



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

ROSTLINNÉ OLEJE V PRŮMYSLU

PLANT OILS FOR INDUSTRY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VOJTĚCH BERAN

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF FRÝZA

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Vojtěch Beran

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:

Rostlinné oleje v průmyslu

v anglickém jazyce:

Plant oils for industry

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je zpracování přehledu současného stavu poznání v oblasti olejů na rostlinné bázi s ohledem na využití v průmyslu. Práce má obsahovat přehled použití a porovnání jejich vlastností s běžnými minerálními a syntetickými oleji.

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: vzdělávání

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_2015.pdf

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

Seznam odborné literatury:

ŠTĚPINA, Václav a Václav VESELÝ. Maziva v tribologii: celoštátna vysokoškolská příručka pre vysoké školy technické. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1985, 406 s.

HONARY, Lou A a Erwin William RICHTER. Biobased lubricants and greases: technology, and products. Hoboken, N.J.: Wiley, 2011, xii, 216 p., [16] p. of plates. ISBN 978-047-0971-956.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Frýza

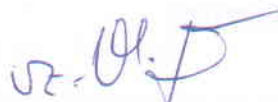
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 11. 11. 2014



u.ř. 

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

u.ř. 

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje rostlinné oleje z pohledu jejich použitelnosti jako kapalná maziva. Začátek práce se obecně zabývá problematikou tribologie a procesu mazání. Hlavní část pak popisuje rostlinné oleje z pohledu jejich chemického složení a s tím úzce spojených vlastností. Dále se také v této práci nachází srovnání rostlinných olejů s jinými běžnými kapalnými mazivy včetně porovnání vlastností na konkrétní aplikaci. Závěrem se pak bakalářská práce zabývá shrnutím problematiky rostlinných olejů a jejich odhadované vyhlídky do budoucnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

rostlinné oleje, tribologie, mazání, biomaziva

ABSTRACT

This bachelor thesis describes usability of plant oils as liquid greases. The beginning of thesis follow up tribology problems and process of lubrication. The main section describes plant oils from perspective of their chemical composition and its closely related properties. In this thesis, plant oils are compared with another common liquid oils together with the comparison of its properties on specific application. In the conclusion, the thesis deals with summary of plant oils issues and with prospects for the future.

KEYWORDS

plant oils, tribology, lubrication, biobased lubricants

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BERAN, V. *Rostlinné oleje v průmyslu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 44 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Frýza.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Josefu Frýzovi za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

Rád bych také poděkoval rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Rostlinné oleje v průmyslu vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Josefa Frýzy s využitím informací a zdrojů, které řádně cituji v seznamu použité literatury.

V Brně dne

.....

Podpis

OBSAH

OBSAH	11
ÚVOD	12
1 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	13
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1 Tribologie	14
2.2 Maziva	14
2.2.1 Plastická maziva	15
2.2.2 Tuhá maziva	15
2.2.3 Plynná maziva	16
2.2.4 Kapalná maziva	16
2.3 Rostlinné oleje	18
2.3.1 Historie	18
2.3.2 Chemické složení	19
2.3.3 Zpracování	20
2.3.4 Vlastnosti	22
2.3.5 Použití	28
2.3.6 Ukázka použití	33
3 DISKUZE	37
4 ZÁVĚR	40
5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	41
6 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	43
7 SEZNAM TABULEK	44

ÚVOD

Tématem této bakalářské práce jsou rostlinné oleje se zaměřením na jejich použití jako průmyslová maziva. Mazací oleje se používají především za účelem snížení tření a opotřebení mezi mazanými povrchy. Vedle těchto hlavních účinků slouží oleje často také například k odvodu tepla a nečistot, zabránění vzniku koroze a podobně.

Na dnešním trhu lze objevit především tři druhy olejů a to jsou minerální oleje, syntetické oleje a rostlinné oleje. Všechny tyto oleje mají své výhody ale i omezení použití. Minerální oleje jsou oleje rafinovány z ropy a syntetické oleje jsou syntetizovány z ropných výrobků za účelem získání velmi rozdílných typů syntetických maziv. Třetím druhem olejů jsou právě rostlinné oleje, které jsou obvykle lisovány ze semen nebo plodů rostlin. V posledních několika letech rapidně vzrostly požadavky na ochranu životního prostředí a přirozená rychlá biologická rozložitelnost a nízká toxicita rostlinných olejů je staví do velmi výhodného postavení.

Práce se bude zabývat popisem vlastností, které jsou důležité pro funkci maziva, a porovnáním rostlinných olejů s ostatními běžnými oleji. Mimo jiné v ní bude uvedeno použití některých důležitých rostlinných olejů včetně konkrétní ukázky.

1 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

1

V současné době jsou ve většině odvětví průmyslu nejpoužívanější minerální a syntetické oleje. Tyto oleje se podílejí významnou měrou na znečištění vodních zdrojů a půdy. Většina z nich, kromě některých speciálních druhů syntetických olejů, mají velmi nízkou biologickou rozložitelnost a kvůli tomu může znečištění těmito látkami přetrvávat v přírodě mnoho let. [1]

Při úniku těchto látek je rozhodující rychlý a odborný zásah a i přesto je odstraňování takovýchto havárií obvykle velmi složitý a zdoluhavý proces, který stojí nemalé finanční prostředky. Vedle snahy snížit tyto finanční náklady také roste v posledních několika desítkách let snaha společnosti o ochranu přírody, a proto se i mezi mazivy hledají nové, pro přírodu šetrnější, produkty. Z tohoto pohledu jsou velmi slibné rostlinné oleje a to kvůli svým dobrým ekologickým vlastnostem. Díky velmi rychlé biologické rozložitelnosti získávají převahu nad většinou ostatních minerálních a syntetických olejů a v porovnání s biologicky rozložitelnými syntetickými oleji získávají výhodu především v cenové relaci. S rostlinnými oleji jsou spojena také jistá omezení, a proto je v posledních několika letech snahou tato omezení odstraňovat. [2]

Cílem práce je zpracování přehledu současného stavu poznání rostlinných olejů s ohledem na jejich využití v průmyslu jako maziva. Motivace této práce spočívá ve snaze popsat rostlinné oleje jako vhodnou náhradu minerálních a syntetických olejů z pohledu ochrany životního prostředí.

Práce obsahuje krátký vstup do obecné problematiky tribologie. Hlavní část je věnována popisu rostlinných olejů, především z pohledu jejich vlastností důležitých pro funkci mazání. Autor se v této práci také zabývá porovnáním vlastností rostlinných olejů s vlastnostmi běžných průmyslových olejů. Dalším dílčím cílem je popis využití několika druhů rostlinných olejů a shrnutí jejich výhod a nevýhod. Úkolem této práce je také seznámit čtenáře s vysokým potenciálem rostlinných olejů ze strany jejich biologické rozložitelnosti.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Tribologie

Tribologie, jakožto věda zabývající se především třením, opotřebením a vzájemným působením povrchů při jejich relativním pohybu, je poměrně nový vědní obor. I přesto, že tření je jev, se kterým se lidé setkávají už odpradávná, tak intenzivnější výzkum tření a opotřebení se začal rozvíjet až v druhé polovině dvacátého století. [3] Tribologie jako vědní disciplína byla definována v roce 1967 Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Lze ji rozdělit na tribochemii, tribofyziku, tribotechniku a další nauky. [4]

Označení tribologie má kořeny v řeckém slovu „tribo“, které znamená „třít“ popřípadě „tření“. Je velké množství skupin a organizací zabývajících se touto problematikou. Největší a nejdůležitější z nich je „Society of Tribologists and Lubrication Engineers“ (STLE). Členství v této organizaci má spoustu zemí po celém světě. [4]

Tento vědní obor si postupně získává větší a větší význam v novodobém strojírenství a jeho uplatnění vidíme především ve snížení třecích odporů, snížení opotřebení a dosažení delší životnosti, čehož dosahujeme především používáním vhodných materiálů, technologií a způsobů provozování.

Už na počátku rozvoje techniky se velkým problémem stalo opotřebení. Jedná se o trvalý úbytek materiálu z povrchů stykových ploch těles při vzájemném pohybu. Vedle mechanických účinků způsobují opotřebení i chemické nebo elektrické účinky. Opotřebení lze rozdělit na tyto základní druhy: [5]

- a) Adhezivní – při pohybu dochází k dotyku povrchů a porušování povrchových vrstev, to vede ke vzniku mikrosvarů, které se při dalším pohybu porušují a dochází k přenosu materiálu z jednoho povrchu na druhý
- b) Abrazivní – toto opotřebení je způsobeno narušováním povrchu měkčího tělesa drsným povrchem tvrdšího
- c) Erozivní – stykové plochy jsou poškozovány pevnými částicemi, které jsou nesený proudem kapaliny nebo plynu
- d) Kavitační – způsobeno vznikem dutin vyplněných párami v kapalině při lokálním poklesu tlaku a jejich následnou implozi
- e) Únavové – při časově měnícím se namáhání vznikají trhlinky, které se dále šíří a spojují, až dojde k uvolnění částic materiálu z povrchu
- f) Vibrační – obvykle je důsledkem působení kmitavých tečných pružných deformací, pak vznikají částice velmi podobné produktům koroze

Nejčastěji snižujeme opotřebení aplikací maziv.

2.2 Maziva

Maziva přivádíme mezi funkční plochy těles především za účelem zabraňování popřípadě snižování poškození. Obvykle se jedná o tenkou souvislou vrstvu plynu, kapaliny nebo pevné látky s nízkou pevností ve smyku a dobrou přilnavostí, tím dosahujeme plynulejšího pohybu jedné plochy po druhé a s tím související snížení

tření a opotřebení. Také by měla být chemicky stálá a nepůsobit korozivně na okolní materiály. Vedle těchto základních funkčních požadavků nesmíme zapomenout ještě na požadavky ekonomické a ekologické. Obecně maziva rozdělujeme na: [6]

- a) Plastická – mazací tuky
- b) Tuhá
- c) Plynná
- d) Kapalná

2.2.1 Plastická maziva

2.2.1

Základní surovinou pro jejich výrobu jsou oleje, které se společně se zahušťovadly vaří. Mezi obvyklá zahušťovadla patří přídavná mýdla, organické polymery, pigmenty, uhlovodíky a některé anorganické látky.

Výhodou plastických maziv ve srovnání s kapalnými oleji je jejich lepší odolnost v prašném, vlhkém nebo chemicky agresivním prostředí, kde právě plastické mazivo dokáže lépe utěsnit stykové plochy před vnikáním látek z okolí. Dále se používá v místech, kde potřebujeme zabránit odstřikování oleje, například z důvodu znehodnocení výrobků nebo narušení funkce. Jinak se obecně používají při nízkých kluzných rychlostech a vysokých teplotách a tlacích. [6]

Charakteristickou vlastností těchto maziv je penetrace. Ta udává hloubku průniku daného kužele působením jeho vlastní tíhy při určité teplotě. Souvisí s odporem maziva proti vytlačování z určitého prostoru. Obvykle místo hodnoty penetrace uvádíme, s tím úzce spojený pojem, stupeň konzistence. Pomocí toho rozdělujeme maziva na tekutá, velmi měkká, měkká, poloměkká, střední, polotuhá, hutná, velmi hutná a tuhá. To také souvisí s bodem kápnutí, což je teplota, při které dochází ke ztrátě konzistence a mazivo se stává tekutým. [7]

2.2.2 Tuhá maziva

2.2.2

Tyto maziva jsou obvykle používána ve spojení s plastickými nebo kapalnými mazivy. Popřípadě je lze použít i u smíšeného režimu mazání, kdy nelze použít jiné mazivo. To se může stát například při vyšších zatíženích za vysokých teplot, ve velmi prašném prostředí nebo při nízké ochraně před atmosférickými vlivy. Tuhá maziva se nanášejí ve formě prášku nebo ve spojení s plastickými mazivy a oleji jako pasty. [7]

Vyznačují se nízkou tvrdostí, nízkou smykovou pevností a vysokou afinitou ke kovům. Téměř nemění vlastnosti s rostoucí teplotou a tlakem. Jejich velkým problémem je neschopnost odvádět vznikající teplo, což je způsobeno jejich omezeným nebo úplně zastaveným pohybem. [6] Rozdělujeme je na organická (například tetrafluoretylen = teflon) a anorganická (grafit, siřník molybdeničitý, siřníky některých kovů, některé halogenidy). [7]

Mazání není vyvoláno jejich viskozitou, ale nízkou smykovou pevností, která je zapříčiněna výraznou anizotropií jejich krystalické stavby, pak je mazací účinek

způsoben porušením krystalické stavby v jednom směru a snášením účinku tlaku v kolmém směru na smyk. [8]

2.2.3 Plynná maziva

Mazání plyny není velmi časté, ale lze je použít při velkých rychlostech a zároveň malých zatíženích a vyšších teplotách. Také jsou vhodné pro mazání při přítomnosti nebezpečného záření nebo v chemicky agresivních prostředích. Vyznačují se malou hustotou a nízkou viskozitou, která ale s rostoucí teplotou roste. Plyny vhodné pro mazání jsou obvykle ze skupiny vzácných plynů. Nejčastěji se jedná o helium. [6]

2.2.4 Kapalná maziva

Kapalná maziva jsou nejrozšířenějším druhem maziv. Jejich hlavní předností je široká viskózní stupnice, umožňující použití v celé oblasti kapalného a smíšeného tření. Další výhodou je snadná manipulace. Jejich použití standardně nevyžaduje, s výjimkou těsnosti, žádné příliš složité konstrukce. Proudění těchto kapalin také odvádí nečistoty a může sloužit i k chlazení. [9]

Jako kapalná maziva je možné používat: [5]

- a) Chemicky jednoznačné látky – to jsou sloučeniny jako například voda, glycerin nebo kyselina sírová, které jsou vhodné pro určité specifické podmínky
- b) Kapalně disperze - jedná se o rozptýlení částic jedné nebo více látek v jiné látce, bez jejich vzájemného smíchání, nejčastěji mluvíme o emulzích (disperze oleje ve vodě) nebo o suspenzích (disperze pevných látek v kapalinách)
- c) Homogenní směsi – skládají se z molekul stejné chemické skladby, ale různých velikostí, patří sem především mazací oleje

Nejrozšířenějším kapalným mazivem jsou mazací oleje ze skupiny homogenních směsí. Ty lze dále rozdělit na minerální oleje, syntetické oleje a oleje živočišného a rostlinného původu. Někdy se také můžeme setkat s tzv. polosyntetickými oleji (směs minerálních a syntetických olejů)

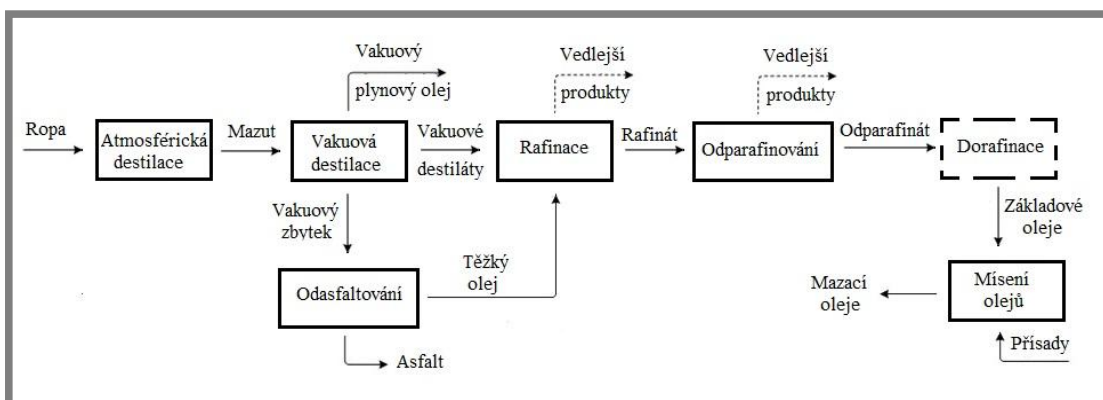
Minerální oleje

Minerální oleje jsou nejpoužívanější skupinou mazacích olejů. Jsou vyráběny rafinací, destilací a odparařováním z ropy. Jejich výroba je relativně snadná a poměrně levná. Proces výroby je zachycen na obr. 2-1.

Z chemického pohledu se jedná o směsi uhlovodíků s rozdílnou molekulární hmotností. Jejich složení se může poměrně výrazně lišit, podle způsobu rafinace a podle toho jakou ropy jsme použili při jejich výrobě, protože lze nalézt na různých místech naší planety ropu o mírně rozdílných chemických složeních. Vedle uhlovodíků obsahují také nečistoty, které mohou mít jak užitečné tak škodlivé

vlastnosti, například můžou působit antioxidačně nebo na druhou stranu můžou tvořit usazeniny, které zhoršují mazací schopnosti. [10] Často lze nalézt v minerálních olejích také vosky, které jsou pro naše účely nepoužitelné, a musíme je odstraňovat speciálními aditivy. V konečné fázi jsou vlastnosti minerálních olejů upravovány přísadami. [11]

Hlavní problém u minerálních olejů je jejich velká závislost viskozity na teplotě, čímž dochází k nestabilitě v konzistenci filmu oddělujícího stykové plochy. Také se obvykle jedná o vysoce toxické látky a to hlavně díky velkému obsahu aromatických uhlovodíků. Minerální oleje můžeme rozdělit do tří skupin a to na alkycyklánové uhlovodíky, aromatické uhlovodíky a parafinické uhlovodíky. [5]



Obr. 2-1 Blokové schéma výroby minerálních olejů [12]

Syntetické oleje

Syntetické oleje byly původně vyvinuty v místech, kde byl nedostatek minerálních olejů. V nynější době jsou používány především jako náhrady minerálních olejů, které jsou, ale ve srovnání se syntetickými kapalinami, obvykle mnohem levnější. Na druhou stranu jsou minerální oleje díky svým vlastnostem v některých provozech téměř nepoužitelné. Tady pak přicházejí na řadu právě syntetické oleje, které lze použít i v extrémnějších případech, protože můžou být například nehořlavé, vysoce tepelně stabilní nebo odolné proti agresivnímu prostředí. [9]

Tyto oleje, díky své rozmanitosti, zaujímají velké oblasti hodnot různých vlastností, ale sleduje se u nich především jejich viskozita, viskozitní index, těkavost, tepelné vlastnosti a v neposlední řadě TBN číslo, které uvádí zásaditost popřípadě kyselost zkoumaného oleje. [11]

Syntetické oleje lze obecně rozdělit do tří velkých skupin a to na syntetická uhlovodíková maziva, organohalogeny a silikonové oleje. Většina syntetických olejů se vyrábí polymerací. To je proces, při němž z nízkomolekulárních uhlovodíků vznikají vysokomolekulární látky. [5]

2.3 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje jsou svými vlastnostmi v určitých oblastech průmyslu vhodné jako průmyslová maziva nebo i jako náhrada ropy, která je neobnovitelným zdrojem. V porovnání s ropnými produkty mají také výhodu v ochraně životního prostředí. Právě znečištění způsobené minerálními oleji je velmi rozsáhlé, a proto ekologové tlačí na vývoj ekologicky odbouratelných maziv. Toto jsou hlavní dva důvody rostoucího využívání rostlinných maziv, jako ekologického a obnovitelného oleje.

2.3.1 Historie

Mazání bylo pravděpodobně známo už před vynalezením kola. Už ze starého Egypta se nám dochovaly obrazové záznamy, které směřují k použití vody a jedlých olejů jakožto maziva. I z pozdějších dob máme řadu písemných a obrazových dokumentů popisujících například mazání kol koňských povozů a kočárů nebo mazání větrných mlýnů. Z toho vyplývá, že už odnepaměti lidé používají různé druhy maziv za účelem snížení tření a s tím úzce související vynaložené práce.

Vývoj maziv jde většinou ruku v ruce s rozvojem průmyslu, takže když technika pokročila na nějaký nový mezník, tak vzrostly i požadavky na maziva, ať už to bylo z důvodu, že dosavadní maziva byla pro novou techniku nedostačující nebo byla požadována za účelem snížení nákladů a zvýšení efektivity. Například za Průmyslové revoluce (18. a 19. století) maziva zaznamenala velký pokrok. Tehdy se začalo pracovat s vyššími tlaky a tak vedle lépe těsnících materiálů byly vyvíjeny i stabilnější oleje. Postupně byly jednoduché oleje a voda, která se dosud nejčastěji používala, nahrazena novými oleji s chemickými přísadami. [3]

Použití rostlinných olejů jako základ paliv a maziv není žádná novinka. Už například, Rudolf Diesel v roce 1900 testoval arašídový olej k pohonu jednoho ze svých diesellových motorů. Ale rostlinné oleje byly zatlačeny do pozadí v té době levnou a dostupnou ropou a tak na jejich velký rozvoj jsme si museli počkat až do jakéhosi uvědomění si omezeného množství ropy a ochrany životního prostředí. Dalšími důležitými jmény ve vývoji přírodních maziv a paliv byl Henry Ford (průkopník automobilového průmyslu) a George Washington Carver (americký botanik a vynálezce). Úzce spolupracovali a sdíleli jakousi vizi budoucnosti, kde zemědělské produkty vedly k novému využití v průmyslu a tak by mohly průmysl zásobovat obnovitelnými produkty. [4]

Na počátku dvacátého století USA objevila ropu v Spindletop v Texasu, což mělo za následek dostupnost levné ropy. A tak žádné jiné alternativní paliva popřípadě maziva neměli v takovéto levné konkurenci šanci na nějaký výrazný rozmach. Jen během světových válek, následkem narušení dodávek ropy, došlo k částečnému posunu pozornosti k využití přírodních olejů. [8].

I přesto až právě rostoucí snaha o ochranu životního prostředí a zmenšování zásob ropy vedly v posledních letech k nahrazování ropy rostlinnými oleji. V roce 1980 začali evropští vědci zkoumat využití rostlinných olejů jako hydraulické kapaliny a dalších průmyslových maziv. [2] Brzo poté proběhly různé nařízení a omezení v některých částech Evropy, například Německo nařídilo používání biologicky odbouratelných maziv v zalesněných oblastech. O několik let později se i Severní

Amerika přidala k těmto krokům, ale nadále jsou minerální a syntetické oleje hlavními produkty na většině trhu. [4]

2.3.2 Chemické složení

2.3.2

Rostlinné oleje jsou organické sloučeniny obsahující uhlík, kyslík a vodík. Právě uhlík je základním kamenem těchto látek. Je to relativně jednoduchý atom, skládající se z šesti elektronů a protonů mimo jádro a šesti, sedmi nebo osmi neutronů v jádře. [13] Podle toho dělíme izotopy uhlíku na C 12, C 13 a C 14. Uhlík 14 je radioaktivní (dochází k rozpadu) a je hojněji zastoupen v olejnatých semenech než v ropě, kde je naopak výrazněji zastoupen C 12. Tyto izotopy se z chemického hlediska chovají téměř stejně. [4]

Chemické vlastnosti atomů ovlivňují především elektrony a to jejich pozice a počet ve valenčních slupkách. To určuje jejich schopnost vázat se s jinými atomy. Uhlík má ve valenční vrstvě 4 elektrony a proto může tvořit 4 vazby. To buď sdílením elektronů, nebo přenosem elektronů mezi sebou. Atom uhlíku má také poněkud jedinečnou schopnost vázat se s dalšími uhlíky a tvořit uhlíkové řetězce.

Základní strukturou olejů je ester glycerolu vázaný mezi třemi mastnými kyselinami. Z toho vychází pojmenování triglyceridy. Právě délka uhlíkových řetězců těchto kyselin významně ovlivňuje jeho teplotu tání a další fyzikální vlastnosti. Některé dlouhé řetězce jsou například za pokojové teploty pevné a tím méně vhodné jako mazivo. Proto často dochází na krakování, což je tepelný proces, při kterém se dlouhé uhlovodíkové řetězce rozkládají na kratší. [14]

Další fyzikální vlastností závislou na délce řetězce je viskozita, což je právě u maziv jednou z klíčových vlastností. U rostlinných olejů ovlivňuje viskozitu také přítomnost dvojných vazeb mezi atomy uhlíku, které tvoří řetězce mastných kyselin. S rostoucí nenasyceností olejů klesá teplota tání, proto výrobci často používají vodík k částečnému nasycení olejů. Rostlinné oleje obsahují mimo mastných kyselin i estery, což jsou deriváty těchto kyselin, vznikajících reakcí kyseliny s alkoholem. [2]

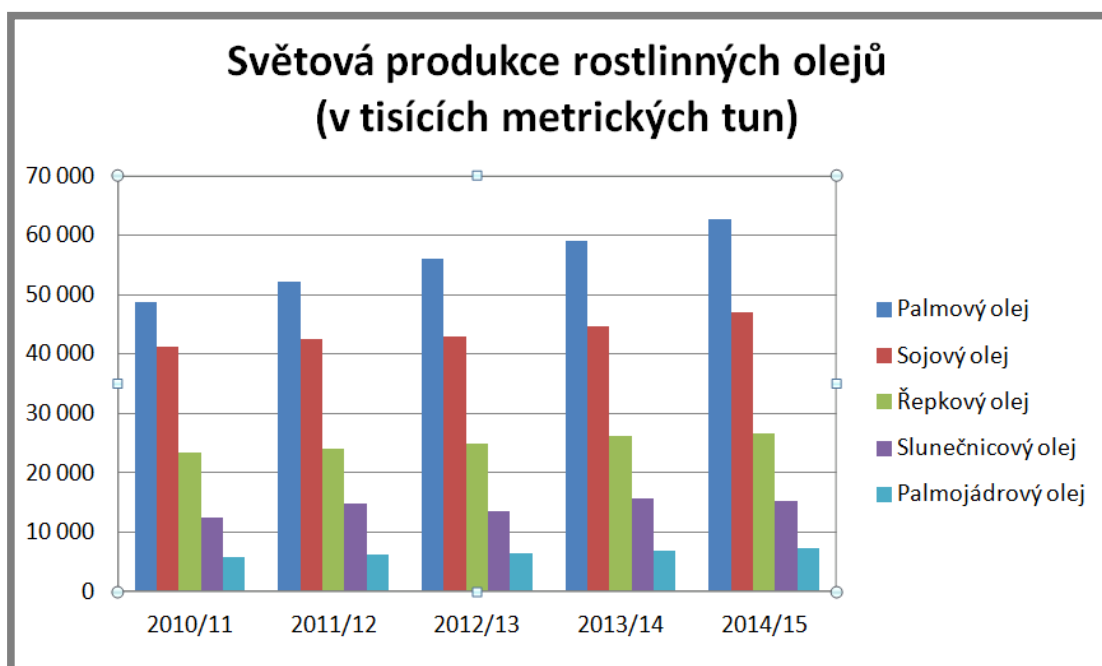
Podle typu mastných kyselin lze zjednodušeně rozdělit rostlinné oleje na nasycené a nenasycené. Právě stupeň nasycenosti a délka řetězce mastných kyselin zásadně ovlivňuje vlastnosti a funkci těchto olejů. Se zvýšením nenasycenosti bod tání klesá, ale rozpustnost v určitých rozpouštědlech a chemická reaktivita roste. Například palmový olej, který obsahuje až 51 % nasycených kyselin, je vysoce oxidačně stabilní, ale je pevný i za pokojové teploty, takže pro využití jako kapalný olej není příliš vhodný. [4]

Tab. 2.1 Složení běžných rostlinných olejů [4]

Rostlinný olej	Mononenasycené kyseliny	Polynenasycené kyseliny	Nasycené kyseliny
Olivový olej	75 %	11 %	14 %
Řepkový olej	58 %	36 %	6 %
Arašídový olej	48 %	34 %	18 %
Palmový olej	39 %	10 %	51 %
Kukuřičný olej	25 %	62 %	13 %
Sojový olej	24 %	61 %	15 %
Slunečnicový olej	20 %	69 %	11 %
Bavlníkový olej	19 %	54 %	27 %
Světlicový olej	13 %	78 %	9 %
Kokosový olej	6 %	2 %	92 %

2.3.3 Zpracování

Většina olejů a tuků pro lidskou spotřebu vychází z rostlin a zvířat. V posledních letech platí, že světová produkce rostlinných olejů rok od roku roste. Za posledních deset let vzrostla celková produkce o 48 % z 119,01 na 176,44 milionů metrických tun a na obr. 2-2 můžeme vidět produkci pěti nejčastějších rostlinných olejů v několika posledních letech. Z pohledu maziv jsou pro nás velmi zajímavé například řepka, sója, slunečnice, světlice barvířská a skočec obecný (ricinový olej). V těchto olejninách jsou obsaženy námi potřebné mastné kyseliny, které dále zpracováváme a upravujeme podle našich potřeb za účelem dosažení určitých vlastností. [16]



Obr. 2-2 Graf světové produkce rostlinných olejů [16]

Produkce rostlinných olejů různých olejnin se trochu liší, ale obecně se jedná o podobné procesy. Celý proces výroby se skládá ze tří částí. Nejdříve to je příprava semen, pak přijde na řadu samotné získávání oleje a nakonec dochází k různým úpravám vylisovaného surového oleje, například odsazení, destilace a další.

Odsazení je proces, kdy se ze surového oleje odstraňují fosfolipidy. Obvykle se to dělá přidáním hydroxidu sodného, který neutralizuje volné mastné kyseliny, hydrolyzuje fosfolipidy a odstraňuje některé barevné pigmenty. Dalším procesem při úpravě olejů je bělení. Využívá se schopnosti některých zemin absorbovat barviva, fosfolipidy, stopové prvky některých kovů a další látky. Směs vzniklá smícháním zeminy s olejem, který se po zahřátí filtruje a tím docílíme změny barvy oleje na neutrální. [4]

Další označením pro celou skupinu procesů je rafinace (odstranění volných mastných kyselin, fosfolipidů, barviv, nerozpustných látek, usazenin, ...). Jedná se o technologický proces čištění vstupní suroviny.

Mimo jiné se také odstraňuje zápach. Toho docílíme odstraněním těkavých látek a přeměnou oleje na čirou kapalinu, čehož dosahujeme snížením množství volných mastných kyselin a bílkovin. To provádíme například odpařováním nebo destilací. Dále je možné pomocí interesterifikace zlepšovat některé fyzikální vlastnosti oleje a to přeskupováním a přidáváním mastných kyselin na základní glycerol. To je obvykle prováděno pomocí katalyzátorů při poměrně nízké teplotě. [4]

Stejně jako jiné druhy olejů bývají i rostlinné oleje obvykle aditivované. To znamená, že se do nich přidávají příměsi pro zlepšení celé řady užitných vlastností jako například viskozity, životnosti nebo teplotní stability. Z důvodu jiného chemického složení rostlinných olejů ve srovnání s jinými oleji se musely vyvíjet nové druhy aditiv, protože obvyklá aditiva pro jiné oleje měly často na rostlinné oleje více nežádoucích dopadů než příznivých vlivů. Při výrobě aditiv pro tyto oleje se většinou také kladou podmínky na jejich biologickou rozložitelnost, ale i přesto téměř vždy platí, že s rostoucím množstvím takovýchto příměsí klesá biologická odbouratelnost oleje. [17]

Už několik desítek let se na olejnatých a i jiných rostlinách provádí genetické šlechtění, kterým se dají zlepšit některé vlastnosti. Dříve to bylo především za účelem zvýšení výnosu, odolnosti proti suchu nebo proti škůdcům, ale v pozdějších letech se genetické zásahy do olejnin uplatnili právě i ve zlepšení vlastností jejich oleje. Velký úspěch dosáhli především v modifikaci některých mastných kyselin, čímž změnili chemické složení olejů. Lze tak dosáhnout například lepší stability, lepšího chování olejů při nízkých teplotách, snížení potřeby chemických přísad nebo potřeba jiných chemických modifikací. To se především promítá do ceny základového oleje.

2.3.4 Vlastnosti

V posledních několika letech rostlinné oleje prošli obrovským vývojem, což je především způsobeno nemalými částkami vynakládanými na jejich vývoj. V současné době se dá říci, že rostlinné oleje často dosahují srovnatelných nebo dokonce lepších vlastností než jiné oleje, ale samozřejmě mají i některé nedostatky, které brání v jejich širšímu použití.

Viskozita

Viskozita je jednou z důležitých vlastností reálných kapalin. Charakterizuje vnitřní tření a je závislá na vnitřních silách mezi částicemi. Mimo jiné jí lze také charakterizovat jako odpor tekutiny proti silám, které posouvají nejmenší části této tekutiny.

Viskozita může být uváděna jako dynamická nebo kinematická. Dynamická viskozita charakterizuje odpor kapaliny proti vlastnímu pohybu nebo jiné vzájemné změně polohy částic. Kinematická viskozita je pak přímo závislá na dynamickou a to jako dynamická viskozita dělená hustotou. Někdy se, ale můžeme setkat i s tzv. relativní viskozitou, což je poměr dynamické viskozity naší kapaliny a dynamické viskozity srovnávací kapaliny.

U maziv určuje viskozita únosnost mazacího filmu, tvorbu tekutinového tření, těsnící schopnost maziv, čerpatelnost olejů a další. Příliš nízká viskozita oleje může způsobit, že mazivo bude vytlačováno z mazacího prostoru a to může lehce vést k poškození mazaných ploch, ale naopak příliš vysoká viskozita může znamenat nízkou tekutost a nedostatečné mazání. [7]

Jak už bylo v kapitole *Chemické složení* uvedeno, tak viskozita u rostlinných olejů je závislá na délce uhlíkových řetězců mastných kyselin a jejich nasycenosti a tady je pak jedna z nevýhod rostlinných olejů v porovnání se syntetickými. Mají oproti nim výrazně omezenější rozsah viskozit. Viskozity některých rostlinných olejů jsou v tab. 2.2 Pro porovnání můžeme použít tab. 2.3, kde můžeme najít některé druhy syntetických olejů a s nimi spojené viskozitní vlastnosti. [4]

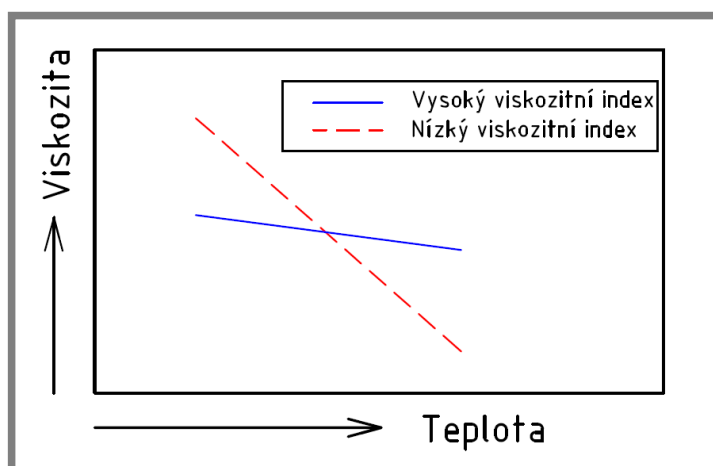
Tab. 2.2 Viskozitní vlastnosti rostlinných olejů [15]

Rostlinné oleje	Kinematická viskozita při 40 °C (mm ² .s ⁻¹)	Kinematická viskozita při 100 °C (mm ² .s ⁻¹)	Viskozitní index (1)
Sojový	32,7	7,5	224
Řepkový	39,5	8,5	200
Palmový	41,77	8,56	189
Palmojádrový	31,96	6,6	169
Olivový	40,1	8,6	200
Sezamový	33,6	8,1	229
Slunečnicový	38,5	9,9	205
Světlicový	37,9	8,33	206
Lněný	27,35	7,11	243
Ricinový	244,3	19,6	85

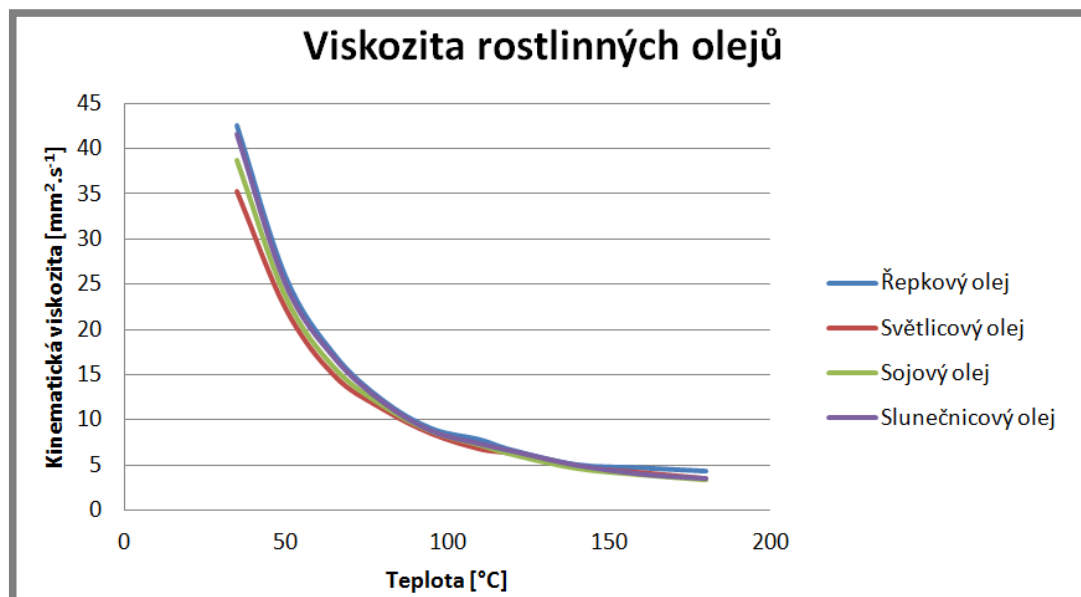
Tab. 2.3 Viskozitní vlastnosti syntetických olejů [4]

Syntetické oleje	Kinematická viskozita při 40 °C ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	Kinematická viskozita při 100 °C ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	Viskozitní index (1)
Diestery	6 až 46	2 až 8	90 až 170
Ftaláty	29 až 94	4 až 9	40 až 90
Diméry kyseliny C36	90 až 185	13 až 20	120 až 150
Polyoly	14 až 35	3 až 6	120 až 130
Polyestery	8 až 95	10 až 15	130 až 180

V provozu také musíme počítat s tím, že viskozita olejů se mění v závislosti na teplotě a tlaku. U kapalin na rozdíl od plynů viskozita s rostoucí teplotou klesá, což je způsobováno rozpadem shluků, které právě vznikají za nižších teplot, a růstu volného objemu v kapalině. Závislost změny viskozity na změnu teploty udává viskozitní index a to tak, že čím vyšší je viskozitní index, tím menší je závislost viskozity na teplotě. Tato závislost je zjednodušeně znázorněna na obr. 2-3 a na obr. 2-4 je zachycen skutečný průběh změny viskozity na teplotě u některých rostlinných olejů. Když bychom porovnávali rostlinné oleje s minerálními z pohledu viskozitních indexů, tak by dosáhli lepších hodnot rostlinné oleje. [4]



Obr. 2-3 Zjednodušený popis vlivu velikosti viskozitního indexu



Obr. 2-4 Reálná závislost viskozity na teplotě [4]

S tlakem je to naopak než s teplotou, když tlak roste tak roste i viskozita. U většiny maziv je účinek na viskozitu vlivem tlaku větší než vlivem teploty, pokud je tlak vyšší než atmosférický. Vztah mezi tlakem a viskozitou je především závislý na chemickém složení a velikosti tlaku, proto byla navržena celá řada různých aproximativních vztahů, které jde obvykle surčitou přesností použít jen pro specifické rozmezí tlaků a maziv. [5]

Dalším důležitým údajem popisujícím vlastnosti maziv je viskozitně-tlakový koeficient (PVC – pressure viscosity coefficient). Popisuje především tvorbu a chování mazacího filmu. Lze z něj vyčíst výkon a účinnost maziva při hydrodynamickém, elastohydrodynamickém a smíšeném mazání. Jeho znalost nám ulehčuje správné určení maziva pro konkrétní tribologickou aplikaci. Hodnota tohoto koeficientu nelze přímo změřit a počítá se z určitých parametrů, jako jsou například parametry měření (tlak a teplota) a parametry maziva (viskozita, hustota a viskozitní index). Je několik způsobů výpočtů PVC, a tak můžeme pro stejný olej při stejných podmínkách získat trochu jiné hodnoty, závislé právě na způsobu určování, ale obecně platí, že s rostoucí teplotou klesá hodnota PVC a roste s rostoucí viskozitou. Podle viskozitně-tlakového koeficientu se oleje dají rozdělit do tří skupin. Nejnižších hodnot dosahují tekuté krystaly, které jsou vrstvené do struktury, kde snadno dochází ke smyku. Tyto oleje jsou nevhodné pro vysoká zatížení. Druhým jakýmsi extrémem jsou oleje, které mají strukturu různě propletenou, čímž zabraňují smyku, anebo mezi jejich molekulami působí silné interakční síly. Mezi ně patří například naftenové a polyaromatické oleje. Takové oleje zvládají i velká zatížení. Mezi těmito dvěma skupinami je poslední, kam mimo jiné řadíme právě i rostlinné oleje. Hodnota PVC u většiny rostlinných olejů při 40 °C nepřesahuje 20 GPa⁻¹. Pohybuje se spíše v okolí 18 GPa⁻¹, ale třeba ricinový olej dosahuje hodnot až 26 GPa⁻¹. Pro srovnání například PAO6 (syntetický olej na bázi polyalfaolefinu) má hodnotu PVC 21 GPa⁻¹. [15]

Tepelná vodivost a teplotní kritéria pro použití maziv

Důležitými tepelnými vlastnostmi maziv jsou měrné teplo a tepelná vodivost. Ty jsou především důležité při určování chladících vlastností olejů a provozní teplotě povrchu. Schopnost vedení tepla je vyjádřena měrnou tepelnou vodivostí, která je u olejů velmi malá, ale roste s klesající hustotou a s klesající teplotou. [5]

Oleje, stejně jako ostatní maziva, mění své vlastnosti se změnou teploty, a proto jsou jejich funkční vlastnosti limitovány i teplotou. Jsou jisté hranice, pro každý olej jiné, při jejichž překročení oleje ztrácejí svou použitelnost a můžou dokonce vést k různým obtížím. Většina těchto hranic je stanovena z pohledu fázových změn. U olejů mluvíme o bodu zákalu, tuhnutí, vzplanutí a hoření. Tyto teploty jsou silně ovlivňovány tlakem. [5]

Bod zákalu a bod tuhnutí: Při ochlazování olejů nedochází k přeměně kapalné fáze v pevnou nějak, ale postupně, kde nejdříve při určité teplotě začnou vznikat krystalky a to je právě teplota bodu zákalu. U rostlinných olejů krystalizují tuky. Po bodě zákalu už nelze mluvit o olejích jako kapalině, ale stávají se multifázovými systémy tekutých a krystalických popřípadě semikrystalických složek. Tyto krystalky tvoří krystalovou mříž, která se s dalším snižováním teploty zpevňuje, až zcela znemožní pohyb zbylých kapalných složek a to je právě bod tuhnutí. [6] I na bod tuhnutí má vliv nasycenost mastných kyselin, protože nenasycené mastné kyseliny mají nižší bod tuhnutí, než ty s vyšším obsahem nasycených kyselin. Bohužel se u rostlinných olejů nedá přesně řídit těmito body, protože pokud jsou některé rostlinné oleje vystaveny dlouhodobě teplotám o něco vyšším, než je bod zákalu, může docházet ke vzniku krystalků. [14]

Bod vzplanutí a bod hoření: Bod vzplanutí je teplota, při které se v otevřené nebo i v uzavřené nádobě testovacího přístroje nahromadí za určitých podmínek dostatečné množství par, kdy k jejich zažehnutí stačí přiložit plamen. Při bodu hoření je teplota tak vysoká, že po zapálení par dochází k dostatečně rychlému vytváření dalších par a tím dochází k trvalému hoření. Tyto teploty jsou závislé především na chemickém složení a jsou velmi citlivé na přítomnosti některých příměsí a nečistot. [6] Zde nacházíme další výhodu rostlinných olejů v porovnání s minerálními a to, že rostlinné oleje mají obecně vyšší teplotu vzplanutí než minerální oleje o stejné viskozitě. [14]

Někdy se uvádí i bod varu, což je teplota, při níž kapalina vře. Vzhledem k tomu, že oleje se skládají z různých molekul s vlastními body varu, tak se stanovuje jisté rozmezí varu, které souvisí s molekulovou hmotností a viskozitou. Vyšší molekulová hmotnost vede k vyšší viskozitě i většímu rozsahu teplot varu.

Tab. 2.4 Teplotní kritéria olejů [4]

Oleje	Bod vzplanutí (°C)	Bod vznícení (°C)	Bod tuhnutí (°C)	Bod zákalu (°C)
Sojový olej	328	346	-9	-5,1
Ricinový olej	300	320	-28	-23,8
Řepkový olej	224	256	-33	-21,6
Kukuřičný olej	324	346	-15	-10,2
Bavlníkový olej	-	-	-6	-3,7
Lněný olej	322	348	-12	-7,4
Olivový olej	316	342	-6	-5,4
Palmový olej	-	-	23,9	18,6
Světlicový olej	322	350	-22	0,4
Slunečnicový olej	-	-	-15	-9,9
Sojový olej	314	340	-9	-4,9
Diester	200 až 260	-	-70 až -40	-
Ftaláty	200 až 270	-	-50 až -30	-
Diméry kyseliny C36	240 až 310	-	-50 až -25	-
Polyoly	250 až 310	-	-60 až -9	-
Polyester	220 až 280	-	-40 až -5	-

Oxidační stabilita

Oxidace, jakožto reakce některých látek s kyslíkem, je velmi častá reakce ve většině odvětví průmyslu a právě neupravené rostlinné oleje jsou výrazně oxidačně nestabilní a tak u nich dochází k tzv. žluknutí, což je z chemického hlediska oxidace dvojných vazeb nenasyčených mastných kyselin. [17]

Při oxidaci se výrazně mění vlastnosti oleje a pro nás je především nepříznivý růst viskozity. Bohužel oxidace zvyšuje viskozitu nevratně. V tom je rozdíl například od růstu viskozity způsobené klesající teplotou, kdy k návratu na původní hodnotu viskozity stačí olej zahřát.

Vedle počtu dvojných vazeb v mastných kyselinách ovlivňuje oxidační stabilitu i jejich poloha. Například u sojového oleje se objevují konjugované dvojně vazby mezi dvěma uhlíky (konjugované – termín, popisující stav, kdy dvě dvojně vazby v uhlíkovém řetězci stojí blízko sebe, mezi nimi je jen jedna dvojná vazba, $-C=C-C=C-$) a ty zvyšují jejich náchylnost k oxidaci. Běžný sojový olej obsahuje přibližně 52 % kyseliny linoleové, která má dvě konjugované dvojně vazby a 8 % kyseliny linolenové, která obsahuje 3 takovéto vazby. To vede k výrazné oxidační nestabilitě a při používání by rostla viskozita. Dalším velkým faktorem při posuzování oxidační stability je teplota, kde platí, že s rostoucí teplotou klesá stabilita. [4]

Nejjednodušším zabráněním oxidace je znepřístupnit příchod kyslíku, ale to nejde vždy. Dalšími možnostmi jak zpomalit oxidaci je použití více nasycených olejů nebo přidání antioxidantů. Velmi častou metodou je také hydrogenace, což je chemické přidávání vodíku a tím snižování počtu dvojných vazeb. Bohužel se kromě zvýšení

oxidační stability i zvýší bod tání a to může vést až k tomu, že tyto oleje budou pevné i za běžných teplot. Tuto reakci lze řídit a upravovat změnou teploty a tlaku, mícháním oleje nebo přidáním katalyzátorů. Zvyšování oxidační stability odstraňováním dvojných vazeb může ale také způsobovat ztrátu vlastností, díky kterým jsou rostlinné oleje vhodné jako maziva, například to může snižovat účinnost maziva za nízkých teplot. Navíc se chemické úpravy nasycenosti mastných kyselin promítají i do ceny takového maziva. [18] Z těchto důvodů jsou nejvhodnější rostlinné oleje, které obsahují velké procento mononenasycených mastných kyselin, ty mají vyšší oxidační stabilitu než polynenasycené oleje a také zůstávají kapalné v mnohem větším teplotním rozmezí než plně nasycené oleje. Nejobvyklejší mononenasycenou kyselinou je kyselina olejová. [19]

Kromě upravování už získaného oleje se tento problém odstraňuje i genetickým zlepšováním olejnatých semen.

Biologická rozložitelnost

Pokud u maziv mluvíme o biologické rozložitelnosti, tak máme na mysli rozpad jejich struktury působením mikroorganismů na produkty, jako jsou CO_2 , voda a dusík. Tímto rozkladem ztrácejí maziva svůj nepříznivý vliv na životní prostředí. Obecně se dá říci, že většina maziv je biologicky rozložitelná a to i minerální oleje, které jsou vyráběny z ropy. Problém, ale spočívá v době jejich rozkladu, proto pokud mluvíme o biologicky rozložitelných mazivech, tak pravděpodobně myslíme rychle rozložitelná. [20]

Z pohledu biologické rozložitelnosti se dají oleje zkoumat různými metodami. U vodou nerozpustných olejů to je nejčastěji metodou CEC L-33-T-82, která byla vyvinuta organizací Co-Ordinating European Council (CEC). Test spočívá v ponechání maziva smíchaného s rozkladnými bakteriemi 21 dní na teplotě 25 °C. Poté je vzorek zkoumán kvůli určení množství zbytkového nerozloženého maziva. Pro vodou rozpustné oleje existují jiné testy například OECD Screening test, kde je olej vystaven působení vody a kyslíku podobu 28 dnů. [21]

U většiny testovacích metod pro maziva platí toto jednoduché rozdělení: [21]

- Pomalu biologicky rozložitelné – během testu se nerozloží ani 60 %
- Biologicky rozložitelné – rozloží se 60 % až 80 % maziva
- Rychle biologicky rozložitelné – rozloží se více než 80 %

Reálnou rychlost rozpadu samozřejmě ovlivňuje spousta dalších faktorů, například rozptýl rozkládaného oleje v půdě, sluneční záření nebo přítomnost kyslíku. Proto pokud dojde k velkému úniku i biologicky dobře rozložitelných maziv, je potřeba takovou nehodu zlikvidovat. Rychlost rozložitelnosti olejů také klesá s jejich používáním a znečištěním. [20]

Bio maziva mohou být dvojího typu. Jedním typem jsou přírodní maziva (rostlinné oleje a živočišné tuky) a druhým jsou syntetické maziva, které jsou obvykle na bázi syntetických esterů a polyglykolů. Co se použití týká, tak syntetické oleje jsou v dnešní době, i přes svou vyšší pořizovací cenu, častěji používané než rostlinné oleje. To je především způsobeno jejich delší životností. [22]

V některých zemích, například v Německu, se u maziv udává také jakýsi stupeň ohrožení vod. Jde o určení třídy ohrožení savců, bakterií a ryb vodou, obsahující určité množství zkoumaného maziva. Tímto způsobem rozdělujeme maziva do 4 stupňů: WGK 0 (neohrožuje vodu), WGK 1 (ohrožuje vodu slabě), WGK 2 (ohrožuje vodu) a WGK 3 (ohrožuje vodu silně). Bio maziva se řadí do třídy WGK 0 a popřípadě i do WGK 1. [21]

Tab. 2.5 Oleje a jejich důležité vlastnosti pro výrobu bio maziv [21]

Oleje	Biologická odbouratelnost (CEC L-33-T-82)	Třída ohrožení vod	Oxidační stálost	Cenová relace (1)
Minerální olej	20 – 30 %	WGK 1	dobrá	1
Lékařský bílý olej	25 – 45 %	WGK 0	dobrá	1,5
Rostlinný olej (řepkový olej)	70 – 100 %	WGK 0	střední	3
PAO	0 – 30 %	WGK 0	dobrá	5
PEG	90 – 100 %	WGK 0	špatná	3
PPG	10 – 60 %	WGK 1	špatná	3
Syntetický olej diester	60 – 100 %	WGK 0	střední	10
Syntetický olej polyolester	90 – 100 %	WGK 1	dobrá	20

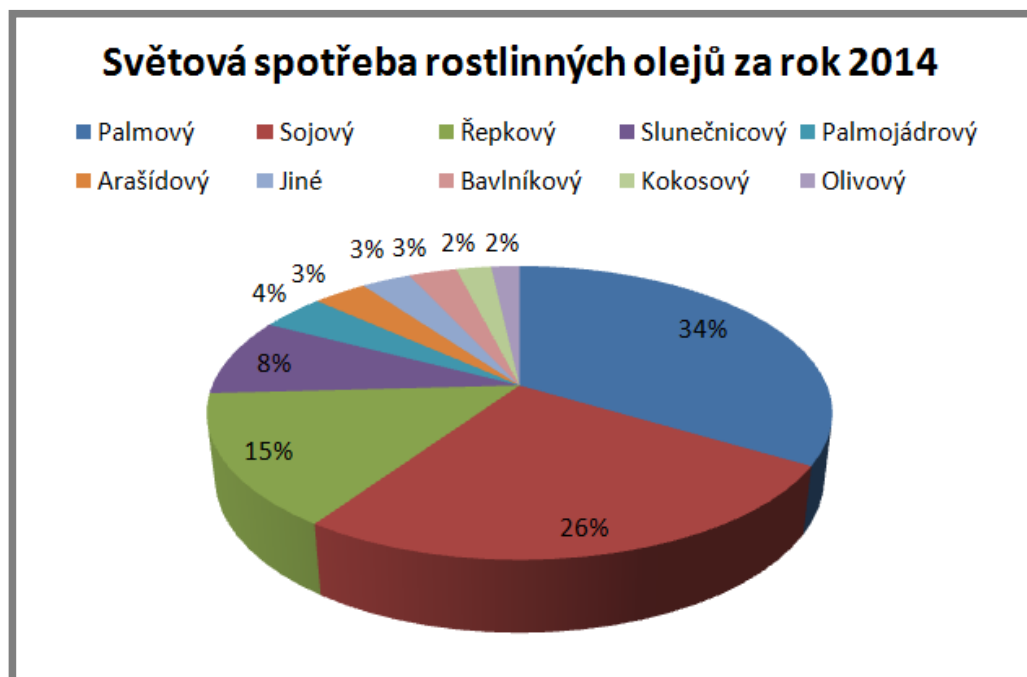
(PAO – syntetické oleje na bázi polyalfaolefinu, PEG - syntetické oleje na bázi polyethylenglykolu, PPG – syntetické oleje na bázi polypropylenglykolu)

Z tab. 2.5 jde snadno určit, že z těchto uvedených olejů lze použít jako základový olej pro bio oleje pouze rostlinné oleje (to neplatí pouze pro řepkový olej), syntetické oleje PEG a syntetické estery (polyolester i di-ester). Z toho cenově nejvýhodnější jsou rostlinné oleje a PEG oleje, ale tyto syntetické oleje jsou vodou rozpustné. Syntetické estery jsou pak ve srovnání s nimi cenově méně příznivé.

U rostlinných olejů je rychlá rozložitelnost způsobena především tím, že neobsahují těkavé organické látky, aromatické sloučeniny a ani halogeny.

2.3.5 Použití

Hlavní využití rostlinných olejů se nachází v potravinářském průmyslu, ale můžeme je objevit i ve farmacii, kosmetice a dalších odvětvích průmyslu. Díky jejich chemické struktuře, která dovoluje velké množství chemických přeměn, slouží rostlinné oleje jako suroviny pro velký počet výrobků.



Obr. 2-5 Graf světové spotřeby rostlinných olejů za rok 2014 [4]

Z rostlinných olejů lze také získat mnoho produktů, použitelných pro další využití, jako například vyšší mastné kyseliny, glyceroly, estery a další. Mastné kyseliny nejčastěji slouží k výrobě tukových aminů a mastných alkoholů, které se dále zpracovávají k výrobě změkčovadel, biocidů, přípravků v stavebnictví a produktů v textilním průmyslu. Glycerol má široké využití v kosmetice, ve výrobě barev, plastů, pryskyřic a výbušnin. [17]

V posledních letech se rostlinné oleje více a více prosazují i na poli strojního průmyslu a s ním souvisejících odvětví. Nesmazatelný vliv na to má růst zájmu společnosti o ekologii, s čímž souvisí rostoucí snaha nahradit syntetické a toxické látky něčím ekologicky vhodnějším. A právě v tomto směru jsou rostlinné oleje, díky své ekologické odbouratelnosti a nízké toxicitě, skvělou volbou. Nejznámějším příkladem je snaha nahrazovat klasická paliva vyráběná z ropy biopalivy, ale tento trend můžeme pozorovat i u kapalných maziv.

Sójový olej

Sója je pěstována především v USA, Kanadě, Číně, Argentině, Indonésii, Thajsku, Itálii a Jižní Koreji. Vždy byla pěstována hlavně k jídlu a krmivu domácích zvířat, před takovýmto využitím muselo vždy dojít k odstranění většinového množství oleje, který byl považován spíše za vedlejší produkt, ale v dnešní době využití sojového oleje roste a sojové boby začínají být pěstovány pro olej. [4]

Tab. 2.6 Vlastnosti sójového oleje [4], [15]

Hustota při 15 °C	0,926 kg.m ⁻³
Kinematická viskozita při 40 °C	32,7 mm ² .s ⁻¹
Kinematická viskozita při 100 °C	7,5 mm ² .s ⁻¹
Dynamická viskozita při 40 °C	30,3.10 ⁻³ Pa.s
Dynamická viskozita při 100 °C	7,3.10 ⁻³ Pa.s
Viskozitní index	224
Bod tuhnutí	-9 °C
Bod zákalu	-5,1 °C
Bod vzplanutí	328 °C
Bod hoření	346 °C

Sojový olej nemá v surovém stavu příliš dobré vlastnosti pro výrobu maziv. Má například velice špatnou oxidační stabilitu. A proto se u sojového oleje obvykle provádí hydrogenace za účelem zlepšení oxidační stability a někdy podstupuje i winterizace pro zlepšení chování se v chladu. Tyto nedostatky se také snažíme odstraňovat genetickými modifikacemi. [15] Vedle použití jako mazivo se sojový olej používá i k výrobě laků, barev, mýdel, změkčovadel, stabilizátorů PVC nebo fermeží. [17]

Palmový olej

Tento olej se vyrábí z oplodí palm. Ze semen palm se pak vyrábí palmojádrový olej, který má jiné vlastnosti než palmový.

Palmový olej má, díky velkému obsahu nasycených kyselin, vysokou teplotu tání a tím je způsobeno, že i za pokojových teplot zůstává pevný. Na druhou stranu ve srovnání s ostatními rostlinnými oleji má poměrně dobrou oxidační stabilitu, což způsobuje jeho delší životnost. [4]

Tento olej má hlavní využití v potravinářském průmyslu a v kosmetice, ale jako jedna se složek se také může objevit v biopalivu nebo v některém mazivu. [17] V Evropské unii je druhým nejpoužívanějším olejem v biopalivech a to především v Nizozemsku a Belgii. [16]

Tab. 2.7 Vlastnosti palmového oleje [4], [15]

Kinematická viskozita při 40 °C;	41,7 mm ² .s ⁻¹
Kinematická viskozita při 100 °C	8,6 mm ² .s ⁻¹
Viskozitní index	189
Bod tuhnutí	23,9 °C
Bod zákalu	18,6 °C

Řepkový olej

Řepkový olej je lisován ze semen řepky olejky. Tato olejnina se pěstuje především v severních klimatech v chladnějších a vlhčích regionech. To se hlavně týká Kanady a severní popřípadě střední Evropy, ale můžeme ji objevit i na jiných místech. U nás je to hlavní plodina mezi olejninami, například pro rok 2014 udává Ministerstvo

zemědělství, že řepka olejka byla na našem území sklizena na 389,3 tisících hektarech s průměrným výnosem 4 tun na hektar. [16]

Tento olej se hojně zpracovává na potravinářské i na technické účely. U nás je to především na methylestery mastných kyselin (MEŘO), které se přidávají do motorové nafty. Jedná se také o základový olej některých maziv nebo výchozí produkt pro výrobu barev, laků a tenzidů. Maziva na bázi tohoto olej mají dobré protioděrové a protikorozní vlastnosti a to především díky tomu, že proces modifikací surového řepkového oleje byl už úspěšně vyvinut. Tím se liší od sojového oleje, kde proces modifikací ještě nedosáhl takovýchto kvalit. [17]

Tab. 2.8 Vlastnosti řepkového oleje [4], [15]

Hustota při 15 °C	0,918 kg.m ⁻³
Kinematická viskozita při 40 °C	39,5 mm ² .s ⁻¹
Kinematická viskozita při 100 °C	8,5 mm ² .s ⁻¹
Dynamická viskozita při 40 °C	33,3.10 ⁻³ Pa.s
Dynamická viskozita při 100 °C	7.10 ⁻³ Pa.s
Viskozitní index	200
Bod tuhnutí	-33 °C
Bod zákalu	-21,6 °C
Bod vzplanutí	224 °C
Bod hoření	256 °C

Jen v Evropské unii se v roce 2014 spotřebovalo 850 000 tun sojového oleje do biopaliv a více než 6,2 milionů tun oleje našlo využití v jiných technických odvětvích, což ho staví v EU na první příčku, co se množství týče využitého v těžkém průmyslu. Například spotřeba sojového oleje ve stejném roce v technickém sektoru v EU byla zhruba 810 000 tun. Na druhou stranu musíme říct, že sojový olej je spíše doménou USA. [16]

Slunečnicový olej

Slunečnicový olej se získává ze semen slunečnice. Tento rostlinný rod má spoustu druhů, ale jen některé z nich jsou vhodné pro produkci oleje. Obecně se z chemického hlediska dá slunečnicový olej rozdělit do dvou skupin a to na olej ze slunečnic pěstovaných na severu a na jihu. Hlavní rozdíl je v obsahu mastných kyselin, kde v severním druhu je výrazněji zastoupena kyselina linolová než v jižním. Obdobně jako u většiny rostlinných olejů, tak i slunečnicový je velmi důležitý pro potravinářský průmysl. Dále se z něj vyrábí barvy, laky a v malé míře i maziva. Ale před nedávnem proběhl poměrně významný pokrok u tohoto olej na poli genetiky, kdy nové semena slunečnice obsahují vysoké procento kyseliny olejové, což vede k výraznému vzrůstu oxidační stability oleje a tím i možnosti lepšího technického využití. [4]

Tab. 2.9 Vlastnosti slunečnicového oleje [4], [15]

Hustota při 20 °C	0,923 kg.m ⁻³
Kinematická viskozita při 40 °C	38,5 mm ² .s ⁻¹
Kinematická viskozita při 100 °C	9,9 mm ² .s ⁻¹
Dynamická viskozita při 40 °C	36.10 ⁻³ Pa.s
Dynamická viskozita při 100 °C	8,7.10 ⁻³ Pa.s
Viskozitní index	205
Bod tuhnutí	-15 °C
Bod zákalu	-9,9 °C

Světlicový olej

Jedná se o olej lisovaný ze semen světlice barvířské. Tato plodina se pěstuje především na jihozápadě USA. Má vysoký obsah kyseliny linolové (73 %), což způsobuje na rostlinný olej poměrně dobrou oxidační stabilitu. [4] Používá se především k výrobě laků, barev a rychleschnoucích technických olejů. [17]

Tab. 2.10 Vlastnosti světlicového oleje [4], [15]

Kinematická viskozita při 40 °C	37,9 mm ² .s ⁻¹
Kinematická viskozita při 100 °C	8,3 mm ² .s ⁻¹
Viskozitní index	206
Bod tuhnutí	-22 °C
Bod vzplanutí	322 °C
Bod hoření	350 °C

Ricinový olej

Je získávaný ze semene skočce obecného. Má ve srovnání s většinou jiných rostlinných olejů rozdílné složení a s tím spojené vlastnosti. Je výrazně polární a to díky tomu, že obsahuje nenasycenou mastnou kyselinu ricinolejovou, která je tvořena i jednou hydroxylovou funkční skupinou. To způsobuje přilnavost ke kovovým povrchům a vynikající mazivost. [4] Také má vyšší viskozitu než jiné rostlinné oleje a díky tomu je vhodný k mazání motorů. Co se týče vlastností, tak je spíše podobný syntetickým esterovým olejům. Rozhodně to je jeden z nejlepších rostlinných olejů využitelných k mazání. [24]

Dříve byl hojně používán především u závodních strojů, ale kvůli své poměrně nízké oxidační stabilitě, která výrazně ovlivňuje životnost, a napadání barevných kovů, zejména bronzů, byl postupně odsunut syntetickými oleji. Ale ve srovnání s ostatním rostlinnými oleji se řadí spíše do stabilnějších olejů. V posledních letech se díky moderním chemickým inhibitorům, které výrazně prodlužují jeho životnost, a výzkumů rostlinných olejů, pomalu vracíme k jeho používání především v některých závodních strojích (motokáry nebo plochodrážní motocykly). [24]

Tab. 2.11 Vlastnosti ricinového oleje [4], [15]

Hustota při 25 °C	0,956 kg.m ⁻³
Kinematická viskozita při 40 °C	244,3 mm ² .s ⁻¹
Kinematická viskozita při 100 °C	19,6 mm ² .s ⁻¹
Dynamická viskozita při 40 °C	238,9.10 ⁻³ Pa.s
Dynamická viskozita při 100 °C	17,7.10 ⁻³ Pa.s
Viskozitní index	85
Bod tuhnutí	-28 °C
Bod vzplanutí	300 °C
Bod hoření	320 °C

2.3.6 Ukázka použití

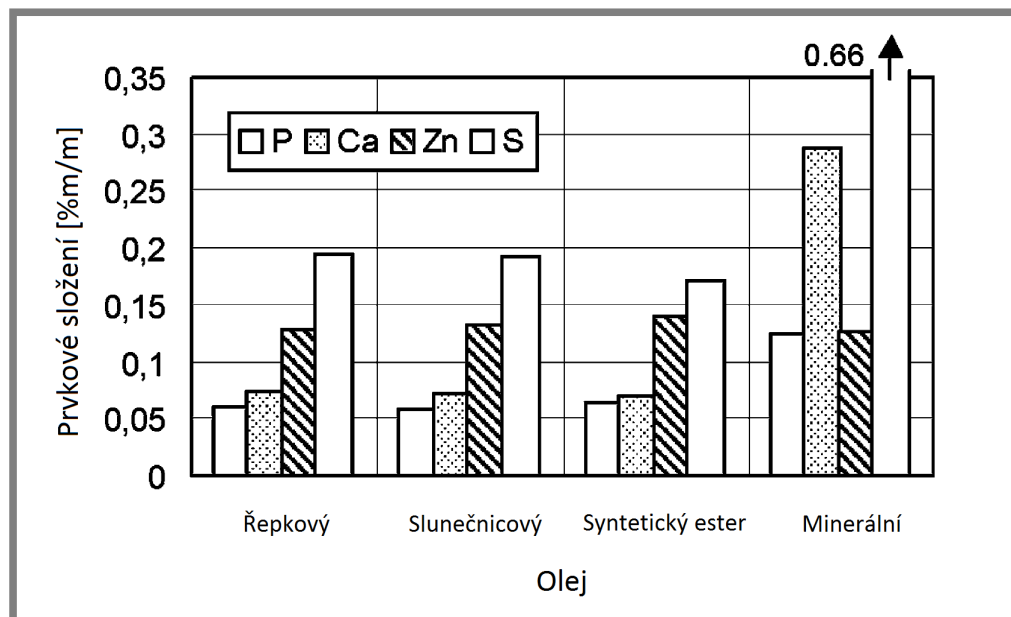
2.3.6

Jako ukázkou konkrétního použití jsem si vybral porovnání různých druhů univerzálního traktorového oleje. Jedná se o víceúčelový olej, který se používá v traktorech, bagrech, kombajnech, rypadlech a dalších především zemědělských strojích. Hlavní výhoda těchto olejů spočívá v jejich všestranném využití, čímž se usnadní údržba stroje. [25] Olej slouží k použití v převodovkách, rozvodech, ponořených brzdových řemenech (mokré brzdy) a hydraulických systémech. Tyto oleje se musí dokázat vyrovnat s častými studenými starty, se špinavým prostředím, s možností vniknutí vody, s velkým zatížením atd. [26]

Pro porovnání byly zvoleny čtyři oleje. Jako základové oleje byly vybrány dva rostlinné oleje (slunečnicový olej s vysokým obsahem kyseliny olejové a řepkový olej), jeden syntetický a jeden minerální olej. Všechny oleje byly aditivovány pro použití jako univerzální traktorové oleje. Na obr. 2-6 je znázorněno množství prvků příměsí jednotlivých olejů. Oběma rostlinným olejům byly přidány stejná aditiva a i v syntetickém esteru byly použity příměsi velmi podobného složení a množství. Naproti tomu minerální olej musel být výrazněji aditivován, aby byl vhodný pro použití jako univerzální traktorový olej. [26]

Tab. 2.12 Zkoumané oleje [26]

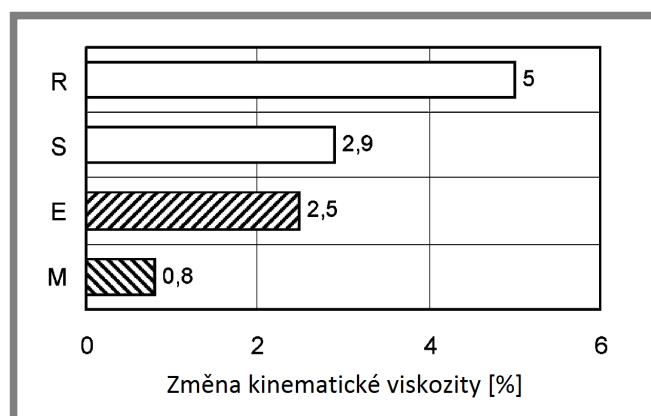
Základový olej	Typ	Viskozita při 100 °C (mm ² .s ⁻¹)	Viskozitní index (1)	Symbol
Řepkový olej	Biologicky rozložitelný univerzální traktorový olej	10,4	209	R
Slunečnicový olej	Biologicky rozložitelný univerzální traktorový olej	10,6	203	S
Syntetický ester	Biologicky rozložitelný univerzální traktorový olej	10,9	211	E
Minerální olej	Minerální univerzální traktorový olej	9,2	150	M



Obr. 2-6 Složení aditiv [26]

Test oxidační stability:

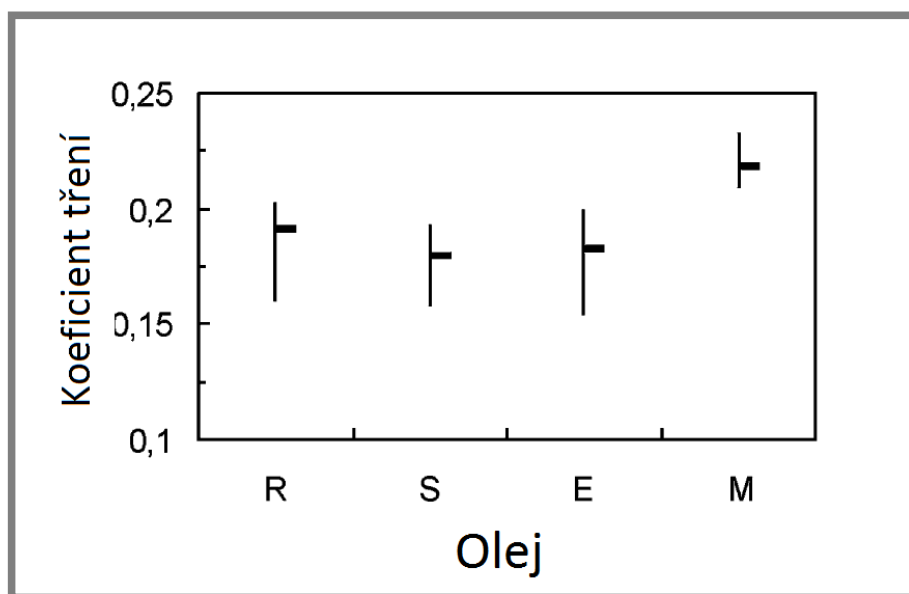
Oxidační stabilita byla zkoumána v laboratorních podmínkách podle DIN 51 554, kdy jsou zkušební oleje ponechány 3 dny při 95 °C ve skleněné nádobě, do které je přiváděn suchý vzduch. Na konci testu nesmí zvýšení kinematické viskozity oxidací přesáhnout 20 %. Tuto hranici nepřekročila žádná ze zkoušených látek. Výsledky testu jsou uvedeny na obr. 2-7. Z těchto hodnot je patrné, že rostlinné oleje mají horší oxidační stabilitu a to i po aditivování, kdy se právě jejich odolnost proti oxidaci výrazně zlepšila. Při srovnání obou rostlinných olejů se ukázal vliv chemického složení na oxidační stabilitu. Slunečnicový olej, který má díky genetickému šlechtění vysoký obsah kyseliny olejové (72,2 %) a méně než 20 % polynenasycených mastných kyselin, dosáhl lepších výsledků než řepkový olej, který je složený ze 49,1 % kyseliny olejové a více než 40 % polynenasycených mastných kyselin. Z tohoto testu vyšel nejlépe minerální olej, který má dokonce třikrát lepší stabilitu než syntetický ester. I přesto všechny oleje splnily podmínku testu (20 %) a jsou proto z tohoto pohledu vhodné k tomuto použití. [26]



Obr. 2-7 Výsledek testu oxidační stability [26]

Test tření:

Pomocí vysokofrekvenčního lineárního osciloskopu byl pozorován koeficient tření mezi dvěma povrchy oddělenými od sebe tenkou vrstvou zkušební oleje. Test probíhal dvě hodiny, kdy byly maximální, minimální a střední hodnoty zaznamenávány. Ty byly poté převedeny do grafu na obr. 2-8. Jak už bylo řečeno, tak syntetický ester a rostlinné oleje mají lepší mazací schopnosti než minerální olej. Na druhou stranu je patrné, že minerální olej vykazoval velmi konstantní tření v průběhu celého testu. Rozdíl v mazivosti rostlinných olejů a syntetických esterů oproti minerálním olejům je především způsoben jejich polární povahou. [26]

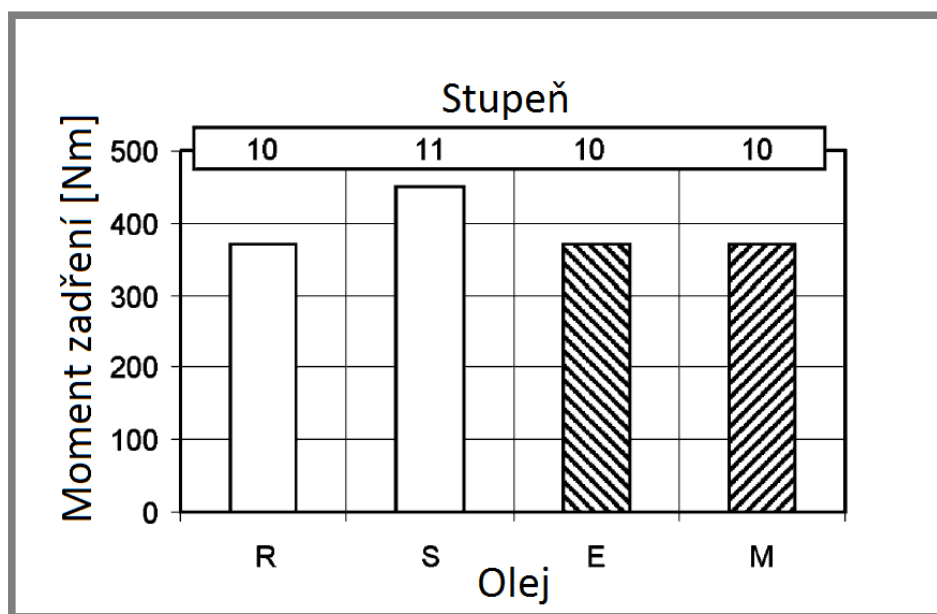


Obr. 2-8 Výsledek testu tření (určení koeficientu tření) [26]

Převodový test (test ochrany proti zadírání a opotřebení):

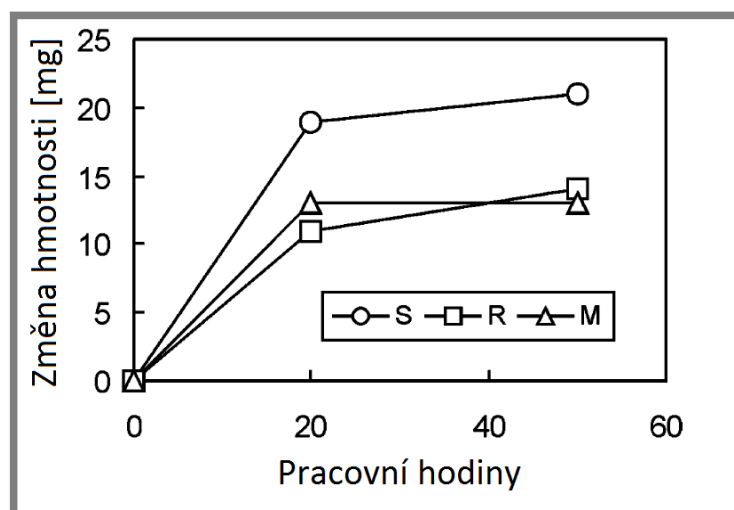
Převodový test slouží k posouzení schopnosti oleje pracovat při určitých zatíženích a podmínkách bez zadření. Posuzuje olej z pohledu ochrany ozubeného soukolí před adhezním opotřebením. Nejdříve bylo určeno, při kterém točivém momentu dojde k zadření. Tento test spočívá v tom, že se za předem určených podmínek postupně mění krouticí moment a to až do doby, kdy dojde k zadření. Moment se mění podle určitých stupňů, kterými se pak ohodnotí zkušební olej. Výsledek testu je zobrazen na obr. 2-9, z něhož plyne, že slunečnicový olej vydrží největší zatížení. Po univerzálním traktorovém oleji se požaduje, aby dosahoval stupně v rozmezí od 9 do 11, a to zkoušené oleje splňují. [26]

Z pohledu opotřebení je také velkou výhodou rostlinných olejů a syntetických esterů jejich schopnost dobře rozpouštět kaly a nečistoty, které by jinak právě zvyšovaly opotřebení kovových povrchů. Také mají rovněž lepší korozivodné účinky než minerální oleje. [2]



Obr. 2-9 Výsledek testu zadření převodové soustavy [26]

Dalším převodovým testem u univerzálních traktorových olejů je test ztráty hmotnosti ozubených kol. Tento test probíhá na přesně navrženém ozubeném soukolí (převodovka typu C), kde za teploty 120 °C, nízkých rychlostí (0,35 a 0,2 m.s⁻¹), které spolu způsobí vznik tenkého filmu oleje, a zátěžovém stupni 10, se stanoví po 20 a 50 hodinách změna hmotnosti pastorku. Tato změna hmotnosti je úzce spojená s opotřebením a udává tak výkon maziva proti opotřebení. Při tomto testu podal nejhorší výsledky slunečnicový olej. Řepkový olej dosáhl téměř shodných hodnot jako minerální olej. [26]



Obr. 2-10 Výsledek testu opotřebení pastorku [26]

Z těchto výsledků lze vyvodit, že rostlinné oleje mohou dosahovat srovnatelných kvalit s minerálními a syntetickými oleji a jako základový olej pro výrobu univerzálního traktorového oleje se dají úspěšně použít.

3 DISKUZE

3

Vývoj a pokrok průmyslu je velmi úzce spojen i s rostoucími požadavky na maziva, jako například na snížení tření nebo odvádění tepla, a to je jeden z důvodů, proč jsou neustále vynakládány nemalé finanční prostředky na vývoj a výrobu maziv. Volbou vhodného maziva můžeme snížit třecí ztráty, prodloužit životnost součástí a samozřejmě celkově snížit provozní náklady mazaného stroje. Většina mazacích olejů má svůj původ v ropě, která je neobnovitelným zdrojem, a proto se začalo pátrat po náhradě. Jednou z nejlepších alternativ jsou oleje lisované z některých druhů rostlin. Z předchozí rešerše je zřejmé, že tyto oleje vykazují výbornou mazivost a účinnost proti opotřebení.

Základní vlastností, která se pozoruje u olejů používaných k mazání, je viskozita. Tato veličina je úzce spojená s tlakem a teplotou oleje a právě závislost viskozity na teplotě je další typickou vlastností, kterou u olejů sledujeme. Uvádí se pomocí viskozitního indexu. Bylo zjištěno, že rostlinné oleje dosahují ve srovnání s minerálními a syntetickými oleji lepších hodnot viskozitního indexu, které obvykle přesahují hodnotu 200. Na druhou stranu jsou rostlinné oleje odkázány pouze na omezený rozsah viskozit. [2]

Ať už rostlinné oleje vykazují jakkoliv dobré mazací vlastnosti, tak je nelze použít kdekoliv a kdykoliv vzhledem k omezenému rozsahu viskozit a jejich oxidační stabilitě. To je jeden z jejich největších problémů ve srovnání s ostatními oleji. Výrazně rychleji oxidují, čímž roste jejich viskozita a ztrácejí svoji použitelnost. Naštěstí se v posledních několika letech tímto problémem zabývalo velké množství vědců a výzkumných stanic. Díky jejich studiím je možné na dnešním trhu objevit modifikované rostlinné oleje s téměř srovnatelnou životností jako jejich syntetické protějšky. Jde především o vývoj aditiv, která výrazně zlepšují oxidační stabilitu, v tomto spojení mluvíme o antioxidantech. Vedle toho pokročily i genetici, kteří u celé řady olejnin dokázali změnit chemické vlastnosti z nich lisovaných olejů, což v řadě případů vedlo ke zvýšení stability, například u slunečnicového oleje s vysokým obsahem kyseliny olejové. Pak samozřejmě i skladování a zpracování surového oleje může zlepšit tuto vlastnost. To vše se, ale promítá do ceny. [4]

Pro každou aplikaci oleje je také typická jiná provozní teplota. Jak už jsem zmínil, tak teplota silně ovlivňuje viskozitu, životnost a další vlastnosti. Ale pokud bychom toto zanedbali a podívali se na rostlinné oleje pouze z pohledu jejich chování při rozdílných teplotách, tak bychom objevili další problém. Rostlinné oleje mají v porovnání s jinými běžnými oleji vyšší teplotu tuhnutí, tím pádem za vyšších teplot dochází ke krystalizaci a ztrátě kapalnosti. To vede k nepoužitelnosti mazacího oleje. [2] U některých rostlinných olejů k tomuto jevu začíná docházet už téměř při 0 °C, když bychom to porovnali s minerálními oleji, tak tam je to mnohem výrazněji pod nulou. U syntetických olejů velmi záleží na jejich druhu, ale bod tuhnutí se u nich běžně pohybuje až v desítkách °C. Na druhou stranu rostlinné oleje vykazují velmi vysokou teplotu vzplanutí a to až nad 300 °C. Z tohoto pohledu jsou na tom lépe než běžné syntetické a minerální oleje. To by se teoreticky dalo využít při mazání specifických strojů pracujících při vysokých teplotách, kde ostatní kapalinové oleje selhávají. Nicméně rostlinné oleje při takto vysokých teplotách ztrácí své dobré mazací vlastnosti. Samozřejmě i tyto tepelné vlastnosti jsou měněny

přidáváním přísad jako tomu je u oxidační stability nebo u jakékoliv jiné vlastnosti, kterou potřebujeme změnit. [4]

Vedle dalších vlastností rostlinných olejů je nutné zmínit jejich rychlou biologickou odbouratelnost a nízkou toxicitu. Je zřejmé, že tyto dvě vlastnosti jsou ještě před jejich dobrými mazacími schopnostmi důvodem, proč si v posledních letech rostlinné oleje neustále upevňují své postavení mezi ostatními syntetickými a minerálními oleji. Osobně si myslím, že toto by dříve nebylo možné, protože pouze úbytek ropy by podle mě nevedl k tak masivnímu financování vývoje rostlinných olejů a tak se domnívám, že na tomto trendu má velkou zásluhu i rostoucí snaha společnosti o ekologičtější hospodaření s naší Zemí. V tomto ohledu se minerální oleje nedají téměř srovnávat s rostlinnými oleji, protože jejich biologická rozložitelnost je velmi pomalá. Samozřejmě nejsou oleje na rostlinné bázi jedinými biologicky odbouratelnými oleji na našem trhu a ve skutečnosti nejsou ani nejčastějšími, ale mají zde zajisté své pevné postavení. Vedle nich jsou pak biologicky rozložitelné syntetické oleje. [20]

Pro uplatnění této skupiny olejů v průmyslu je jednou z nejsledovanějších položek cena. Zde platí, že rostlinné oleje jsou až tři násobně dražší než běžné minerální oleje srovnatelných vlastností, ale v prospěch rostlinných olejů zde hraje jejich biologická rozložitelnost. S běžnými syntetickými oleji je už cena téměř srovnatelná, ale pokud mluvíme například o speciálních syntetických biologicky rozložitelných olejích, tak ty mohou být až několikanásobně dražší než rostlinné oleje, ale to je obvykle kompenzováno lepšími vlastnostmi a to především delší životností. Samozřejmě cena rostlinných olejů roste s přidáváním přísad. [21]

Jak se dá očekávat, tak jen některé rostlinné oleje jsou vhodné pro použití jako mazivo. Nejčastějšími jsou oleje lisované ze semen řepky a sóji, přičemž sója je typická především pro USA, což je stát, který dává do vývoje rostlinných olejů největší finance, a řepka je spíše doménou Evropy a to samozřejmě platí i pro Českou Republiku. Když bychom srovnávali vlastnosti, tak v surovém stavu je vhodnější řepkový olej. Dalšími často používanými oleji jsou slunečnicový, a to především po jeho genetické úpravě, kdy byl zvýšen obsah kyseliny olejové, světlicový a ricinový olej. Ricinový olej je velmi specifický, ve srovnání s jinými rostlinnými oleji má výrazně rozdílné vlastnosti a často je proto srovnáván spíše s některými syntetickými oleji. [4]

Abych lépe ukázal použitelnost rostlinných olejů, tak jsem vybral srovnání některých olejů na konkrétní aplikaci. Úmyslně jsem zvolil tzv. univerzální traktorový olej, který je nejčastěji používán v zemědělských a lesnických strojích jako olej sloužící k celé řadě aplikací, například mazání převodovek, užití v mokrých brzdách nebo dokonce i v hydraulickém systému. Právě u tohoto oleje si myslím, že je velmi důležitá biologická rozložitelnost maziva, když vezmeme v potaz, že většina strojů používajících tento olej se pohybuje v prostředí, kde může velmi snadno dojít ke kontaminaci podzemních vod, půdy a vegetace. Srovnávali se oleje na bázi řepkového, slunečnicového, minerálního oleje a syntetických esterů. Jako slunečnicový olej byl použit právě zmiňovaný geneticky modifikovaný slunečnicový olej s vysokým obsahem kyseliny olejové. Všechny oleje obsahují poměrně málo aditiv a paradoxně nejvíce aditivován byl minerální olej. Samozřejmě cena aditiv pro minerální oleje je nižší než pro rostlinné, pro které se museli vyvíjet nové a nešlo

použít běžná aditiva pro minerální nebo syntetické oleje. Jak se dalo očekávat, tak testy oxidační stability vyšly ve prospěch minerálního oleje, který dosáhl více než pětinasobně lepších hodnot než řepkový olej, přičemž se porovnávala procentuální změna kinematické viskozity. K poměrně zajímavým výsledkům se došlo při srovnání syntetického oleje se slunečnicovým, kdy jejich oxidační stabilita vyšla velmi podobně. Zde se také ukázala důležitost genetických úprav, díky kterým slunečnicový olej dosáhl takto dobrých hodnot. V následujících testech byly oleje porovnávány z pohledu tření a opotřebení. Zde se u rostlinných olejů ukázaly jejich přirozené výborné mazací vlastnosti a dosáhly lepších hodnot než minerální olej. Co se týče převodových testů, kdy se posuzuje schopnost oleje snižovat tření a opotřebení převodových soustav, tak i zde rostlinné oleje dosáhli velmi slušných výsledků. Když bychom posoudili výsledky všech těchto testů, tak lze říci, že rostlinné oleje dosahují srovnatelných a někdy dokonce lepších hodnot než minerální oleje. Na druhou stranu cena minerálních olejů je nižší a i životnost je delší. [26]

V této práci je zmíněna celá řada hodnot (například viskozita, viskozitní index, bod tuhnutí, složení olejů apod.). Tyto hodnoty byly s příslušným uvedením zdroje získány z běžných vzorků rostlinných olejů obvyklými metodami. To znamená, že hodnoty z jiných zdrojů se můžou lišit podle použití jiného vzorku a jiných testovacích metod. Vlastnosti rostlinných olejů se můžou odlišovat například i podle chemického složení, obsahu příměsí, zpracování nebo lisování. Chemické složení silně ovlivňuje třeba i nadmořská výška nebo množství slunečního záření, dopadajícího na plodinu během růstu.

Rostlinné oleje jsou ideální pro použití především v oblastech, kde existuje velká hrozba kontaminace prostředí. To je například v lesnictví, říční dopravě a zemědělství. Typickými aplikacemi jsou například mazání pilařských nožů, řetězů nebo motorů menších lodí. Tyto oleje jsou také vhodné pro tlakové nízké až střední hydraulické systémy. Co se týče převodovek, tak tam se obvykle používají spíše u méně namáhaných převodů a za teplot nižších než 60 °C. To ale není podmínkou, jak jsem už uváděl v příkladě, tak i u traktorových soustav, které jsou výrazně namáhány, lze rostlinné oleje úspěšně použít. Díky tomu, že byla vyvinuta celá škála různých aditiv pro rostlinné oleje, tak je možné je použít ve většině běžných operací s poměrně dobrými výsledky. [27]

Myslím si, že význam rostlinných olejů v technickém průmyslu nadále poroste. To se dá vyčíst i jen z toho, že se neustále vynakládají další obrovské finanční částky na jejich výzkum. Už dnes mají své pevné místo v celé řadě průmyslových odvětví a v odvětví zabývající se mazivy bude jejich vývoj také pravděpodobně pokračovat. Nemyslím si, že jejich celý potenciál je již vyčerpaný, a proto se dá očekávat, že se s nimi budeme setkávat čím dále častěji. Na druhou stranu nevěřím, že dokážou vědci odstranit všechny jejich nedostatky, tak aby dokázali zachovat i ostatní jejich požadované vlastnosti na dostatečné úrovni, a proto si myslím, že zde vždy budou aplikace, kde budou požadovány jiné speciální oleje. Celkově se tedy nedá v příštích několika letech očekávat, že by rostlinné oleje dokázaly vytlačit minerální a syntetické oleje z jejich většinového podílu na trhu s mazivy.

4 ZÁVĚR

V souladu se zadáním, řeší bakalářská práce problematiku rostlinných olejů v průmyslu se zaměřením na jejich mazací vlastnosti a uplatnění. Cíle práce byly splněny v plném rozsahu.

Práce obsahuje základní obecné informace o samotném procesu mazání a tribologii, tedy vědní oblasti, která se obecně zabývá právě mazivy a třením. Můžeme v ní najít také informace o jiných alternativách maziv, než jsou rostlinné oleje.

Hlavní část popisuje rostlinné oleje z pohledu jejich chemického složení a s tím úzce spojených vlastností. Zde bylo zmíněno obecné porovnání těchto vlastností s jinými běžnými oleji. Jedna z důležitých částí této práce byla věnována problematice ochrany životního prostředí. Zde byla popsána především rychlá biologická rozložitelnost rostlinných olejů a zdůraznění problému většiny jiných běžných olejů s tímto jevem.

Navazující část práce popisuje vybrané oleje z pohledu jejich vlastností, použití nebo produkce.

Jednou z posledních částí práce byla ukázka konkrétního použití rostlinných olejů ve srovnání s minerálním a syntetickým olejem a to především z pohledu jejich životnosti a schopnosti snižovat tření a opotřebení.

Na závěr byla v diskuzi shrnuta celková problematika rostlinných olejů, která byla doplněna o osobní postřehy autora a o možné vyhlídky do budoucnosti těchto olejů.

Další problémem, kterým by se dalo v jiné práci zabývat, jsou aditiva pro rostlinné oleje a to třeba už jen z důvodu jejich rozdílnosti v porovnání s aditivou pro jiné běžné oleje, které často nejsou pro použití s rostlinnými oleji vhodné.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**5**

- [1] Úniky ropných látek a jejich likvidace. *Oleje.cz: Svět maziv* [online]. 2015 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <https://www.oleje.cz/clanek/Uniky-ropnych-latek-a-jejich-likvidace>
- [2] ERHAN, Sevim Z a Svajus ASADAUSKAS. *Industrial Crops and Products: Lubricant basestocks from vegetable oils* [online]. 2000. **11**(2-3): 277-282 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1016/S0926-6690(99)00061-8. ISSN 09266690. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669099000618>
- [3] BLAŠKOVITŠ, Pavel, Marián DZIMKO a Jozef BALLA. *Tribológia*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1990. 360 s. ISBN 80-050-0633-0.
- [4] HONARY, Lou A a Erwin William RICHTER.. *Biobased lubricants and greases: technology, and products* [online]. Hoboken, N.J.: Wiley, 2011. 216 s. [cit. 2015-05-07]. ISBN 978-047-0971-956. Dostupné z: <http://site.ebrary.com/lib/VUTBRFME/detail.action?docID=10510387>
- [5] BEČKA, Jan. *Tribologie*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1997. 212 s. ISBN 80-010-1621-8.
- [6] ŠTĚPINA, Václav a Václav VESELÝ. *Maziva a speciální oleje (Základy tribotechniky)*. 1. vyd. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1980. 688 s.
- [7] ŠTĚPINA, Václav a Václav VESELÝ. *Maziva v tribologii: celoštátna vysokoškolská príručka pre vysoké školy technické*. 1. vyd. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1985. 406 s.
- [8] QUINN, T F J. *Tribology: Physics Education* [online]. 1997, **12**(3): 140-143 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1088/0031-9120/12/3/302. ISSN 00319120. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/0031-9120/12/i=3/a=302?key=crossref.e832ea6a35984aacc5f692509a983e41>
- [9] STACHOWIAK, G. W. a A. W. BATCHELOR. *Engineering tribology*. 2014, 4. vyd. Oxford: Butterworth-Heinemann. 852 s. ISBN 978-0-12-397047-3.
- [10] ZEHNÁLEK, Josef. *Chemie, paliva, maziva*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. 176 s. ISBN 80-7157-314-0.
- [11] Základové oleje. *Oleje.cz: Svět maziv* [online]. 2015 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.oleje.cz/clanek/Zakladove-oleje>
- [12] Základy výroby minerálních olejů. *Petroleum.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/zpracovani/zpracovani-ropy-34.aspx>
- [13] MIKULA, H. *Energetické využití recyklovaných rostlinných olejů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 68 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
- [14] MARTINŮ, M. *Studium vlastností různých rostlinných olejů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 97s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jana Zemanová, Ph.D.
- [15] BIRESAW, Girma a Grigor B. BANTCHEV. *Tribology Letters: Pressure Viscosity Coefficient of Vegetable Oils* [online]. 2013. **49**(3): 501-512 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1007/s11249-012-0091-9. ISSN 1023-8883. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11249-012-0091-9>

- [16] SVOBODOVÁ, Iva. *Situační výhledová zpráva: Olejniny 2014*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2014. ISBN 978-80-7434-189-2. ISSN 1211-7692.
- [17] KOHOUTEK, P. *Kapalná průmyslová maziva na bázi rostlinných olejů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008.
- [18] FOX, N.J. a G.W. STACHOWIAK. *Tribology International: Vegetable oil-based lubricants—A review of oxidation* [online]. 2007. **40**(7): 1035-1046 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1016/j.triboint.2006.10.001. ISSN 0301679x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301679X06003185>
- [19] MANNEKOTE, Jagadeesh K. a Satish V. KAILAS. *Journal of Materials Research and Technology: The Effect of Oxidation on the Tribological Performance of Few Vegetable Oils* [online]. 2012. **1**(2): 91-95 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1016/S2238-7854(12)70017-0. ISSN 22387854. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2238785412700170>
- [20] Biologicky rozložitelná maziva (biomaziva). *Techmagazín: Nejrychlejší spojení se světem průmyslové techniky* [online]. 2013 [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/954>
- [21] Speciální maziva: Biologicky odbouratelná maziva. *Molyduval.cz* [online]. 2005 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.molyduval.cz/>
- [22] Ekolist.cz. *Odbouratelná mastnota* [online]. 2006 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/odbouratelna-mastnota>
- [23] International: World Vegetable Oil Consumption. *Soystats 2014* [online]. 2015 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://soystats.com/international-world-vegetable-oil-consumption/>
- [24] BROŽ, Pavel. Využití ricínového oleje k mazání motoru. *PER-oil: Značkové oleje* [online]. 2011 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.znackoveoleje.cz/znackoveoleje/5-ZAJIMAVOSTI/10-Ostatni>
- [25] KUNZ, A. Entwicklung eines Universal Tractor Transmission Oil (UTTO) auf Basis nachwachsender Rohstoffe. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* [online]. 2006. **37**(2): 191-201 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1002/mawe.200500984. ISSN 0933-5137. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mawe.200500984>
- [26] KRŽAN, Boris a Jože VIŽINTIN. *Tribology International: Tribological properties of an environmentally adopted universal tractor transmission oil based on vegetable oil*. [online]. 2003. **36**(11): 827-833 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1016/S0301-679X(03)00100-2. ISSN 0301679x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301679X03001002>
- [27] LEUQNER, Lloyd. *Biodegradable Oils – How to Apply and Maintain* [online]. 2003. Dostupné z: <http://www.machinerylubrication.com/Read/511/biodegradable-oils>

6 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

6

Obr. 2-1 Blokové schéma výroby minerálních olejů [12]	17
Obr. 2-2 Graf světové produkce rostlinných olejů [16]	20
Obr. 2-3 Zjednodušený popis vlivu velikosti viskozitního indexu	23
Obr. 2-4 Reálná závislost viskozity na teplotě [4]	24
Obr. 2-5 Graf světové spotřeby rostlinných olejů za rok 2014 [4]	29
Obr. 2-6 Složení aditiv [26]	34
Obr. 2-7 Výsledek testu oxidační stability [26]	34
Obr. 2-8 Výsledek testu tření (určení koeficientu tření) [26]	35
Obr. 2-9 Výsledek testu zadření převodové soustavy [26]	36
Obr. 2-10 Výsledek testu opotřebení pastorku [26]	36

7 SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Složení běžných rostlinných olejů [4]	20
Tab. 2.2 Viskozitní vlastnosti rostlinných olejů [15]	22
Tab. 2.3 Viskozitní vlastnosti syntetických olejů [4]	23
Tab. 2.4 Teplotní kritéria olejů [4]	26
Tab. 2.5 Oleje a jejich důležité vlastnosti pro výrobu bio maziv [21]	28
Tab. 2.6 Vlastnosti sójového oleje [4], [15]	30
Tab. 2.7 Vlastnosti palmového oleje [4], [15]	30
Tab. 2.8 Vlastnosti řepkového oleje [4], [15]	31
Tab. 2.9 Vlastnosti slunečnicového oleje [4], [15]	32
Tab. 2.10 Vlastnosti světlicového oleje [4], [15]	32
Tab. 2.11 Vlastnosti ricinového oleje [4], [15]	33
Tab. 2.12 Zkoumané oleje [26]	33