

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

127279

**FYZIKÁLNE VLASTNOSTI BIOMAZADIEL Z HĽADISKA
POSUDZOVANIA ICH KVALITY**

2010

Lenka Torčíková

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**FYZIKÁLNE VLASTNOSTI BIOMAZADIEL Z HĽADISKA
POSUDZOVANIA ICH KVALITY**

Bakalárska práca

Študijný program:	Manažérstvo produkcie kvality
Študijný odbor:	5. 2. 57 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra fyziky
Školiteľ:	Vlasta Vozárová RNDr.,PhD.

Nitra 2010

Lenka Torčíková

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Lenka Torčíková vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Fyzikálne vlastnosti biomazadiel z hľadiska posudzovania ich kvality“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 8. 4. 2010

Lenka Torčíková

Pod'akovanie

Moje pod'akovanie patrí RNDr. Vlaste Vozárovej, PhD., za jej obetavosť, ochotu, cenné rady, podnety i odbornú konzultáciu pri písaní mojej bakalárskej práce.

Abstrakt (v štátnom jazyku)

Bakalárska práca sa zaoberá mazadlami ako dôležitými konštrukčnými prvkami, ktoré tvoria neoddeliteľnú súčasť výroby. Je zameraná na všeobecnú charakteristiku mazadiel, ktorých základnou vlastnosťou je ich mazacia schopnosť. Práca sa ďalej zaoberá rozdelením mazadiel na jednotlivé skupiny z rôznych hľadísk, fyzikálnymi vlastnosťami, metódami merania termofyzikálnych veličín, zariadeniami na meranie daných veličín, skúmaním vplyvu teploty na vlastnosti mazadiel a metódami termickej analýzy.

Kľúčové slová: mazadlá, biomazadlá, fyzikálne vlastnosti, termické analýzy

Abstract (in English language)

Bachelor's thesis deals with lubricants as important structural elements that form an integral part of production cycle. The thesis is focused on the general characteristics of lubricants, whose primary feature is its lubricating ability. The thesis also aimed at the dividing of lubricants into individual groups from different aspects, physical characteristics, methods of measuring thermo - physical parameters, measuring instruments for measuring given parameters, exploration of effect of temperature on lubricant characteristics and methods of thermal analysis.

Keywords: lubricants, bio-lubricants, physical characteristics, thermal analysis

Obsah

Obsah	5
Zoznam ilustrácií	7
Zoznam skratiek a značiek.....	8
Slovník termínov	9
Úvod	10
1 Prehľad súčasného stavu problematiky	11
1.1 Všeobecná charakteristika mazadiel.....	11
1.2 Rozdelenie mazadiel.....	11
1.2.1 Z hľadiska skupenstva	11
1.2.2 Z chemického hľadiska	13
1.2.3 Z hľadiska pôvodu	13
1.3 Biomazadlá	13
1.3.1 Všeobecná charakteristika biomazadiel.....	13
1.3.2 Rozdelenie biomazadiel	15
2 Cieľ práce.....	18
3 Metodika práce.....	19
4 Vlastná práca	20
4.1 Fyzikálne vlastnosti mazadiel.....	20
4.1.1 Viskozita	20
4.1.2 Hustota	23
4.1.3 Kompresibilita.....	24
4.1.4 Tepelná vodivosť	24
4.1.5 Hmotnostná tepelná kapacita	25
4.1.6 Koeficient teplotnej vodivosti.....	25
4.2 Metódy merania termofyzikálnych veličín.....	26
4.2.1 Bezzdrojové metódy	26
4.2.2 Zdrojové metódy	27
4.3 Meracie zariadenia.....	28
4.3.1 ISOMET 2104.....	28
4.3.2 Viskozimeter	30
4.4 Skúmanie vplyvu teploty na vybrané vlastnosti biomazadiel	33
4.4.1 Termické analýzy	34

4.4.2	Metódy spojené so zmenou hmotnosti skúmanej vzorky	35
4.4.3	Metódy spojené so zmenou tepelných vlastností vzorky.....	36
4.4.4	Metódy spojené so zmenou ostatných fyzikálnych vlastností.	37
5	Záver.....	38
6	Zoznam použitej literatúry.....	39

Zoznam ilustrácií

Obr. 1	Menšia závislosť viskozity na teplote pri viacrozsahových olejoch	20
Obr. 2	Schéma rotačného viskozimetra	26
Obr. 3	Schéma kapilárneho viskozimetra.....	27
Obr. 4	Poloautomatický viskozimeter TAMSON TV 2000/AKV.....	28
Obr. 5	Idealizovaný priebeh TG krivky.....	30

Zoznam skratiek a značiek

c	konštanta viskozimetra, $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
C	hmotnostná tepelná kapacita, $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
dQ	elementárne množstvo tepla, J
dT	zmena teploty, K
$\frac{dv}{dz}$	gradient rýchlosti, s^{-1}
E_{kv}	modul pružnosti kvapalného telesa, MPa
$H, L,$	viskozita
l	dĺžka valca, m
M	krútiaci moment, N.m
q_v	výkon tepelného zdroja v objemovej jednotke látky
Q	množstvo tepla, W.s
$r_2 - r_1$	svetlosť priestoru medzi valcami, m
S	plocha, m^2
t	čas, s
T	teplota
VI	viskozitný index
z	vzdialenosť od rovnobežnej roviny, m
β_p	súčiniteľ kompresibility
η	dynamická viskozita, Pa.s
λ	tepelná vodivosť
ν	kinematická viskozita, $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
ρ	hustota kvapaliny, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
τ	šmykové napätie jednotky plochy v rovine x, y
α	uhlová rýchlosť, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Slovník termínov

Aditíva sú chemické látky pridané do maziva za účelom zlepšenia vlastností.

Anizotropia je závislosť fyzikálnych vlastností látok na smere, v ktorom sa merajú.

Degradácia je znehodnotenie.

Drift je vychýlenie, posun, pomalá zmena spôsobená zmenou podmienok.

Fluktuácia je vlnenie, kolísanie; pohyb, zmena.

Hydrolyza je oddeľovanie látok za pôsobenia vody.

Úvod

V dnešnom modernom svete techniky si nevieme predstaviť zariadenie bez mazania. Každé zariadenie si vyžaduje iné špecifické požiadavky na mazadlo, a tak sa mazadlo stáva dôležitým konštrukčným prvkom. Kladú sa naň čoraz väčšie požiadavky, a to nielen z hľadiska techniky, ale aj z hľadiska životného prostredia. V poslednom období sa veľmi veľa hovorí o ochrane životného prostredia. Je to celosvetová problematika, ktorá sa dotýka každej oblasti, preto je dobré, že aj vedný odbor, akým je Tribológia zaoberajúca sa tematikou mazadiel, sa sústreďuje na rozvoj ekologických mazadiel, ktoré sú šetrnejšie k životnému prostrediu. Majú vysokú biologickú rozložiteľnosť v prírodnom prostredí, neobsahujú toxické látky. Na použitie ekologických mazadiel sa kladie dôraz hlavne v oblasti, akou je lesníctvo, poľnohospodárstvo, kde by pri poškodení niektorej z častí mobilného energetického prostriedku, mohlo dôjsť k priamemu kontaktu pracovnej kvapaliny, respektíve mazadla s pôdou poprípade s vodou či už povrchovou alebo spodnou. V takomto prostredí sa musí predovšetkým nahradiť použitie minerálnych olejov vyrobených z ropy, olejmi na prírodnej báze, ktoré majú vysokú rozložiteľnosť v prírode, a tým nízky dopad na znečisťovanie a kontamináciu životného prostredia.

Predkladaná bakalárska práca je členená do troch kapitol. Prvá kapitola sa zaoberá všeobecnou charakteristikou mazadiel, ich rozdelením do jednotlivých skupín z rôznych hľadísk. Ďalej popisuje biomazadlá, ich charakteristické vlastnosti, použitie hlavne v oblastiach, kde predstavujú pri úniky do pôdy alebo vody nebezpečenstvo. Druhá kapitola sa zaoberá fyzikálnymi vlastnosťami mazadiel a metódami ich merania. Napr. viskozita je jednou z najdôležitejších vlastností mazadiel. Vyznačuje mieru vnútorného trenia v kvapaline, určuje únosnosť mazacieho filmu. Viskozitu meriame viskozimetrom. Tretia kapitola rozoberá kvalitatívne porovnanie vlastností biomazadiel v závislosti od teploty a termické analýzy. Teplota je veľmi dôležitá veličina pri porovnávaní mazadiel. Vplyvom teploty dochádza k zmene viskozity. Sledovaním a porovnávaním vlastností mazadiel počas prevádzky nám pomôže zistiť životnosť mazadla. Dlhodobým vplyvom striedavých teplôt podliehajú mazadlá degradácií, preto je potrebné testovať a porovnávať vlastnosti.

1 Prehľad súčasného stavu problematiky

1.1 Všeobecná charakteristika mazadiel

Mazadlá sú látky potrebné na mazanie chodu strojov, zariadení, na zníženie trenia medzi dvoma telesami, na odvedenie tepla vznikajúce pri trení, udržiavajú čistotu na pracovisku. Pomocou mazadiel udržiavame svet v pohybe. Sú potrebné a nenahraditeľné v každej priemyselnej oblasti. Základnou vlastnosťou každého mazadlá je mazanie. Je to schopnosť preniesť silu na trecej ploche vnútorným trením, pri súčasnom vytvorení súvislých vrstiev na ploche trecích telies. Ďalšími vlastnosťami je zníženie opotrebenia, zlepšenie odvodu tepla vznikajúcom pri trení, zabezpečenie dostatočného chladenia, zabezpečenie ochrany proti korózii, ochrany proti vonkajším vplyvom a nečistotám, na zníženie strát mechanickej energie a zlepšenie mechanickej účinnosti systému, na použitie mazadlá ako tesnenie. Mazadlo je rovnocenný, plnohodnotný, aktívny prvok systému, pretože jeho vlastnosti pôsobia a určujú funkčné závislosti, vytvárajú štruktúru systému a zároveň ovplyvňujú veľkosť mechanických, energetických a materiálových strát (Blaškovič, 1990).

Mazadlá sú dôležitým faktorom pre dosiahnutie zníženia nákladov v priemysle a poznáme ich v rôznych skupenstvách.

1.2 Rozdelenie mazadiel

Pri výbere mazadlá posudzujeme jeho vlastnosti z viacerých hľadísk.

1.2.1 Z hľadiska skupenstva

- plynné
- kvapalné
- plastické
- tuhé

Plynné mazadlá: ich použitie je obmedzené, ale v niektorých prípadoch je veľmi potrebné. Využívajú sa v aerodynamickom alebo aerostatickom režime. Plynné mazadlá sa používajú na mazanie klzných ložísk hriadel'ov s veľmi vysokými obvodovými rýchlosťami, t.j. až do 100.000 otáčok za minútu pri zanedbateľnej tlakovej strate asi 0,1 Pa. Pri takýchto rýchlostiach vplyvom veľkého trenia a tepla by iné mazadlo zlyhalo. Používajú sa na mazanie ložísk pri pracovných teplotách vyšších ako 300 °C, pre chladenie a mazanie obehových čerpadiel atómových reaktorov.

Ich výhodou je:

- nízka dynamická viskozita, ktorá sa s teplotou zväčšuje
- nízky súčiniteľ trenia
- zanedbateľné trecie teplo
- chemická stálosť pri vysokých teplotách
- možnosť použitia v rádioaktívnom prostredí atď.

Plynné mazadlá majú aj svoje nevýhody:

- nestabilita
- vznik turbulentného prúdenia (Štěpina, - Veselý, 1980)

Kvapalné mazadlá: patria medzi najrozšírenejšie druhy mazadiel, sú to všetko kvapaliny, ktoré spĺňajú podmienky mazania. Kvapalné mazadlá predstavujú predovšetkým oleje, patriace do skupiny homogénnych zmesí. Zabezpečujú mazanie, chladenie, odstraňujú mechanické nečistoty (napr. prach). Rozdeľujeme ich na:

- minerálne oleje - získavajú sa destiláciou z ropy
- syntetické oleje - majú väčšinou jednotné chemické zloženie, sú určené na mazanie v takých podmienkach, kde nevyhovujú minerálne oleje
- rastlinné oleje
- živočíšne oleje (Štěpina, - Veselý, 1980)

Plastické mazadlá: sú pastovej konzistencie, zložené zo základového oleja a zahusťovadla. Na zlepšenie vlastností sa pridávajú do plastického mazadla aditíva. Aditíva sú chemické prísady plniace viaceré funkcie v mazadle. Správna kombinácia základového oleja, zahusťovadla a aditív určuje vlastnosti plastického mazadla (Dálik, 2008).

Podľa použitého typu zahusťovadla sa delia na:

- mazadlá na mydlovej báze,
- mazadlá na nemydlovej báze.

Veľkou výhodou plastickým mazadiel je, že nevytekajú z ložiska, pri manipulácii s nimi nedochádza k ich rozliatiu, pretože majú dobrú priľnavosť. Používajú sa hlavne na mazanie silno opotrebovaných súčiastok, ktoré chránia pred znečistením. Nevýhodou je veľký vnútorný odpor plastických mazadiel. V porovnaní s olejom znižujú mechanickú účinnosť prevodu, čím sa zvyšuje pracovná teplota. Plastické mazadlo neodvádza mechanické nečistoty, neodvádza teplo, ktoré vzniká trením mazaných

plôch. Nesmie prísť do styku s trecími plochami, ktoré sú zahriate až na tzv. bod skapnutia mazivá (Vlk, 2006).

Tuhé mazadlá: sú to prevažne tuhé látky v práškovitej, šupinovitej forme. Používajú sa vo forme pást, suspenzií (zmiešané s olejmi). Majú dobrú priľnavosť a roztierateľnosť na povrchu trecích sa častí. Tuhé mazadlo musí byť schopné vytvárať film medzi trecími plochami a znižovať trenie i opotrebenie. Film musí mať malú pevnosť v šmyku, musí byť mäkký, mať veľkú priľnavosť k povrchu, veľkú odolnosť proti tlaku, byť schopný obnovovať celistvosť svojho povrchu ak je narušený. Nesmie obsahovať zadieracie nečistoty (Štěpina, - Veselý, 1985). Tuhé mazadlá musia mať tepelnú stálosť v oblasti, v ktorej sa nedá použiť kvapalné mazadlo. Je to oblasť teplôt (300°C - 1100°C). Ich teplota topenia je vyššia, a preto sú odolnejšie voči chemikáliám, dokážu potláčať koróziu.

1.2.2 Z chemického hľadiska

- organické,
- anorganické.

1.2.3 Z hľadiska pôvodu

- minerálne - oleje vyrábané rafináciou ropy
- syntetické - zložené oleje z jednotlivých komponentov, ktoré musia oleje obsahovať. Pre obsah potrebných a nevyhnutných zložiek sa vyrábajú syntetickou cestou, pri ktorej sa nepotrebné zložky zhoršujúce vlastnosti oleja vylúčia. Ich použitie je všade tam, kde sa bežné oleje nedajú použiť. Napríklad pri extrémne vysokých alebo extrémne nízkych teplotách. Právě syntetické oleje sa vyrábajú syntézou z plynného ethylenu alebo ďalšími syntézami. Cena syntetických olejov je v porovnaní s minerálnymi olejmi vyššia, a preto sú nahradzované kvalitnými minerálnymi olejmi (Vlk, 2006).

1.3 Biomazadlá

1.3.1 Všeobecná charakteristika biomazadiel

Ročne sa na celom svete spotrebujú milióny ton mazadiel a po splnení ich funkcie sa väčšia časť dostáva či už ako kvapalina alebo pevná látka do životného prostredia. Vzhľadom na to, aké nebezpečenstvo predstavujú minerálne oleje pre životné prostredie, bolo nevyhnutné sa pri výrobe mazadiel zaoberať aj hľadaním novej

alternatívy. Alternatíva, ktorá bude šetrnejšia k životnému prostrediu, nebude ostávať dlhodobo v ekosystéme a na vyčistenie sa nemusia vynakladať vysoké finančné čiastky. Mazadlá sa začali vyrábať na báze rastlinného pôvodu z repkového a slnečnicového oleja. Z biologicky odbúrateľných látok do úvahy pripadajú polyalkylenglykoly, syntetické estery a triglyceridy, ktoré sú hlavnými komponentmi rastlinných olejov a tukov (Váňa, 1993). Začiatkom 80. rokov sa začali prvé pokusy o výrobu biomazadiel. Hlavná myšlienka výroby bola tá, že oleje sa budú vyrábať z rastlín, budú na prírodnej báze a teda nemôžu mať škodlivý dopad na životné prostredie. Prvé biomazadlá nedosahovali takú kvalitu ako mazadlá vyrobené na ropnej báze. Mali vysoké body tuhnutia, a tým nedosahovali vysokú mazaciu schopnosť. Museli sa často vymieňať. Vývojári firiem sa začali sústreďovať na nedostatky biomazadiel vyrobených na prírodnej báze, odstránili ich nedostatky a v súčasnosti sú porovnateľnej kvality ako mazadlá vyrobené na ropnej báze. Dosiahlo sa to chemickými modifikáciami použitých základových olejov a účinných prísad tak, aby ostala zachovaná ich neškodnosť pre prírodné prostredie. Zvýšila sa ich účinnosť v iných parametroch (Kačmár, s.a). Pri výrobe biomazadiel je ropná zložka nahradená biozložkou. V súčasnosti je viac ako 500 rôznych produktov. Sú to motorové oleje, tuky, mazadlá, hydraulické kvapaliny, prevodové oleje. Z praktického hľadiska sú porovnateľné s mazadlami na ropnej báze. Biomazadlá majú lepšiu mazivosť. Z hľadiska životného prostredia sú šetrné voči prostrediu, majú dlhšiu životnosť, neobsahujú toxické látky, ktorých nositeľmi sú najmä ťažké kovy. Používajú sa najmä tam, kde hrozí únik oleja do prostredia, napr. v lesníctve na mazanie reťazí motorových píl, v poľnohospodárstve. Ich prednosťou je priľnavosť, znášateľnosť so životným prostredím, odbúrateľnosť a neagresívnosť. Nevýhodou je krátka časová stabilita (rýchle starnutie) a nepriaznivé vlastnosti pri nízkych teplotách. Biooleje majú sklon k tvorbe usadenín. Sú náchylné k autooxidácii a hydrolýze (Váňa, 1993). Hydrolýza – oddeľovanie látok za pôsobenia vody, napr. pri rozklade amínu, soli, esteru a iných.

Aby sme mohli považovať mazadlá za ekologické, musia spĺňať nasledovné požiadavky:

- vysoká rozložiteľnosť mazadlá, t.j. rýchle odstránenie pri úniku do pôdy, vody (mazadlo by sa malo rozložiť do 21 dní, pri teste sa počas týchto dní sleduje rýchlosť rozkladu mazadlá za prítomnosti vody, živnej pôdy a mikroorganizmov),
- nízky dopad na životné prostredie,
- obsah látok z obnoviteľných zdrojov surovín,

-
- zabezpečenie dostatočnej technicko-aplikačnej úrovne, ktorá je porovnateľná s mazadlami vyrobenými na ropnej báze.

Všetky tieto požiadavky podliehajú prísnemu medzinárodnému testovaniu. Sú to testy:

- test primárnej biologickej rozložiteľnosti,
- test úplnej biologickej rozložiteľnosti,
- určenie mobility v pôde,
- určenie stupňa nebezpečnosti prevodu (Kačmár, s.a)

Biomazadlo sa pokladá za ekologický výrobok a to:

- primárny

Je netoxický a biologický odbúrateľný produkt, ktorý pri úniku do prostredia neohrozí flóru, faunu a spodné vody s minimálnym ekologickým dopadom (napr. mazadlo na báze repkového oleja).

- sekundárny

Produkt, ktorý pomáha minimalizovať znečistenie prostredia spôsobené bežnou prevádzkou strojov, a tým sa znižuje poškodenie životného prostredia (ide o ekonomický motorový olej so zníženou spotrebou paliva a zníženým množstvom emisií vytváraných motorom).

- terciálny

Produkt obsahujúci komponenty vyrobené recykláciou surovín. Sú to mazadlá obsahujúce komponenty získané regeneráciou (Vlk, 2006).

Firma FUCHS sa zaoberá výrobou biomazadiel. V roku 1985 dostal olej pre reťaze motorových píl PLANTO, vyrábané firmou FUCHS ocenenie za ochranu životného prostredia. V súčasnosti tieto oleje patria k lídrom na trhu v oblasti mazacej techniky. Každým rokom pribúdajú nové produkty. Sú to rôzne hydraulické oleje, mazadlá pre stratové mazanie, plastické mazadlá či protikorózne mazadlá. Všetky sú vyrobené na báze prírodných rastlinných olejov. Produkty PLANTO majú uplatnenie v oblasti pri stratovom mazaní a pri obehovom mazaní („Čisté riešenie“, s.a.)

1.3.2 Rozdelenie biomazadiel

Biomazadlá delíme na:

- hydraulické oleje,
- motorové a prevodové oleje pre pracovné stroje,
- plastické mazadlá,
- špeciálne mazacie oleje.

1.3.2.1 Hydraulické oleje

Oleje nemiešateľné s vodou, avšak pri špecifických požiadavkách sa dajú dodať ako vodou miešateľné kvapaliny. Medzi hydraulické oleje patrí napr. olej značky PLANTOHYD. Pre lepšiu orientáciu sa oleje označujú skratkami:

- HEES – kvapaliny na báze esterov
- HETG – kvapaliny na báze prírodných triglyceridoch

PLANTOHYD S je hydraulická kvapalina a mazací olej typu HEES vyrobená na báze syntetických esterov. Tieto oleje sa vyznačujú výbornou biologickou rozložiteľnosťou, stabilitou proti starnutiu a oxidácii, dobrou viskozitno-teplotnou závislosťou, výbornou ochranou proti opotrebeniu. Oleje nie sú rozpustné vo vode, preto pri úniku do pôdy nevsiaknu, ale sa zachytia na povrchu kde sa rýchlo biologicky rozložia (14 dní).

Oleje PLANTOHYD S sa používajú v teplotnom rozmedzí od -35°C do $+90^{\circ}\text{C}$. Používajú sa v hydraulických zariadeniach v priemysle, a to najmä tam, kde hrozí únik do pôdy, spodnej alebo povrchovej vody.

Ďalším hydraulickým olejom typu HETG je hydraulická kvapalina a mazací olej PLANTOHYD N. Olej je vyrobený na báze prírodných rastlinných olejov, obsahujúce účinné aditíva na zvýšenie odolnosti proti oxidácii a starnutiu. Používajú sa najmä v priemysle ako oleje pre obehové mazanie, na mazanie ložísk (Kačmár, 2009)

1.3.2.2 Motorové a prevodové oleje pre pracovné stroje

Motorové a prevodové oleje sú ekologické oleje a používajú sa ako motorové oleje pre osobné a nákladné automobily. Svoje použitie našli aj v oblasti akou je poľnohospodárstvo. Motorovým olejom je napríklad PLANTOMOT 5W-40. Prevodový olej na biologickej báze je napríklad PLANTO HYTRAC (Kačmár, 2009).

1.3.2.3 Plastické mazadlá

Používajú sa všade tam, kde nie je možné použiť mazaciu kvapalinu. Mazadlá musia spĺňať predpísané vlastnosti. Medzi takéto mazadlo patrí napríklad PLANTO-GEL 2S. Ide o ekologické plastické mazadlo na báze litno/vápenatého mydla a biologicky rýchlo rozložiteľných základových surovín. Plastické mazadlo neobsahuje toxické látky, je stabilné, odolné voči pôsobeniu vody, zmierňuje trenie. Používa sa na mazanie valivých a klzných ložísk. Tak ako všetky mazadlá na ekologickej báze aj plas-

tické mazadlo PLANTOGEL 2S sa používa najmä v prostredí, kde je riziko úniku oleja do pôdy, spodnej a vrchnej vody (Kačmár, 2009).

1.3.2.4 Špeciálne mazacie oleje

Poslednú kategóriu biomazadiel tvoria špeciálne mazacie oleje. Patria sem oleje na mazanie líšt a reťazí na ručných ale aj motorových pílach. Jedným z takýchto typov olejov je napríklad i bioolej na reťaze motorových píl OREGON. Neobsahuje nebezpečné látky, pri úniku do pôdy, vody je rýchlo biologicky rozložiteľný.

2 Cieľ práce

Bakalárska práca sa zaoberá fyzikálnymi vlastnosťami mazadiel vo vzťahu k ich kvalite. Obsah práce je zameraný na všeobecnú charakteristiku a rozdelenie mazadiel s dôrazom na biomazadlá. Cieľom bakalárskej práce je spracovať prehľad o fyzikálnych vlastnostiach biomazadiel relevantných z hľadiska posudzovania kvality, prehľad metód a opis zariadení na meranie uvedených vlastností.

3 Metodika práce

Bakalárska práca sa zaoberá fyzikálnymi vlastnosťami biomazadiel z hľadiska posudzovania ich kvality. Popisuje rozdelenie mazadiel a biomazadiel z rôznych hľadísk, všeobecné fyzikálne vlastnosti mazadiel, prehľad metód a opis zariadení na meranie daných vlastností. Pre splnenie cieľov bakalárskej práce je navrhovaná rámcová metodika:

1. Spracovanie prehľadu o mazadlách, ich charakteristika a rozdelenie z viacerých hľadísk so zameraním sa na biomazadlá.
2. Spracovanie prehľadu o fyzikálnych vlastnostiach biomazadiel z hľadiska ich kvality.
3. Prehľad metód merania, opis metód a charakteristika meracích zariadení na meranie (vybraných) fyzikálnych vlastností.
4. Zhodnotenie možných vplyvov fyzikálnych vlastností mazadiel na vybrané ukazovatele kvality, predbežná formulácia obsahu a cieľov diplomovej práce.

4 Vlastná práca

4.1 Fyzikálne vlastnosti mazadiel

Mazadlo je významným konštrukčným prvkom s požadovanými vlastnosťami a schopnosťou si tieto vlastnosti udržať. Z technického hľadiska sú rozhodujúce tieto vlastnosti:

- viskozita
- hustota
- kompresibilita
- tepelná vodivosť
- hmotnostná tepelná kapacita
- koeficient teplotnej vodivosti

4.1.1 Viskozita

Viskozita – fyzikálna veličina patriaca medzi základné vlastnosti, ktoré by sme mali posudzovať pri výbere mazadlá. Je parametrom mazadlá, ktorý vplýva na únosnosť, zaťažiteľnosť a hrúbku mazacej vrstvy, na prietokové množstvo, trecie straty, vznik tepla, tesniacu schopnosť, čerpatelnosť a veľkosť odporu pri rozbehu pohyblivých častí stroja. Nie je to konštantná veličina, ale mení sa v závislosti od vonkajších podmienok. Z hľadiska techniky mazania je zmena viskozity pri zmene teploty dôležitým znakom mazacích olejov. Počas činnosti motora sa mení teplota a tlak a je žiaduce, aby sa viskozita oleja menila čo najmenej. Viskozita je odpor, ktorým tekutina pôsobí proti silám snažiacim sa posunúť jej najmenšie častice. Na styčnej ploche dvoch vrstiev tekutiny pohybujúcej sa rôznou rýchlosťou sa viskozita prejavuje napätím, ktorým sa rýchlejšia vrstva snaží zrýchliť pomalšiu a tá naopak spomaľuje rýchlejšiu (Vlk, 2006).

Pri nízkej viskozite sú mazadlá tekutejšie, dochádza k vytlačeniu mazadlá z mazacieho priestoru, mazanie je nedostatočné. Ak je viskozita príliš vysoká, konzistencia mazadlá je hustejšia, mazadlo sa na mazacie plochy dostáva veľmi ťažko a mazanie je tiež nedostatočné. Viskozita je jednou z najdôležitejších vlastností, ktoré ovplyvňujú tokové vlastnosti látok. Môžeme ju použiť ako porovnávaciu veličinu pre vyjadrenie mazacej schopnosti mazadlá v daných podmienkach. Mazadlo má najväčšiu mazaciu schopnosť vtedy, ak je hodnota viskozity optimálna. Je to hodnota, pri ktorej má mazací film ešte dostačujúcu únosnosť k prenosu zaťaženia (Vlk, 2006).

Podľa Newtona pre pohyb kvapaliny s rovinným paralelným laminárnym prúdením medzi dvoma platňami platí, že šmykové napätie je priamo úmerné gradientu rýchlosti, $\frac{dv}{dz}$ čiže šmykového spádu D.

$$\tau = \eta \frac{dv}{dz} = \eta D, Pa \quad (1)$$

kde: τ - je šmykové napätie jednotky plochy v rovine x, y , (Pa)

v - je rýchlosť v smere osi x , ($m \cdot s^{-1}$)

z - je vzdialenosť od rovnobežnej roviny, (m)

$\frac{dv}{dz}$ - je rýchlostný gradient alebo šmykový spád, (s^{-1})

η - je dynamická viskozita, (Pa.s)

Tie kvapaliny, ktorých chovanie v laminárnom prúdení môžeme vyjadriť týmto vzťahom, sú tzv. kvapaliny newtonovského typu (Vlk, 2006).

Dynamická viskozita charakterizuje dynamické vlastnosti kvapaliny. Je to dotyčnicová sila prepočítaná na jednotkovú dĺžku stykovej plochy kvapaliny úmerná gradientu rýchlosti. Dynamická viskozita pri kvapalinách závisí od teploty a tlaku.

Okrem dynamickej viskozity sa v praxi používa kinematická viskozita.

Je definovaná vzťahom:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, m^2 \cdot s^{-1} \quad (2)$$

kde: ρ - je hustota kvapaliny pri danej teplote, ($kg \cdot m^{-3}$)

η - dynamická viskozita, (Pa.s)

Viskozita oleja závisí od jeho pracovnej teploty. Tým, čím je pracovná teplota vyššia, je aj vyššia viskozita oleja a nedochádza k zhoršeniu mazania.

Viskozitný index (VI) je bezrozmerná veličina, ktorá charakterizuje vplyv teploty na viskozitu olejov. Oleje, ktoré majú vyšší viskozitný index majú priaznivejší priebeh viskozitno-teplotnej závislosti, sú univerzálnejšie, sú menej závislé od teploty, vedú zabezpečiť dobré mazanie ako oleje s nízkym viskozitným indexom. Na výpočet VI musíme poznať kinematickú viskozitu skúšaného oleja pri 40°C a 100°C.

Pre výpočet viskozitného indexu sa používa vzťah:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} 100 \quad (3)$$

kde: L – je viskozita oleja s $VI=0$ pri 40°C , kde jeho viskozita pri 100°C je rovnaká ako viskozita skúšaného oleja pri tej istej teplote, ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

U – viskozita skúšaného oleja pri 40°C , ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

H – viskozita oleja s $VI=100$ pri 40°C , kde jeho viskozita pri 100°C je rovnaká ako viskozita skúšaného oleja pri tej istej teplote, ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

Takýmto spôsobom vypočítaný viskozitný index má tiež svoje nedostatky:

- VI bol odvodený pre stredné ťažké oleje, a preto ním nemôžeme charakterizovať všetky oleje,
- VI je odvodený z viskozity pri dvoch hraničných teplotách, preto sa nedá určiť zmena viskozity pri nižšej alebo vyššej teplote,
- VI nie je aditívny,
- VI v oblasti okolo 140°C a viac nemá jednoznačnú stupnicu, pretože dva oleje, ktoré majú rovnaký VI a rovnakú viskozitu pri teplote 40°C môžu mať rozdielnu viskozitu pri 100°C (Štěpina, - Veselý, 1985)

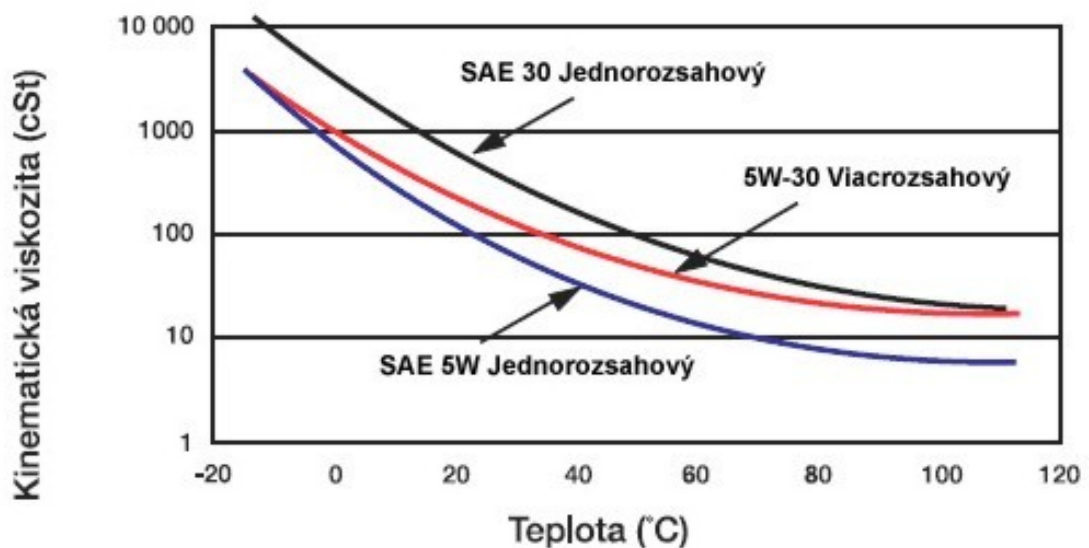
Dynamická viskozita u plynov s teplotou narastá nezávisle od hustoty a tlaku plynu. Kinematická viskozita sa s hustotou mení a je nepriamo úmerná tlaku. Pri kvapalinách obe viskozity s narastajúcou teplotou klesajú. Spôsobuje to zhukovanie molekúl pri nízkych teplotách, rozpad zhukov pri stúpajúcej teplote a zväčšovanie voľného objemu v kvapaline (Štěpina, - Veselý, 1980).

Viskozita olejov na ropnej báze pri veľmi nízkych teplotách strmo rastie a môže úplne stratiť svoju schopnosť vnikat' medzi mazacie povrchy. Preto viskozitný index musí byť hlavne pri motorových, prevodových a hydraulických olejov vysoký. Tým, že sa viskozita vplyvom teploty a starnutia mení, nepredpisuje sa konkrétna hodnota ale rozhranie hodnôt, v ktorých sa môže pohybovať. Toto rozhranie označujeme viskozitnými triedami a tie sú definované normou SAE (Society of Automotive Engineers, USA). Norma SAE používa na klasifikáciu olejov 6 zimných tried, ktoré sú označené číslom a písmenom "W" (z angl. Winter) a 5 letných tried, označené číslom. Čím je hodnota čísla vyššia, tým je olej pri určitej teplote viskóznejší. Olej používaný pri vyš-

ších prevádzkových teplotách musí mať väčšiu viskozitu, aby nedošlo k stenčeniu mazacieho filmu a k zhoršeniu mazania.

Oleje s nižším číslom sú vhodnejšie na nižšie prevádzkové teploty. Správny výber vhodnej viskozity oleja závisí od jeho prevádzkovej teploty. Súčasné moderné oleje sú vhodné na celoročnú prevádzku. Majú viacstupňové označenie a spĺňajú požiadavky zimnej a letnej prevádzky. Tieto oleje musia svojimi vlastnosťami pokryť väčšie teplotné rozhranie ako jednorozsahové oleje (Vlk, 2006).

Viacrozsahový olej



Obr. 1

Menšia závislosť viskozity na teplote pri viacrozsahových olejoch

(<http://www.castrol.com/catrol/sectiongenericarticle.do?categoryId=16004529&contentId=7041121>)

4.1.2 Hustota

Hustota je veličina závislá od teploty a tlaku. Pod pojmom hustota sa myslí hmotnosť definovaného objemu látky, pri vzťažnej teplote a tlaku, zvyčajne pri 20°C a 0,1Mpa (Blaškovič, 1990).

$$\rho = \frac{m}{v}, \text{ kg.m}^{-3} \quad (4)$$

Nepatrí medzi dôležité funkčné vlastnosti a má väčší význam pre charakterizáciu kvapalného mazadlá.

Pri syntetických mazadlách sa hustota pohybuje od 950 – 1050 kg.m³ pri teplote +15°C, hustota minerálnych a polysyntetických olejov je v rozmedzí 870 – 950 kg.m³

pri teplote +20°C. Pri rovnakej viskozite oleje s najmenšou hustotou majú alkalický charakter. Oleje s najväčšou hustotou majú aromatický charakter. Syntetické mazadlá majú pri rovnakej viskozite vyššiu hustotu, ktorá môže byť nad 1000 kg.m⁻³.

Pri kvapalných mazadlách sa hustota mení s teplotou a tlakom. S teplotou lineárne klesá.

V technickej praxi sa používa korekčný koeficient α , ktorý má pri uhľovodíkových mazadlách hodnotu 0,65 pre rozsah hustoty 831 – 950 kg.m⁻³ a 0,60 pre rozsah hustoty 951 – 1000 kg.m⁻³. S tlakom naopak hustota vzrastá (Štěpina, - Veselý, 1985).

4.1.3 Kompresibilita

Kompresibilita je vlastnosť kvapaliny zmenšiť svoj objem pôsobením tlaku. Rozlišujeme dva druhy kompresibility, a to adiabatická a izotermická.

V technickej praxi sa používa na výpočet súčiniteľa kompresibility vzťah:

$$\beta = \frac{1}{E_{kv}} \quad (5)$$

kde: E_{kv} - je modul pružnosti kvapalného telesa

β – súčiniteľ kompresibility

Pre modul pružnosti kvapalného telesa platí vzťah:

$$E_{kv} = -V \frac{dv}{dp}, MPa \quad (6)$$

Hodnota súčiniteľa kompresibility je $\beta=0635 \cdot 10^{-2}$ (Blaškovič, 1990).

4.1.5 Tepelná vodivosť

Tepelná vodivosť je schopnosť viesť teplo. Je vyjadrená vzťahom

$$Q = \lambda St \frac{(v_1 - v_2)}{L}, W.s \quad (7)$$

kde: λ – tepelná vodivosť

Q – je množstvo tepla, (J)

t – čas, (s)

S – plocha, (m²)

$\frac{v_1 - v_2}{L}$ - teplotný spád, (K.m⁻¹)

Pri kvapalných mazadlách je tepelná vodivosť veľmi malá, čo sa prejavuje škodlivým vplyvom usadenín na plochách výmenníkov, a tým sa viditeľne znižuje prístup tepla.

S klesajúcou hustotou sa tepelná vodivosť zväčšuje a pri narastajúcej teplote sa znižuje.

Plynné mazadlá majú tiež veľmi malú tepelnú vodivosť a naopak pri tuhých mazadlách je tepelná vodivosť mnohonásobne väčšia.

Tepelná vodivosť ako vlastnosť olejov má najväčší význam v letectve, pri odvoде tepla v leteckých turbínach, kde ovplyvňuje veľkosť a hmotnosť systému chladenia (Štěpina, - Veselý, 1985)

4.1.6 Hmotnostná tepelná kapacita

Tepelná kapacita je množstvo tepla, ktoré musíme telesu dodať alebo odobrať, aby sme zvýšili respektíve znížili jeho teplotu o jeden kelvin (jeden stupeň Celzia). Definujeme ju vzťahom:

$$C = \frac{dQ}{dT}, J.K^{-1} \quad (8)$$

kde: dQ - je elementárne množstvo tepla dodané alebo odobrané

dT - je zmena teploty

Hmotnostná tepelná kapacita C je tepelná kapacita prepočítaná na jednotkovú hmotnosť (1kg) a je definovaná vzťahom:

$$C = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT}, J.kg^{-1}.K^{-1} \quad (9)$$

4.1.7 Koeficient teplotnej vodivosti

Koeficient teplotnej vodivosti je veličina, ktorá nám charakterizuje rýchlosť vyrovnávania teplotných rozdielov v látke podľa rovnice:

$$\frac{dT}{dt} = a \frac{d^2T}{dx^2} \quad (10)$$

Hodnota koeficientu teplotnej vodivosti sa určí podľa vzťahu:

$$a = \frac{k}{c\rho}, \quad (11)$$

kde: k - je koeficient tepelnej vodivosti, ($W.m^{-1}.K^{-1}$)

c – merná tepelná kapacita, ($J.kg^{-1}.K^{-1}$)

ρ – hustota látky, ($kg.m^{-3}$)

α – koeficient teplotnej vodivosti, ($m^2.s^{-1}$)

4.2 Metódy merania termofyzikálnych veličín

Na meranie termofyzikálnych veličín bolo vypracované množstvo metód. Každá metóda má svoje prednosti ale aj nedostatky. V praxi je potrebné meranie najmä koeficientu teplotnej a tepelnej vodivosti, merného tepla (Húšťava, 2006).

Tepelné charakteristiky sa stali v mnohých aplikáciách určujúcimi veličinami, a preto je potrebné zmerať termofyzikálne veličiny vhodnou metódou. Dôležité požiadavky, ktoré sa kladú na meracie metódy sú:

- rýchlosť
- spoľahlivosť
- reprodukovateľnosť
- dostatočná presnosť (Krempaský, 1969)

Z matematického hľadiska je základom metód diferenciálna rovnica, ktorou vypočítame rozloženie teploty vo vzorke, zjednodušený jednorozmerný prípad:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \pm q_v \quad (12)$$

alebo podľa rovnice:

$$c\rho \frac{dT}{dt} = \lambda \frac{d^2 T}{dx^2} \quad (13)$$

kde: q_v - je výkon tepelného zdroja v objemovej jednotke látky

Rozloženie teploty vo vzorke je základom každej metódy na meranie termofyzikálnych veličín, preto môžeme všetky meracie metódy rozdeliť podľa toho, akým spôsobom sa vytvára teplotný gradient. Delíme ich do dvoch veľkých skupín:

- bezzdrojové metódy, kde $q_v = 0$
- zdrojové metódy, kde $q_v \neq 0$ (Krempaský, 1969)

4.2.1 Bezzdrojové metódy

Teplota vzorky sa mení stykom s inou látkou alebo prostredím, ktoré má úlohy nekonečného zásobníka. Tieto metódy delíme na:

a) stacionárne, pri ktorých sa čaká na vytvorenie ustáleného stavu, ktoré ďalej delíme na:

- absolútne metódy
- relatívne metódy

b) nestacionárne, pri ktorých sa meria teplota v prechodovom stave sa delia na:

- metódy regulárneho stavu I. druhu
- metódy regulárneho stavu II. druhu
- metódy konštantnej začiatočnej teploty
- metódy všeobecnej teplotnej zmeny
- metódy periodickej teplotnej zmeny
- metódy radiačných vln

4.2.2 Zdrojové metódy

Sú to metódy založené na pôsobení vonkajšieho tepelného zdroja s nenulovým výkonom.

Rozdeľujeme ich podľa tvaru pôsobiaceho zdroja na:

- bodové zdroje
- líniové zdroje
- plošné zdroje
- objemové zdroje
- kombinované zdroje

Podľa časového priebehu tepelného príkonu zdroja:

- impulzové zdroje
- konštantne pôsobiace zdroje
- periodicky pôsobiace zdroje
- všeobecne pôsobiace zdroje

Podľa tvaru meranej vzorky:

- vzorky nedefinovaného tvaru – nekonečné prostredie
- vzorky nedefinovaného tvaru – polonekonečné vzorky
- vzorky definovaného geometrického tvaru (doštičky, valce, gule atď.)
- veľmi tenké doštičky a tenké vrstvy (Krempaský, 1969)

4.2 Meracie zariadenia

4.2.1 ISOMET 2104

Merací prístroj ISOMET 2104 sa používa na meranie termofyzikálnych vlastností materiálov.

IZOMET 2104 je mikroprocesorom riadený ručný prístroj na priame meranie súčiniteľa tepelnej vodivosti, mernej objemovej tepelnej kapacity, súčiniteľa teplotnej vodivosti pomocou výmenných ihlových a plošných sond. Aplikuje dynamickú metódu, ktorá umožňuje obmedziť dobu merania na 10 – 16 minút. Každá sonda obsahuje zabudovanú pamäť, v ktorej sú uložené kalibračné konštanty, čím sa dosiahne variabilnosť prístroja. Merací prístroj umožňuje jednoduchý styk s užívateľom pomocou menu systému na štvorriadkovom display. Má prehľadný systém uloženia nameraných hodnôt, ktoré sa dodatočne spracovávajú na externom počítači. ISOMET 2104 je napájaný vnútornými akumulátormi alebo zo sieťového zdroja s meničom na jednosmerných 12V. Pri odpojení napájania sa obsah vnútornej pamäte uchováva.

Na dosiahnutie čo najlepšej presnosti merania sa vyvinuli dva typy sond:

1. ihlové sondy
2. plošné sondy

Ihlové sondy sa používajú na meranie pevných mäkkých materiálov, kde ihla sa zapichne do meraného materiálu. Ihla sondy má byť celá zasunutá do meraného materiálu až po rúčku, aby bola dosiahnutá najlepšia presnosť merania. Minimálna hrúbka materiálu obklopujúceho ihlovú sondu je 10mm až 15mm v závislosti od tepelnej vodivosti materiálu.

Plošné sondy sa používajú na meranie pevných a tvrdých materiálov. Meracia plocha povrchu má mať priemer aspoň 60mm. Minimálna hrúbka meraného materiálu je 10mm až 15mm v závislosti od vodivosti.

Presnosť merania je ovplyvňovaná podmienkami meracieho procesu. Faktory, ktoré ovplyvňujú presnosť merania sa označujú ako ovplyvňujúce veličiny.

Hlavné ovplyvňujúce veličiny sú:

- kvalita tepelného kontaktu medzi meracou sondou a meraným objektom,
- konečné rozmery vzorky meraného materiálu,
- nehomogénnosť a anizotropia vzorky meraného materiálu,
- vlhkosť meranej vzorky,
- fluktuácia a drift teploty.

Výstupné merané veličiny sú:

- súčiniteľ tepelnej vodivosti λ , ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
- objemová tepelná kapacita c_p , ($\text{J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$)
- súčiniteľ teplotnej vodivosti ($\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$),
- teplota T , ($^{\circ}\text{C}$).

Technické parametre prístroja ISOMET 2104 sú uvedené v tabuľke č.1 a č.2.

Tabuľka 1
Parametre meracieho prístroja ISOMET 2104

	súčiniteľ tepelnej vodivosti	merná objemová tepelná kapacita	Teplota
Ihlová sonda API 210402	0,015-0,20 W/m.K	$4,0\cdot 10^4 - 1,5\cdot 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Ihlová sonda API 210403	0,20-1,0 W/m.K	$1,5\cdot 10^6 - 4,0\cdot 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Ihlová sonda API 210404	1,0-2,0 W/m.K	$1,5\cdot 10^6 - 4,0\cdot 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Plošná sonda API 210411	0,030-0,30 W/m.K	$4,0\cdot 10^4 - 1,5\cdot 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-15°C - +50°C
Plošná sonda API 210412	0,30-2,0 W/m.K	$1,5\cdot 10^6 - 4,0\cdot 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-15°C - +50°C
Plošná sonda API 210413	2,0-6,0 W/m.K	$1,5\cdot 10^6 - 4,0\cdot 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-15°C - +50°C

Tabuľka 2

Presnosti merania prístroja ISOMET 2104

	Merací rozsah	Presnosť
súčiniteľ tepelnej vodivosti	0,015-0,050 W/m.K	5 % z hodnoty + 0,003 W m ⁻¹ K ⁻¹
	0,050 – 0,70 W/m.K	5 % z hodnoty + 0,001 W m ⁻¹ K ⁻¹
	0,70 - 6,0 W/m.K	10 % z hodnoty
merná objemová tepelná kapacita	4,0.10 ⁴ - 4,0.10 ⁶ Jm ⁻³ K ⁻¹	15 % z hodnoty +1x10 ³ Jm ⁻³ K ⁻¹
Teplota	-20°C - +70°	1°C

Pracovná teplota meracieho prístroja je 0 až 40 °C.

Kapacita vnútornej pamäte je 1000 meracích záznamov.

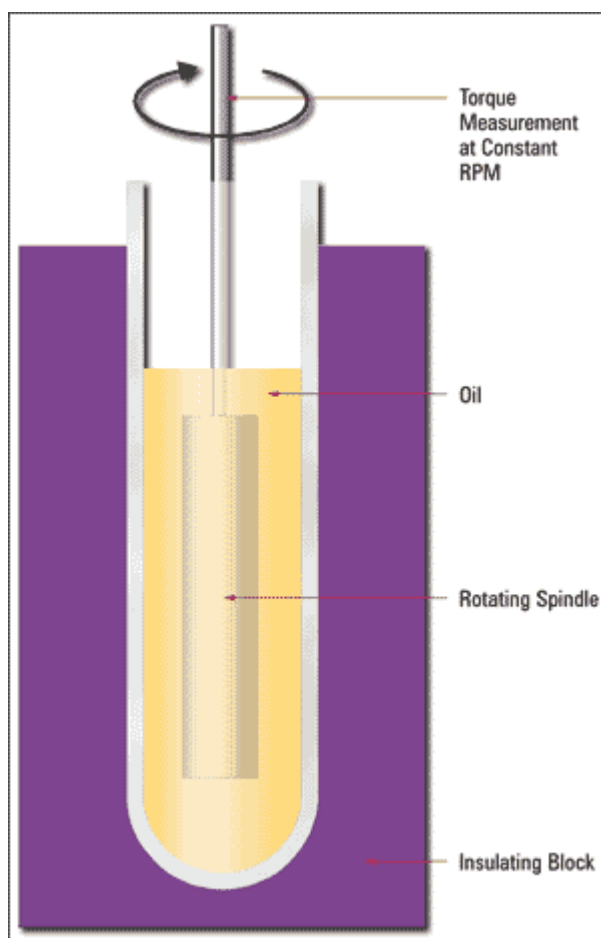
Komunikácia po RS 232 (ISOMET 2104, s.a.).

4.2.2 Viskozimeter

Viskozimeter je prístroj na meranie viskozity. Určuje sa podľa doby prietoku daného množstva oleja kapilárkou pri presne určenej teplote. Pri meraní viskozity sa vyberie viskozimeter s takou konštantou, aby čas prietoku bol minimálne 200 sekúnd a maximálne 600 sekúnd.

Viskozimeter sa naplní olejom a zavesí minimálne na 15 sekúnd do temperovacieho kúpeľa na dobu dosiahnutia predpísanej teploty merania. Temperovací kúpeľ musí byť z priehľadnej kvapaliny, ktorá je pri danej teplote v kvapalnom stave. Počas merania sa musí v temperovacom kúpeli s viskozimetrom udržiavať pomocou ultratermostatu predpísaná teplota. Zmeriame dobu prietoku, za ktorú prejde meniskus kvapaliny medzi ryskami. Meranie prevedieme dvakrát a výslednú hodnotu vypočítame z aritmetického priemeru doby prietoku.

Na meranie dynamickej viskozity sa používajú rotačné viskozimetre – Couettov, Volarovičov (Vlk, 2006).



Obr. 2

Schéma rotačného viskozimetra

(http://www.noria.com/learning_center/category_article.asp?articleid=294&relatedbookgroup=Oil Analysis)

Dynamická viskozita je určená z veľkosti točivého momentu meraného v ustálenom režime otáčania hriadeľa v testovacom oleji. V rotačných viskozimetroch meriame odpor kladený kvapalinou pri otáčaní dvoch súsových valcov. Na výpočet sa používa Couettov vzťah:

$$\eta = \frac{M(l - r_1)}{4\pi r_1^2 r_2^2 \alpha}, Pa.s \quad (14)$$

kde: M – je krútiaci moment, $N.m$

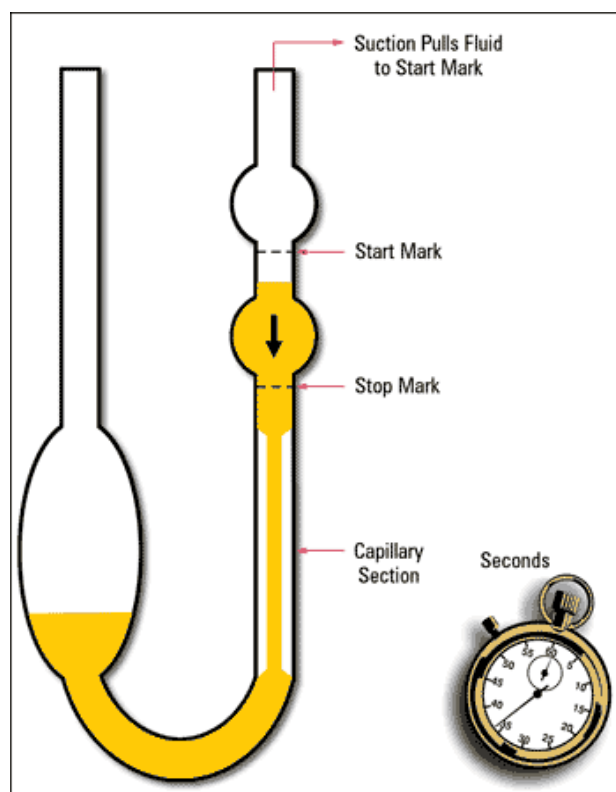
α – uhlová rýchlosť, $m.s^{-1}$

l – dĺžka valca, m

$r_2 - r_1$ – svetlosť priestoru medzi valcami, m

Tieto viskozimetre sú vhodné aj pre meranie nepriehľadných kvapalín (Štěpina – Veselý, 1980).

Kinematickú viskozitu meriame kapilárnym viskozimetrom.



Obr. 3

Schéma kapilárneho viskozimetra

(http://www.noria.com/learning_center/category_article.asp?articleid=294&relatedbookgroup=Oil Analysis)

Pri skúške merania kinematickej viskozity sa určí doba prietoku stáleho objemu kvapaliny kapilárou kalibrovaného viskozimetra pri určitej hydrostatickej výške kvapaliny a pri presne meranej a kontrolovanej teplote (Vlk, 2006).

$$\eta = At, m^2 \cdot s^{-1} \quad (15)$$

kde: A - je konštanta viskozimetra, $mm^2 \cdot s^{-2}$, ktorú udáva výrobca

t - je aritmetický priemer dôb prietoku, s

K najpoužívanejším kapilárnym viskozimetrom patrí napr. Ubbelohdov viskozimeter. Kinematickú viskozitu pracovných kvapalín môžeme zmerať poloautomatickým viskozimetrom TAMSON TV 200/AKV na obr.4. Metóda je založená na automatickom meraní doby prietoku daného objemu meranej vzorky kvapaliny v dôsledku pô-

sobenia gravitačnej sily v kalibrovanej Ubbelohdeho trubici alebo manuálne pomocou Ostwaldovej trubice (Mihalčová, 2008).



Obr. 4

Poloautomatický viskozimeter TAMSON TV 2000/AKV
(<http://web.tuke.sk/fvtpo/casopis/pdf08/3-str-32-34.pdf>)

Na meranie viskozity opotrebovaného oleja alebo neprehľadnej kvapaliny sa používajú U – viskozimetre s obráteným tokom.

Pri použití klasického viskozimetra dochádza pri prietoku oleja k neprehľadnosti kapilár a meniskus kvapaliny nie je viditeľný (Vlk,2006).

4.3 Skúmanie vplyvu teploty na vybrané vlastnosti biomazadiel

Vlastnosti mazadiel skúmame a porovnávame hlavne z hľadiska použitia v prevádzke a z hľadiska vplyvu na životné prostredie. Minerálne oleje je potrebné nahradit' ekologickými olejmi, ktoré sú šetrné voči životnému prostrediu. Sú to biologicky odbúrateľné, netoxické mazadlá, ktorých základ tvoria väčšinou rastliny. Skôr ako ich nahradíme, musíme porovnať vlastnosti mazadiel, a to hlavne na ich zmenu vlastností vplyvom teploty. Oleje musia byť hlavne odolné voči dlhodobému pôsobeniu vysokých teplôt a ich viskozita by sa mala vplyvom vonkajších účinkov meniť čo najmenej.

Mazadla vyrobeného na ropnej báze majú dobrú mazaciu schopnosť a dlhú životnosť. Porovnaním s mazadlami na rastlinnej báze sú tepelne a oxidačne stáble. Nevýhodou z hľadiska životného prostredia takýchto mazadiel je nízka biologická rozložiteľnosť.

Hydraulické kvapaliny a mazacie oleje typu HEES vyrábané firmou FUCHS, sú vyrobené na báze syntetických esterov. Sú ekologickou alternatívou k hydraulickým olejom vyrobených na ropnej báze. Majú dobrú viskozitno-teplotnú závislosť, výbornú biologickú rozložiteľnosť, sú použiteľné v rozmedzí teplôt od -35 °C do +90 °C. Majú dobrú tekutosť pri nízkych teplotách, pri extrémnych prevádzkových podmienkach sú strihovo stabilné. Tieto mazacie oleje majú výbornú stabilitu voči starnutiu a oxidáciám, ktorá je porovnateľná s olejmi vyrobenými na ropnej báze (Kačmár, s.a).

4.3.1 Termické analýzy

Termická analýza predstavuje súbor metód, pomocou ktorých môžeme pozorovať zmenu stavu skúmanej látky na základe merania jej určitej vlastnosti ako funkcie teploty, pričom sa teplota mení podľa kontrolovaného teplotného programu. Teplotný program môžeme vyjadriť vzťahom:

$$T = T_o + \beta t \quad (16)$$

Kde: T – je programovaná teplota

T_o – počiatočná teplota merania

β – rýchlosť ohrevu

t – čas

Ak: $\beta > 0$, ide o ohrev vzorky

$\beta < 0$, ide o ochladenie vzorky

$\beta = 0$, ide o izotermické meranie

Každá metóda zo súboru termoanalytických metód patriace k najstarším metódam je zameraná na sledovanie inej fyzikálnej vlastnosti skúmanej látky napr. metóda na meranie hmotnosti, objemu, atď. v závislosti od reprodukovateľne stúpajúcej alebo klesajúcej teploty. Metódy termickej analýzy nám poskytujú informácie o vlastnostiach tuhých látok. Delíme ich do troch základných skupín:

1. metódy spojené so zmenou hmotnosti skúmanej vzorky
2. metódy spojené so zmenou tepelných vlastností vzorky
3. metódy spojené so zmenou iných fyzikálnych vlastností vzorky (Fajnor, 1995)

4.3.2 Metódy spojené so zmenou hmotnosti skúmanej vzorky

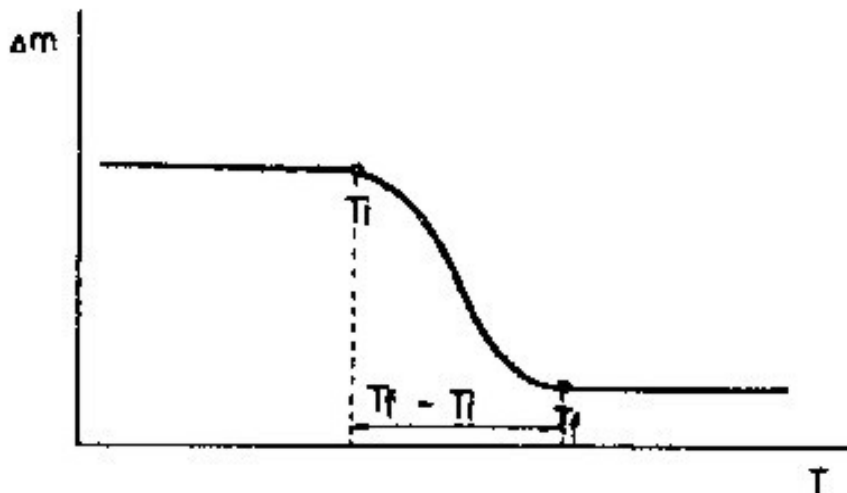
Patria sem metódy zamerané na zmeny hmotnosti skúmanej látky v závislosti od teploty alebo času, pričom je skúmaná látka vystavená kontrolnému teplotnému programu. Patria sem metódy:

1. Termogravimetria (TG) – je priama metóda.
2. Derivačná termogravimetria (DTG) – odvodená metóda sledujúca zmeny stavu okolia vzorky.
3. Frakčná a inverzná termogravimetria – špeciálne metódy.

Termogravimetria (TG) - je dynamická metóda, pri ktorej meriame zmeny hmotnosti skúmanej vzorky v závislosti od jej kontinuálneho ohrevu. Využíva sa všade tam, kde sledujeme fyzikálno-chemické deje sprevádzane zmenami hmotnosti vzorky. Podľa spôsobu ohrevu ju môžeme rozdeliť na:

- TG izotermická (statická) – ohrev skúmanej veličiny je pri konštantnej teplote
- TG neizotermická (dynamická) – ohrev veličiny je pri plynule stúpajúcej alebo klesajúcej teplote

Výsledkom merania je termogravimetrická krivka, s ktorej môžeme zistiť informácie o zložení skúmanej látky, o jej termickej stabilite, termickom rozklade, o produktoch vznikajúce pri rozklade. Idealizovaný priebeh TG krivky:



Obr. 5

Idealizovaný priebeh TG krivky (Fajnor, 1995)

Popis TG krivky:

Platô krivky – časť krivky, kde je hmotnosť skúmanej látky skoro konštantná

Začiatočná teplota T_i – teplota, pri ktorej prístroj zaregistruje začiatok zmeny hmotnosti vzorky. Teplota je vyjadrená v Kelvinoch (K) alebo v Celziových stupňoch ($^{\circ}\text{C}$).

Koncová teplota T_f – teplota, pri ktorej celková zmena hmotnosti v jednostupňovom procese dosiahne maximum. Teplota je vyjadrená v Kelvinoch (K) alebo v Celziových stupňoch ($^{\circ}\text{C}$).

Reakčný interval – teplotný interval medzi začiatočnou a konečnou teplotou $T_f - T_i$. TG krivku ovplyvňujú viaceré faktory. Medzi najdôležitejšie faktory patrí vplyv rýchlosti ohrevu a vplyv okolitej atmosféry. Faktory, netýkajúce sa priamo študovanej vzorky ani použitého prístroja. Môžeme ich zvoliť pred samotným meraním. Rýchlosť ohrevu vplýva na hodnoty začiatočných a konečných teplôt a teda na celkový priebeh TG krivky. Pri znižovaní rýchlosti ohrevu sa bude znižovať aj začiatočná a konečná teplota a naopak pri zvyšovaní rýchlosti ohrevu budú sa obe teploty zvyšovať. Priebeh TG krivky ovplyvňuje vzorka skúmanej látky a to najmä jej množstvo a zrnitosť. Tým, že sa zvyšuje hmotnosť vzorky, narastá teplotný gradient a doba potrebná na prebehnutie reakcie v celom objeme vzorky sa predlžuje. Pri jemnej zrnitosti sa znižuje začiatočná aj koncová teplota a urýchľuje sa priebeh reakcie. Na TG vplýva aj voľba prístroja.

Špeciálnym spôsobom TG je derivačná termogravimetria (DTG). Ide o metódu založenú na plynulej registrácii rýchlosti hmotnostných zmien vzorky skúmanej látky v závislosti od teploty. Vzorka je vystavená kontrolovanému teplotnému programu. DTG krivka umožňuje ľahšie rozlíšiť hmotnostné zmeny a získame ju grafickou alebo numerickou deriváciou klasickej TG krivky. Pomocou termogravimetrie môžeme sledovať kinetiku chemických reakcií a odvodzovať hodnoty základných kinetických konštánt (Fajnor, 1995).

4.3.3 Metódy spojené so zmenou tepelných vlastností vzorky.

Patria medzi základné a najpoužívanejšie metódy termickej analýzy. Pomocou metód patriacich do tejto skupiny môžeme zachytiť všetky fyzikálne alebo chemické deje, ktoré sú sprevádzané zmenami hmotnosti študovanej vzorky. Zistíme informácie o čistote, chemickom zložení, termickej stabilite skúmanej látky, o jej termickom rozklade a produktoch, ktoré pri chemickom rozklade vznikajú. Každá zmena skúmanej látky je sprevádzaná zmenou ich tepelného obsahu alebo zmeny tepelnej vodivosti.

Patrí sem:

- diferenčná termická analýza (DTA). Je to metóda, kde meranou veličinou je teplotný rozdiel medzi teplotou vzorky skúmanej látky a teplotou vzorky porovnávacieho materiálu v závislosti od teploty. Obe vzorky sú vystavené rovnakej teplote.

- diferenčná kompenzačná kalorimetria (DSC)

- diferenčná Calvetova kalorimetria (DCC) – meranou veličinou je teplotný gradient (Fajnor, 1995)

Diferenčná kompenzačná kalorimetria – metóda, pri ktorej sa meria rozdiel energie, ktorú dodávame do vzorky skúmanej látky a vzorky referenčného materiálu tak, aby ich meraný teplotný rozdiel bol zanedbateľný v závislosti od teploty. Obe vzorky sú vystavované rovnakému teplotnému programu.

Výsledkom merania je DSC krivka. Metóda sa používa najmä v oblasti výskumu organických a biologických materiálov (Fajnor, 1995).

4.3.4 Metódy spojené so zmenou ostatných fyzikálnych vlastností.

Do tejto skupiny metód patria rôznorodé metódy.

Termodilatometria – meria sa dĺžka skúmanej vzorky v závislosti od teploty.

Emanačná termická analýza – meria sa rýchlosť alebo množstvo uvoľňovaného rádioaktívneho plynu vhodne zabudovaného do skúmanej látky v závislosti od teploty.

Termomagnetometria – skupina termoanalytických metód, kde registrujeme zmeny spojené so zmenami magnetizácie vzorky skúmanej látky v závislosti od teploty.

Termoelektrometria – skupina termoanalytických metód spojených s meraním elektrických vlastností vzorky skúmanej látky v závislosti na teplote.

Termosonimetria – metóda zvukovej termickej analýzy, kde meranou veličinou je zvuk vydávaný pri procesoch, ktoré sprevádzajú zmeny stavu vzorky v závislosti od teploty.

Termofotometria – meria sa celkové svetlo, svetlo s určitou vlnovou dĺžkou alebo index lomu v závislosti od teploty.

Termomechanické merania(TM) – termoanalytické metódy spojené s meraním mechanických vlastností vzorky skúmanej látky v závislosti od teploty (Fajnor, 1995).

5 Záver

Neustále zhoršovanie životného prostredia si žiada výrobu šetrnejších produktov, ktoré sú súčasťou každodenného použitia. Medzi takéto produkty patria aj mazadlá, ktorých vlastnosti porovnávame z hľadiska kvality. Mazadlá sú v praxi vystavované často až extrémnym podmienkam. Preto sa od nich vyžaduje mimoriadna životnosť v nezmenenej kvalite vlastností. Vplyvom teploty sa vlastnosti mazadiel menia, mení sa hlavne viskozita, ktorá patrí k jednej z najdôležitejších vlastností. Hodnota viskozity by sa počas prevádzky nemala meniť alebo len minimálne. Dôležitým parametrom maziva je viskozitný index, čo je závislosť viskozity od teploty a bod tuhnutia. Bod tuhnutia maziva je teplota, pri ktorej prestáva byť mazivo tekuté. V oblastiach, akými sú lesníctvo a poľnohospodárstvo sa vyžaduje náhrada minerálneho mazadlá za ekologické mazadlo. Pri porovnaní mazadiel s ekologickými, majú biomazadlá hlavnú výhodu v tom, že sú biologicky rozložiteľné a v prípade ekologickej havárie spôsobia minimálne poškodenie životného prostredia. Dokážu sa rýchlo rozložiť za prítomnosti vody, živnej pôdy a mikroorganizmov.

V súčasnosti je na trhu veľmi veľké množstvo mazadiel, čo si vyžaduje porovnanie a skúmanie ich vlastností.

V predkladanej bakalárskej práci sme roztriedili mazadlá do jednotlivých skupín z rôznych hľadísk použitia. Ďalej sme charakterizovali biomazadlá, ktoré tvoria alternatívnu náhradu minerálnych olejov. Ich použitie by malo byť hlavne v oblastiach, v ktorých pri úniku mazadla do pôdy alebo vody, spôsobí poškodenie životného prostredia. Výhodou je ich rýchla biologická rozložiteľnosť.

Porovnávali sme fyzikálne vlastnosti mazadiel, bližšie sme popisovali metódy termickej analýzy a zariadenia na meranie príslušných fyzikálnych veličín. Pomocou metód termickej analýzy je možné sledovať zmenu stavu skúmanej látky v závislosti od teploty. V rámci diplomovej práce chceme pokračovať v riešení uvedenej problematiky realizáciou vlastných experimentálnych meraní vybraných fyzikálnych veličín relevantných z hľadiska hodnotenia kvality biomazadiel.

6 Zoznam použitej literatúry

- BALLA, J. 1989. *Tribológia a Tribotechnika*. Nitra : SPU, 1989. 134 s. ISBN 80-85175-25-8.
- BLAŠKOVIČ, P. - BALLA, J. – DZIMKO, M. 1990. *Tribológia*. 1. vyd. Bratislava : Alfa, 1990. 360 s. ISBN 80-05-00633-0.
- Čisté riešenie na objednávku životného prostredia [s.a] [online] [cit. 2010-03-10]. Dostupné na: <www.fuchs.sk/o-nas/ekologia>
- DÁLIK, P. 2008. Plastické mazivá. In *Tribotechnika* [online] [cit. 2010-02-10]. Dostupné na: <<http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-42009/plasticke-maziva.html>>
- FAJNOR, V. 1995. *Termická analýza*. Vydala univerzita Komenského v Bratislave 1995. 88 s. ISBN 80-223-0874-9
- HÚŠŤAVA, Š. 2006. *Návody na laboratórne cvičenia z fyziky* [online]. Trnava: [cit. 2010-02-15]. Dostupné na: <<http://pdfweb.truni.sk/elskripta/nlcf.pdf>>
- ISOMET 2104. s.a. Princíp činnosti. In *Príručka používateľa* [CD-ROM]. Bratislava : Applied Precision, s. 1-4.
- KAČMÁR, M. [s.a] [online] [cit. 2009-04-08]. Dostupné na: <http://www.rezbarstvo.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=130&Itemid=1>
- KAČMÁR, M.<kacmar@fuchs.sk>. 2009-10-15. *Poskytnutie informácií o biomazivách*. [E-mail adresátovi Lenke Torčíkovej<l.torcikova@azet.sk>].
- KREMPASKÝ, J. 1969. *Meranie termofyzikálnych veličín*. vyd. Slovenská akadémia vied v Bratislave : 1969. 288 s.
- MIHALČOVÁ, J. – AL HAKIM, H. 2008. *Hodnotenie fyzikálno-chemických vlastností použitých olejov v tribotechnickej diagnostike*. [online], 2008, s. 32-34 [cit. 2010-04-20]. Dostupné na: <<http://web.tuke.sk/fvtpo/casopis/pdf08/3-str-32-34.pdf>>
- RATAJ, V. et al. 2009. *Metodika písania záverečných prác na SPU v Nitre*. Nitra : SPU, 2009. 98 s. ISBN 978-80-552-0186-3.
- STOPKA, J. 1984. *Tribotechnika - príručka o správnom hospodárení s mazadlami v priemysle*. Praha : Svépomoc, vydavateľský nakladateľský a obchodný podnik, 1984. 158 s.
- ŠTĚPINA, V. – VESELÝ, V. 1980. *Mazivá a speciální oleje*. vyd. Slovenská akadémia vied v Bratislave : VEDA, 1980. 696 s.
- ŠTĚPINA, V. – VESELÝ, V. 1985. *Mazivá v tribologii*. vyd. Slovenská akadémia vied v Bratislave : VEDA, 1985. 408 s.
- Understanding Absolute and Kinematic Viscosity* [online] [cit. 2010-03-11]. Dostupné na: <http://www.noria.com/learning_center/category_article.asp?articleid=294&relatedbookgroup=OilAnalysis>

VÁŇA, J. 1993. *Skripta z předmětu ekologie a ekotechnika* [online] [cit. 2010-01-20]. Dostupné na: <<http://stary.biom.cz/clen/jv/pr5.html#Ed>>

VLK, F. 2006. *Paliva a maziva motorových vozidel*. 1. vyd. Brno : 2006. 376 s. ISBN 80-239-6461-5.

Viskozitné klasifikácie motorových olejov: [online] [cit. 2010-04-10]. Dostupné na: <<http://www.castrol.com/castrol/sectiongenericarticle.do?categoryId=16004529&contentId=7041121>>