovin jsou různé oleje, například olivový, palmový, slunečnicový, atd. Představitelem kyselin jsou kyseliny stearová, palmitová a jiné.

Mýdla, přidávající se do plastických maziv, jsou obvykle vyrobeny z mýdelné složky a následně přidáním komplexního činidla. Nejrozšířenějšími mýdly používaných pro výrobu plastických maziv, jsou mýdla lithná. [1],[28]

Mýdlová zpevňovadla lze rozdělit na mýdla jednoduchá, kombinovaná a komplexní. Tyto tři druhy mýdlových zpevňovadel jsou popsány v následujících odstavcích.

Jednoduchá mýdla se používají v 90% plastických maziv. Vyrábí se pomocí zmýdelňování nebo neutralizací kyselin nebo glycerolů pomocí hydroxidu. Mezi zástupce jednoduchých mýdel patří mýdla sodná, lithná a vápenatá.[1]

Kombinovaná mýdla se vyrábí pomocí směsi hydroxidů. Mezi zástupce kombinovaných mýdel patří mýdla sodno-lithná, sodno-vápenatá a sodno-olovnatá.[1]

Komplexní mýdla jsou s jedním kationtem (Ca, Ba, Al) nebo mýdla založená na kombinaci dvou prvků (Ca-Pb). Plastická maziva vyrobená z těchto mýdel mají lepší určité vlastnosti než plastická maziva vyrobená z mýdel jednoduchých. Mezi lepší vlastnosti lze uvést, vyšší bod skápnutí, reverzibilitnost (po roztavení a

následném ochlazení získává opět svoji původní strukturu), odolnější proti účinkům vody a mnohé další. Plastická maziva vyrobená z komplexních mýdel lze, použít jako víceúčelová maziva. Důvodem jejich málo častého používání je vysoká pořizovací cena. Zástupcem komplexních mýdel jsou kovové soli, které jsou ve směsi s kovovým mýdlem.

Kovové mýdlo vzniká reakcí hydroxidů kovů a mastné kyseliny.[1],[29]

Nemýdlová zpevňovadla

Jako nemýdlová zpevňovadla se používají různé anorganické ale i organické oleofilní látky. Tyto látky většinou v mazivu nevytváří vláknitou strukturu. Do této skupiny můžeme zařadit prakticky všechna plastická maziva, která jako zpevňovadla využívají jiných látek než kovových mýdel.[1],[30]

- Plastická maziva zpevněná bentonitem

Bentonity patří mezi nejobvyklejší nemýdlová zpevňovadla. Jsou složeny ze šupinek montmorillonitických zemin, které jsou dispergovány ve vhodném oleji. Protože tepelné zatížení na ně nemá prakticky žádný vliv, je teplotní použitelnost bentonitových maziv dána především vlastnostmi základových olejů, jichž se při výrobě použilo.[30]

- Maziva zpevněná kysličníkem křemičitým

Tento typ zpevňovadla je tvořen dutými mikrokuličkami oxidu křemičitého, na které je vázán olej. Plastická maziva tohoto typu mají obvykle dobrou mechanickou stabilitu, ale bývají citlivá na vodu. Hlavní aplikační oblastí těchto produktů je mazání uložení, pracujících za vysokých teplot.[30]

- Maziva zpevněná jinými anorganickými zpevňovadly

K výrobě maziv tohoto typu se využívá tuhých práškových materiálů, které kromě svých mazacích schopností mají i dobrou termooxidační stabilitu.[30]

- Maziva zpevněná polymery

Polymery na bázi uhlovodíků se jako zpevňovadla uplatňují jen výjimečně. Poměrně značný význam mají plastická maziva, vycházející výrobně z polytetrafluoretylenu (teflon).[30]

Smíšená zpevňovadla

Plastická maziva tohoto typu, obsahují směsné zpevňovadlo mýdlového nebo nemýdlového typu. V praxi se používají směsi všech typů zpevňovadel, ale musí být vzájemně slučitelné. [1]

2.1.3 Přísady

2.1.3

Vlastnosti plastických maziv se zpevňovadly se zlepšují pomocí různých přísad. Tyto přísady se rozdělují dle rozpustnosti v olejové složce na přísady rozpustné, přísady tuhé (plnidla) a přísady zušlechťující. Volba typu přísady závisí

ve značné míře na složení plastického maziva. U některých druhů plastických maziv není nutné používání přísad, jelikož některá zpevňovadla působí jako zušlechťující přísada v daném mazivu.

Přísady, které jsou používány na výrobu plastických maziv, jsou podobné jako přísady, které se používají pro výrobu motorových a převodových olejů. Při používání přísad na výrobu plastických maziv je především kladen důraz na ochranu proti vysokému tlaku, korozi a odolnost proti stárnutí.[1],[29]

Tuhé přísady (plnidla)

Plnidla působí v podstatě jako tuhé mazivo, jejichž úkolem je zlepšení mazivostních a protioděrových vlastností plastických maziv. Zvětšují únosnost mazacího filmu, především proti nárazovému zvýšení teploty. Některá plnidla mohou sloužit jako vyhlazovací činidlo na drsném mazaném povrchu. Obsah plnidla ovlivňuje těsnící schopnost plastických maziv. Jako příklady tuhých přísad lze uvést uhlíkaté látky, silikáty a prášky kovů.[1]

Zušlechťující přísady

Zušlechťující přísady jsou látky, které zlepšují vlastnosti plastických maziv. Tyto přísady lze rozdělit na inhibitory oxidace, deaktivátory a pasivátory kovů, inhibitory koroze a zrezivění, přísady zvětšující odpudivost vody, přísady pro zvětšení přilnavosti ke kovovému povrchu a stabilizátory barvy. Tyto druhy zušlechťujících přísad jsou popsány v následujících odstavcích.[1]

○ Inhibitory oxidace

Inhibitory oxidace jsou látky, které jsou schopny zpomalit či úplně zastavit oxidaci v látce. Je možné je použít jen v případech, kde teplota dosahuje maximálně 150 °C, jelikož po překročení této teploty se tato přísada rozkládá. Dávkování se pohybuje 0,1-1 %.

Jedním z druhů inhibitorů oxidace jsou aromatické aminy. Aromatické aminy se používají v mazivech, kde se vyskytuje neutrální nebo alkalická reakce. Příkladem používaných aromatických aminů jsou fenotiazin, alkylový difenylamin a jiné.[1]

Dalším druhem inhibitorů oxidace jsou fenoly, které se používají v mazivech, kde se vyskytují mastné kyseliny. Příkladem používaných fenolů jsou di-terc-butyl-p-krezolu a sloučeniny podobného složení.[1]

○ Deaktivátory a pasivátory kovů

Mezi deaktivátory kovů, které se běžně používají, patří především trifosfonité kyseliny, jako jsou například kyseliny 2-hydroxy-2-propanfosfoniová nebo benzofosfoniová. Dávkování se obvykle pohybuje 0,001-0,05%.

Deaktivátor kovů je zvláštní typ inhibitoru koroze. Deaktivátory vytvářejí pasivační ochranný povlak, který je nanášen především na neželezné kovy. Na povrchu kovu je vytvořen pasivační povlak, který zabraňuje přechodu katalyticky působících iontů mědi v oleji a oxidačnímu napadení povrchu kyslíkem.

Mezi pasivátory, které se běžně používají, patří například trialkyly, triarylfosfity a oleáty cínu, niklu a chromu.

Pasivátor kovů je přípravek, který je schopen vytvořit ochrannou vrstvu na povrchu kovu. Tato vrstva zabraňuje korozi a narušení kovu.[1],[6],[8]

- Inhibitory koroze

Látky, které jsou schopny zpomalit korozi. Dávkování obvykle bývá 0,5-2%. Jako příklad látek zpomalujících korozi můžeme uvést benzonát sodný, dusitan sodný, naftenát zinečnatý a jiné.[1]

- Přísady zvětšující odpudivost vody

Mezi tyto přísady patří vhodné polymery, které mají relativní molekulovou hmotnost 10 000-20 000 [-] a jeho karboxylová skupina je částečně zmýdelnatěná. Vhodnými polymery jsou například alkalické soli nebo soli alkalických zemin.[1]

- Přísady pro zvětšení přilnavosti ke kovovému povrchu

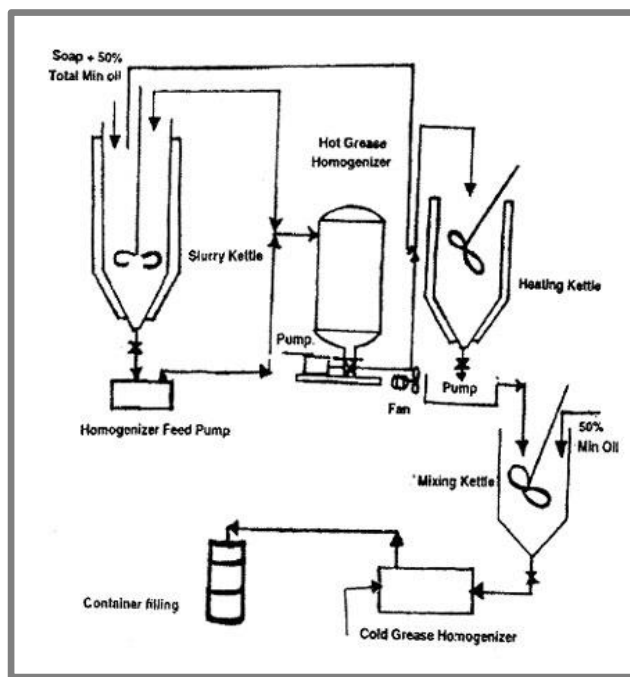
Nejběžnějšími přísadami bývají látky, které mají relativní molekulovou hmotnost nad 100 000 [-]. Jako zástupce lze uvést polyizobutylény, které se používají v lithných mazivech, a latex, který se používá v hlinitých mazivech.[1]

- Stabilizátor barvy

Stabilizátor barvy se používá jako ochrana barvy proti účinkům světla a tepla. Jako zástupce stabilizátorů barev lze uvést cyklohexylamin nebo substituovaný hydrochinon. U těchto stabilizátorů se používá dávkování 0,01-0,1%. Jako další druh lze uvést polysiloxany, které se používají v dávkování 0,001-0,005%. [1]

2.2 Výroba plastických maziv

Proces výroby plastických maziv lze rozdělit na několik částí, kterými jsou vaření, míchání, stlačování, filtrace a uskladnění.



Obr. 1 Proces výroby plastických maziv[7]

2.2.1 Vaření

Tato část procesu probíhá v nádobě, do které je postupně přidáván olej se zahušťovadlem (mýdlem). Tato směs je následně zahřívána a míchána. Při tomto procesu dochází k vaření, při kterém dojde ke spojení těchto složek. Proces vaření probíhá za zvýšeného tlaku (2-6 atm) a za zvýšené teploty (80-200 °C).[30]

2.2.2 Míchání

Proces míchání následuje po procesu vaření. Při tomto procesu se do nádoby přivede směs oleje a zahušťovadla (z předchozího procesu), následně je přidán olej a přísada, která specifikuje použití maziva. Tento proces probíhá za stálého míchání a zahřívání celé směsi, po určitém časovém úseku dojde k celkovému rovnoměrnému smíchání směsi. Míchání probíhá při atmosférickém tlaku, při teplotách 100-250 °C.

Po tomto časovém úseku, dochází k postupnému ochlazení plastického maziva, tento proces probíhá za stálého míchání celé směsi v nádobě. Při tomto procesu dochází k přidání identifikačního barviva.[30]

2.2.3 Stlačování

2.2.3

Po skončení procesu míchání, kde dojde k dokonalému promíchání a dokončení plastického maziva, dochází ke stlačování. Tento proces probíhá pomocí vakuové pumpy, která vtlačí plastické mazivo do stlačovacího zařízení, kde dochází ke zlepšení mechanických vlastností plastického maziva. Při tomto procesu dochází ke zjemňování povrchu maziva a k ustálení jednotné viskozity.[30]

2.2.4 Filtrace

2.2.4

Tento proces probíhá po skončení stlačování, kde jsou zlepšeny mechanické vlastnosti maziva. Při filtraci dochází k protlačování maziva přes filtrační zařízení, kde dochází k odstranění drobných nežádoucích částic z maziva.[30]

2.2.5 Uskladnění

2.2.5

Uskladnění je konečná část při výrobě plastických maziv. Při tomto procesu jsou plastická maziva, uskladněna do různých, předem připravených barelů či jiných k danému způsobu určených nádob. Tyto nádoby jsou následně převezeny do skladů, odkud poté putují přímo k zákazníkovi.

2.3 Dělení plastických maziv dle chemického složení

2.3

Jak už bylo napsáno výše, plastická maziva se dělí na 3 hlavní složky. Mezi hlavní složky patří oleje (ropné nebo minerální), zpevňovadla (mýdla) a přísady. Tato kapitola se zabývá plastickými mazivy z hlediska chemického složení. Chemické složení velice ovlivňuje vlastnosti plastických maziv.

2.3.1 Eastarová plastická maziva

2.3.1

Jsou to lithná maziva, která obsahují adipáty, azeláty a sebakáty alkoholů. Tato plastická maziva mají dobrou mazací schopnost, vynikající vlastnosti za nízkých teplot a malou tendenci tvorby koroze. Lze je použít v pracovních teplotách, které se pohybují v rozmezí -70 až +100 °C.[1]

2.3.2 Silikonová plastická maziva

2.3.2

Vlastnosti silikonových plastických maziv závisí na vlastnostech silikonových olejů. Mezi přednosti silikonových plastických maziv patří velká tepelná a oxidační stálost. Tyto přednosti umožňují použití těchto maziv v prostředí, které je vystaveno velkému teplotnímu namáhání, po relativně dlouhou dobu. Jako další přednosti lze uvést malou změnu konzistence za velkého rozsahu teplot, tato přednost umožňuje použití maziva v prostředí vysokých i nižších teplot. Mezi nedostatek těchto maziv patří menší odolnost vůči tlaku, proto se tato maziva používají pouze v kluzných ložiskách, kde je nižší zatížení.[1]

2.3.3 Perfluóralkylpolyéterová (PFAE) plastická maziva

Jsou to maziva, která mají vysokoteplotní, téměř nehořlavé vlastnosti. Jsou velice odolná proti silným oxidačním účinkům, mezi které patří účinky kapalného kyslíku, peroxidu vodíku nebo kyseliny dusičné. Tyto plastická maziva nelze rozpustit v běžných rozpouštědlech, lze je rozpustit jedině v trichlortrifluoretanu. Hlavním nedostatkem těchto plastických maziv je korozivnost při teplotách převyšujících 260 °C.[1]

2.3.4 Polyalkenová plastická maziva

Tato lithná maziva, která jsou vyrobena z polyalkenových olejů, lze použít ve velmi vysokém rozsahu teplot -55 °C až 180 °C. Mezi další přednosti těchto polyalkenových plastických maziv patří dobrá oxidační stálost nebo dobrá mazací schopnost, která se projevuje při velkém zatížení.[1]

2.3.5 Plastické mazivo na bázi UREA

Tento tip plastických maziv je založen na bázi minerálního oleje a zahušťovadla z polymerované močoviny. Tato plastická maziva mají dlouhou životnost, vynikající protikorozní ochranu a velmi dobrou mechanickou stabilitu.[9]

2.3.6 Plastické mazivo na bázi PTFE zahušťovadla

Toto plastické mazivo je vyrobeno ze syntetického fluorizovaného oleje s PTFE zahušťovadlem. Mazivo má svoji vynikající mazací schopnost i při teplotách převyšujících 250°C. Maziva tohoto druhu mají dlouhou životnost v agresivních prostředích a vynikající odolnost vůči vodě a páře.[9]

2.3.7 Plastické mazivo na bázi kovových mýdel

Tento druh plastických maziv je vyroben ze syntetických olejů a kovových mýdel. Tato plastická maziva neobsahují ropné oleje ani mastné kyseliny. Díky tomu jsou tyto maziva zvláště odolná vůči stárnutí a vodě. Tento tip maziv má vynikající mazací schopnosti i při vysokém zatížení a velkém rozsahu teplot. Tato maziva se nejčastěji používají na mazání kluzných a valivých ložisek.[10]

2.3.8 Plastické mazivo na bázi kalciumsulfonát komplex

Tento tip plastického maziva je založen na bázi syntetického základového oleje, ve kterém je zvýšena kinematická viskozita, a zpevňovadla typu kalciumsulfonát komplex. Toto plastické mazivo je vysoce odolné proti vodě, vysokým teplotám a korozi. Mezi jeho nejhlavnější výhodu patří dlouhodobá schopnost přenášet vysoká zatížení, proto je určeno pro provoz v extrémních podmínkách.[23]

2.4 Dělení plastických maziv z hlediska použití

2.4

Volba správného plastického maziva závisí na mnoha kritériích. Mezi nejčastější kritéria patří typ a velikost daného mazaného materiálu, teplota, otáčky, zatížení a mazací trvanlivost.[2]

2.4.1 Univerzální plastická maziva

2.4.1

Plastická maziva s univerzálním použitím jsou většinou maziva, která obsahují minerální olej. Jako zahušťovadlo je použito lithné mýdlo. Tato plastická maziva je možné použít v rozsahu provozních teplot -30 až +120 °C. Mezi hlavní přednosti těchto maziv patří vynikající oxidační a mechanická stabilita a vynikající odolnost proti vodě a korozi.

U těchto maziv se vyskytuje široká škála použití v průmyslu. Příkladem lze uvést ložiska automobilů, pásové dopravníky, zemědělské stroje, průmyslové ventilátory a malé elektromotory.[3]

2.4.2 Plastická maziva pro velká zatížení a extrémní tlaky

2.4.2

Tato maziva bývají složena z minerálního oleje, do kterého je přidáno lithné mýdlo, kde se následně použije EP přísada. Tato maziva zaručují správné mazání při vysokých vibracích nebo náročných provozních podmínkách. Jako hlavní přednosti těchto maziv lze uvést vynikající mechanickou stabilitu, mimořádně dobrou ochranu proti korozi a odolnost vůči velmi vysokým tlakům.

EP přísady jsou přísady, které způsobí, že plastické mazivo odolává velkým tlakům.

Typickými oblastmi pro použití těchto maziv jsou trakční motory pro kolejová vozidla, čelistové drtiče, přehradní vrata, stroje na výrobu papíru a celulózy.[11],[31]

2.4.3 Plastická maziva pro vysoké tlaky, vysoké zatížení, vysoký rozsah teplot

2.4.3

Jsou to plastická maziva, která jsou na bázi minerálního oleje a lithného mýdla. Do těchto maziv je následně přidána přísada EP. Tyto maziva se používají v automobilovém průmyslu, kde zatížení nebo teplota přesáhne rozsah použití plastických maziv. Mezi největší přednosti těchto maziv patří dobrá odolnost vůči vodě a korozi, dobrá schopnost mazání v mokřem prostředí, vynikající schopnost mazání při velkém zatížení a nízkých otáčkách a schopnost mazat při krátkodobém dosažení teplot až 220 °C.

Mezi nejvhodnější oblasti použití těchto plastických maziv patří pračky, ložiska kol u osobních a nákladních automobilů, elektromotory a ventilátory.

2.4.4 Biologicky odbouratelné mazivo

2.4.4

Jsou to plastická maziva na bázi esterového oleje a lithno-vápenatého zahušťovadla. Díky svému složení je vhodné pro použití v oblastech, kde je nutná

ochrana životního prostředí, protože jejich hlavní výhodou je, že neznečišťují životní prostředí.

Oblastmi použití těchto maziv jsou zemědělské a lesnické stroje, zdymadla přehrad, mosty, stavební a montážní stroje.[13]

2.4.5 2.4.5 Plastické mazivo pro listy a natáčení větrné turbíny

Je to plastické mazivo na bázi syntetického oleje s lithno-komplexním mýdlem, které bylo speciálně vyvinuto pro tyto účely. Tento druh maziva zajišťuje mazání turbíny, která je v klidu nebo i v pohybu. U tohoto maziva nezáleží v jakém klimatickém podnebí je použito. Mezi hlavní přednosti těchto maziv patří použití při nízkých otáčkách, vysokém zatížení, kolísání teplot a kolísavosti podnebí.

Nejčastější použití těchto maziv bývá u ložisek listů turbín a ložisek natáčecích mechanismů turbín.[14]

2.4.6 2.4.6 Plastické mazivo pro nízké teploty a extrémně vysoké otáčky

Plastická maziva, která jsou založena na bázi plně syntetického oleje a lithného mýdla. Jedná se o mazivo mající nízkou viskozitu, které poskytuje vynikající mazání při nízkých teplotách. Jako hlavní výhody těchto maziv lze uvést výbornou odolnost proti vodě a oxidaci a vhodnost použití až do -50 °C.

Tento druh maziv se nejčastěji používá u vřeten obráběcích strojů, tiskařských válců a robotů.[15]

2.4.7 2.4.7 Plastické mazivo pro velmi vysoké tlaky a nízké teploty

Jsou to plastická maziva na bázi minerálního oleje a lithného mýdla, do kterého je přidána přísada, která je vhodná pro použití maziv za vysokých tlaků. Mezi největší přednosti těchto maziv patří vynikající odolnost vůči vodě a dobrá ochrana před korozi.

Mezi nejnepřijatelnější oblasti použití patří mazání axiálních a soudečkových ložisek, ložisek hřídelů větrných turbín a šnekových dopravníků.[16]

2.4.8 2.4.8 Plastická maziva pro vysoká zatížení a široký rozsah teplot

Plastická maziva, která jsou vyrobena na bázi synteticko-minerálního oleje a vápenato-sulfánového mýdla. Hlavními výhodami těchto maziv jsou použitelnost v mokřem prostředí za kolísání teplot, použití při vysokém zatížení, výborná ochrana proti korozi a vynikající mechanická stabilita.

Tato maziva se nejčastěji používají v mechanismech používaných na moři nebo na pobřeží a při mazání axiálních ložisek.[17]

2.4.9 2.4.9 Vysoce výkonná plastická maziva pro vysoké teploty

Je to plastické mazivo na bázi minerálního oleje a polomočovinného zahušťovadla. Mezi jeho nejdůležitější přednosti patří velmi dlouhá životnost při vysokých teplotách, široký rozsah teplot, výborná ochrana proti korozi a vysoká tepelná a mechanická stabilita.

Mezi nejvhodnější oblasti použití patří elektromotory, vodní čerpadla, průmyslové a vysokootáčkové ventilátory a valivá ložiska v textilních strojích nebo sušičkách.[18]

2.4.10 Plastická maziva pro vysoké teploty a extrémní podmínky

2.4.10

Plastické mazivo vyrobeno na bázi syntetického oleje, které je vhodné použít v rozmezí teplot 200-260 °C. Jako hlavními výhodami těchto maziv lze uvést vynikající odolnost vůči vodě, páře, oxidaci a korozi.

Tyto maziva se nejčastěji používají v pecích pekáren, sušičkách textílů, válcích kopírovacích zařízení a ložiscích pekařských vozíků.[19]

2.4.11 Plastická maziva pro pružné spojky

2.4.11

Je to plastické mazivo na bázi minerálního oleje, které je zahuštěno polyetylenem nebo komplexním lithiem. Mazivo je schopné odolávat těžkým podmínkám, které nastávají při mazání pružných spojek (odstředivé síly, kroutící momenty). Mezi největší přednosti těchto maziv patří výborná ochrana proti korozi, výborné mazání při vysokých krouticích momentech, vynikající ochrana proti opotřebení spojky a vysoká oxidační stabilita.

Plastická maziva pro pružné spojky se používají v těžkém, námořním a strojírenském průmyslu.[20]

2.4.12 Plastická maziva pro nízké teploty

2.4.12

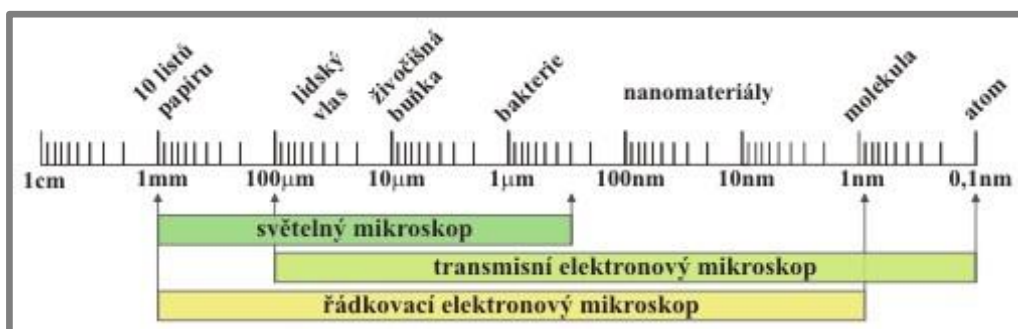
Plastické mazivo vyrobené na bázi vysoce viskózního oleje a bezvodého vápenatého zahušťovadla. Polotekuté mazivo, které bylo vyvinuto pro použití při nízkých až středních teplotách. K nejhlavnějším výhodám těchto maziv patří dobrá přilnavost k povrchům, dobrá odolnost proti opotřebení a vynikající čerpatelnost při nízkých teplotách.

Tato maziva se nejčastěji používají pro mazání pomalých kluzných ložisek, kloubových spojů, rypadel a součástí ve vozidlech pro svoz odpadu.[21]

2.5 Transmisní elektronová mikroskopie

Transmisní elektronová mikroskopie je metoda, kterou lze zkoumat vnitřní strukturu plastických maziv.

Podstata transmisní elektronové mikroskopie je schopnost zobrazovat mikrostrukturu uvnitř materiálu. Zobrazovací schopnost této mikroskopie je v řádu mikrometrů až po atomové rozlišení (0,1 nm).[22]



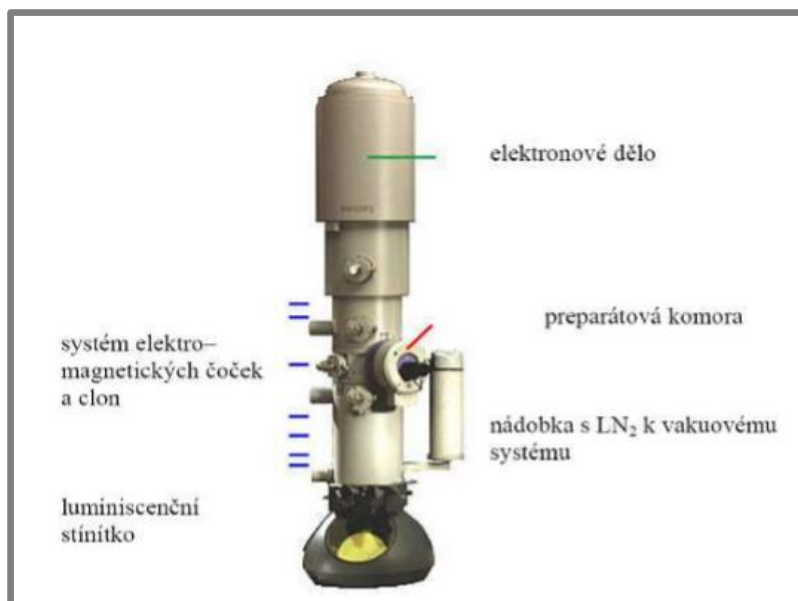
Obr. 2 Možnost zobrazení[4]

2.5.1 Transmisní elektronový mikroskop (TEM)

Historie této vědy sahá až do roku 1930, kdy byl sestaven první transmisní elektronový mikroskop. Historie vývoje elektronových mikroskopů byla značně ovlivněna omezenou rozlišovací schopností světelných mikroskopů. První elektronové mikroskopy byly používány pro výzkum virů, až poté začaly být používány v oblasti materiálového výzkumu. Jako první použití elektronového mikroskopu v oblasti materiálového výzkumu bylo studium uhlíkových replik lomových ploch.[22]

2.5.2 Princip TEM

Zjednodušeně je možno říci, že TEM je obdobou světelného mikroskopu. Světelný zdroj je u TEM nahrazen elektronovým dělem (zdroj elektronů), skleněné čočky jsou nahrazeny čočkami elektromagnetickými a okulár je nahrazen fluorescenčním stínítkem. Mezi elektronovým dělem a fluorescenčním stínítkem dochází k pohybu elektronů, tato část TEM musí být vyplněna vakuem. Vakuum musí být použito hned z několika důvodů. Prvním důvodem jsou elektrony, které by byly vzduchem absorbovány. Dalším důvodem jsou molekuly, které jsou obsaženy ve vzduchu. Tyto molekuly by způsobily znečištění tubusu a vzorku. Výsledný obraz lze následně pozorovat v projekční komoře. Mezi další zřejmé rozdíly mezi elektronovým a světelným mikroskopem je skutečnost, že u TEM lze měnit ohniskovou vzdálenost čočky (pomocí změny proudu procházející cívkou) u světelných mikroskopů tato změna není možná.[22]



Obr. 3 Transmisní elektronový mikroskop (TEM)[22]

2.5.3 Složení TEM

2.5.3

Transmisní elektronový mikroskop je složen z několika hlavních částí a to z elektromagnetické čočky, elektronického děla, osvětlovací a zobrazovací soustavy, tak jak je znázorněno na obrázku číslo 3.[22]

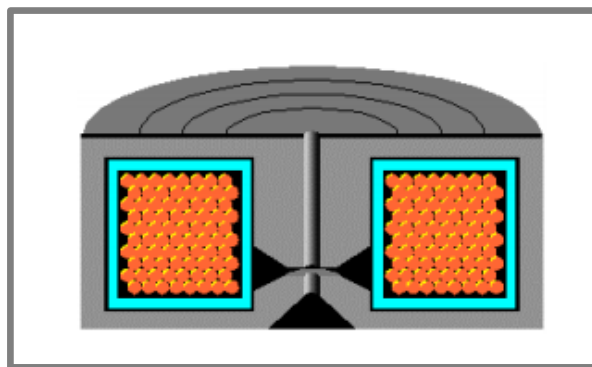
Elektromagnetické čočky

Jsou to elektromagnetické čočky, které pracují pouze ve vakuu, slouží pouze jako spojky a jsou lehce fokusovatelné. Elektromagnetické čočky jsou vyrobeny z čistého železa, které následně tvoří prstence. Tyto čočky jsou zasazeny do cívek, které jsou napájeny stejnosměrným elektrickým proudem. Základním rozdílem mezi elektromagnetickou a skleněnou čočkou je ten, že lze měnit jejich ohniskovou vzdálenost pomocí změny proudu, který jimi protéká. Nejčastější vady těchto čoček jsou popsány v následujících odstavcích.

Sférická (kulová) vada se projevuje nesouměrností zvětšení na krajích čočky a na jejím středu.

Vlnová délka elektronových paprsků zásadně ovlivňuje zvětšení čoček. Tato nesrovnalost se nazývá chromatická (barevná) vada a jde zmenšit pomocí stabilizace urychlovacího napětí a použití tenkých preparátů.

Astigmatismus je druh vady, který se projeví tím, že se místo kruhovitěho tvaru zobrazí elipsa.[22]



Obr. 4 Řez elektromagnetickou čočkou [22]

Elektronové dělo

Elektronové dělo je zdrojem záření elektronu, dle kterých lze následně pozorovat vzorek.

Mezi hlavní 2 části elektronového děla patří anoda a katoda. Jako materiál katody se nejčastěji používá wolframové vlákno, které se přímo žhaví na teplotu 2 800 °C.

Poslední dobou jsou nejčastěji používány dva zdroje elektronů, jsou to elektronová tryska na bázi hexaboridu lanthanu a tryska eliminující elektrony.

Elektronová tryska na hexaboridované bázi lanthanu emituje desetkrát více elektronů než katoda z wolframovaného vlákna, která je zahřata na teplotu 2 800°C.

Tryska eliminující elektrony pracuje pomocí elektrického pole, pomocí kterého jsou elektrony vysávány z velmi ostrého hrotu. Díky této metodě lze dosáhnout až tisícinásobné elektronové hustoty.[22],[32]

Osvětlovací soustava

Osvětlovací soustava je obvykle tvořena držákem preparátu, objektivem, projektivem a fluorescenčním stínítkem. Držák zapadá do geometrie stolku, ve které je pevně usazen. Do držáku je následně umístěna síťka s daným zkoumaným preparátem, Pomocí motorků je možné preparát naklánět na různé strany, tyto posuvy řídí sám pozorovatel.[22]

2.5.4

2.5.4 Vzorek pro TEM

TEM je možno používat v několika vědních oborech, zobrazovací schopnost TEM je až na úroveň atomárních rovin. Vzorek pro zkoumání TEM musí mít průměr 3 mm a maximální výšku 0,5 μm. Výška vzorku nemůže být větší, protože silnějším vzorkem by neprošly paprsky elektronů.

K pohodlné manipulaci se vzorkem se používají podložní síťky, které zabraňují poškození vzorku. Průměr podložní síťky je také 3 mm, aby se vešly do TEM. Vyrábějí se z různých materiálů, mezi nejčastější patří nikl, zlato a měď. Na trhu se objevuje několik druhů sítěk, které se liší velikostí, tvarem a uspořádáním otvorů. Nejběžnější podložní síťky jsou vyrobeny z mědi. Síťka bývá potažena slabou folií, aby vzorek nemohl propadnout otvory.[22]

2.5.5 Pozorování vzorku pomocí TEM

2.5.5

Pozorování vzorku v transmisním elektronovém mikroskopu není možné pouhým okem, jako to je u mikroskopu světelného. Svazek elektronů nese informaci o pozorované látce, je nutné ji převést do viditelné podoby. Pozorování vzorku je možné pomocí luminoforu, který je umístěn na dně tubusu.

Luminofor je látka, mající schopnost emitovat světlo o různé intenzitě v závislosti na množství a energii dopadajících elektronů.

Z důvodu opětovného zkoumání vzorku, se vzorek nahrává na fotografický film nebo v digitální podobě na kameru. Materiál fotografického filmu musí být stabilní ve vakuu.[33]

3 DISKUZE

První část bakalářské práce je zaměřena na plastická maziva, která se především používají pro mazání součástí, kde se nevyskytují příliš vysoké teploty nebo kde je kladen důraz na mazání, ale mazací olej by z dané součásti ztekl. Druhá část bakalářské práce se zabývá transmisní elektronovou mikroskopií. Transmisní elektronová mikroskopie je v současné době velmi rozšířená metoda, která se využívá pro zkoumání malých částic s rozměry až do 0,1 nm.

Plastická maziva jsou ve většině případů polotekuté látky, které jsou složeny z oleje, přísady a zpevňovadla. Jako základový olej se nejčastěji používá ropný (minerální) olej kvůli své nízké pořizovací ceně, který se získává frakční destilací ropy. Je možné použít také olej syntetický, který má lepší vlastnosti než minerální olej, ale používá se méně často, protože jeho pořizovací cena je ve srovnání s cenou minerálního oleje vysoká.

Zpevňovadla se rozdělují na zpevňovadla mýdlová a nemýdlová. K výrobě plastických maziv se nejčastěji používají mýdlová zpevňovadla, která se dále rozdělují na mýdla jednoduchá a složitá, z nichž se ve většině případů používají jednoduchá lithná mýdla. Nemýdlová zpevňovadla se rozdělují na nemýdlová zpevňovadla zpevněná anorganickou složkou a nemýdlová zpevňovadla zpevněná organickou složkou.

Vlastnosti plastických maziv a vhodnost jejich použití jsou ovlivněny přidanými přísadami. Přísady, které se používají při výrobě plastických maziv, jsou nejčastěji zušlechťující přísady. Zušlechťující přísady lze rozdělit do několika skupin, kterými jsou inhibitory oxidace, deaktivátory a pasivátory kovů a přísady zvětšující odpudivost vody.

Transmisní elektronová mikroskopie umožňuje zkoumat strukturu plastických maziv, která se následně dále vyhodnocuje a zkoumá.

4 ZÁVĚR

V této práci je většina bakalářské práce věnována plastickým mazivům. Jak už bylo zmíněno, plastická maziva se skládají z oleje, zpevňovadla a přísady. Nejčastějšími mazivy, která se používají, jsou maziva lithná. Tato maziva se používají z důvodu dobré teplotní stálosti a dobré odolnosti proti vodě.

Použití a vlastnosti plastických maziv zcela závisí na volbě přísady, která je přidána do základového oleje a zpevňovadla při výrobě plastických maziv. Nejčastějšími přísadami jsou složky odpuzující vodu, složky zabraňující korozi a složky zvyšující únosnost plastického maziva.

Poslední část bakalářské práce je věnována transmisní elektronové mikroskopii a jejímu použití. TEM se používá pro zkoumání velice malých objektů (0,1 nm) pomocí paprsku elektronů.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] VESELÝ, V., ŠTĚPINA, V. Maziva a speciální oleje: (základy tribotechniky). Bratislava: Veda, 1980. 688 s
- [2] Lubricant-selection. SKF. [online]. 21.3.2016 [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/lubricant-selection/index.html>
- [3] Univerzální plastické mazivo pro průmyslové a automobilové aplikace NLGI 2. SKF. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/general-purpose-industrial-and-automotive-nlgi-2-grease/index.html>
- [4] AUTOR NEUVEDEN. fzu.cz [online]. [cit. 14.4.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.fzu.cz/popularizace/elektronovym-mikroskopem-do-nitra-materialu-aneb-jak-vypada-jejich-struktura>
- [5] BLAŽEK, J. a V. RÁBL. *Základy a zpracování využití ropy*. 2. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: VŠCHT Praha, 2006. ISBN 80-7080-619-2.
- [6] BODO MOLLER CHEMIE CZECH and SLOVAKIA: Deaktivátory kovů [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.bm-chemie.cz/cz/trhy/maziva/inhibitory-koroze/deaktivatory-kovu.php>
- [7] AUTOR NEUVEDEN. process-diagram [online]. [cit. 7.4.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.stratcoinc.com/assets/img/process-diagram.jpg>
- [8] Pro hledače.cz: Pasivátor [stabilizátor] koroze - odrezovač s taninem [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://www.prohledace.cz/index.php?id_product=10&controller=product
- [9] *Plastická maziva SKF a přípravky pro mazání* [online]. , 28 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://zbozi.arkov.cz/dl/502/Maziva_SKF_prirucka.pdf.html
- [10] Hazmioil.cz: INFORMACE, PLASTICKÁ MAZIVA [online]. , 7 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://www.hazmioil.cz/pdf/plasticka_maziva.pdf
- [11] Plastické mazivo pro velká zatížení a extrémně vysoké tlaky . SKF. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/high-load-extreme-pressure-grease/index.html>

- [12] Plastické mazivo pro vysoké zatížení, velmi vysoké tlaky, široký rozsah teplot . *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/high-load-extreme-pressure-wide-temperature-range-grease/index.html>
- [13] Biologicky odbouratelné plastické mazivo. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/biodegradable-grease/index.html>
- [14] Plastické mazivo pro listy a natačení větrné turbíny. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/wind-turbine-blade-and-yaw-grease/index.html>
- [15] Plastické mazivo pro nízké teploty a extrémně vysoké otáčky. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/low-temperature-extremely-high-speed-grease/index.html>
- [16] Plastické mazivo pro velmi vysoké tlaky a nízké teploty. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/extreme-pressure-low-temperature-grease/index.html>
- [17] Plastické mazivo pro vysoké zatížení a široký rozsah teplot. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/high-load-wide-temperature-grease/index.html>
- [18] Vysoce výkonné plastické mazivo pro vysoké teploty. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/high-performance-high-temperature-grease/index.html>
- [19] Plastické mazivo pro vysoké teploty a extrémní podmínky. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/extreme-temperature-extreme-condition-grease/index.html>

- [20] Plastické mazivo pro pružné spojky s vinutou lineární pružinou a zubové spojky. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/grid-and-gear-coupling-grease/index.html>
- [21] Plastické mazivo pro nízké teploty pro podvozek. *SKF*. [online]. 7.4.2016 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/lubrication-solutions/lubricants/low-temperature-chassis-grease/index.html>
- [22] LABORATOŘ MIKROSKOPIE ATOMÁRNÍCH SIL. *TRANSMISNÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE* [online]. [cit. 14.4.2016]. Dostupný na WWW: <http://atmilab.upol.cz/texty/TEM-teorie.pdf>
- [23] RŮŽIČKA, Pavel a Lenka FÜLLSACKOVÁ. Plastické mazivo pro vysoce zatížená ložiska. *MMSpektrum*[online]. 2015, , 1 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/plasticke-mazivo-pro-vysoce-zatizena-loziska.html>
- [24] CS-Marketing s.r.o.: Plastická maziva. *CS-Marketing* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.csmarketing.cz/znalost_plast.asp
- [25] Petroleum: Výkladový slovník. *Petroleum: Výkladový slovník* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=116>
- [26] Bezpečnost potravin: Bezpečnost potravin A-Z. *Bezpečnost potravin: Bezpečnost potravin A-Z* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92469.aspx>
- [27] Synthetic-oil-technology: synthetic-oil-technology. *Synthetic-oil-technology: synthetic-oil-technology*[online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.synthetic-oil-technology.info/>
- [28] Machinerylubrication: Grease Basics. *Machinerylubrication: Grease Basics* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.machinerylubrication.com/Read/1352/grease-basics>
- [29] Oleje: Popis plastických maziv. *Oleje: Popis plastických maziv* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <https://www.oleje.cz/clanek/Popis-plastickych-maziv>
- [30] PARAMO. *Základní informace o plastických mazivech*. ISBN NELZE DOHLEDAT. ISSN NELZE DOHLEDAT.

- [31] Dbo: Funkce olejů. *Dbo: Funkce olejů* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.dbo.cz/funkce-oleju/>
- [32]MATEJKA. Strukturní a povrchová analýza. In: *Old.vscht* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: http://old.vscht.cz/anl/matejka/04-TEM_SEM_STEM_AFM_STM-04.pdf
- [33]KUBÍNEK, Roman, Klára ŠAFÁŘOVÁ a Milan VŮJTEK. *Elektronová mikroskopie* [online]. 1. Olomouc, 2011 [cit. 2016-05-19]. ISBN 978-80-244-2739-3. Dostupné z: <https://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/elmikro.pdf>

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Proces výroby plastických maziv[7].....	20
Obr. 2 Možnost zobrazení[4]	26
Obr. 3 Transmisní elektronový mikroskop (TEM)[22].....	27
Obr. 4 Řez elektromagnetickou čočkou [22]	28