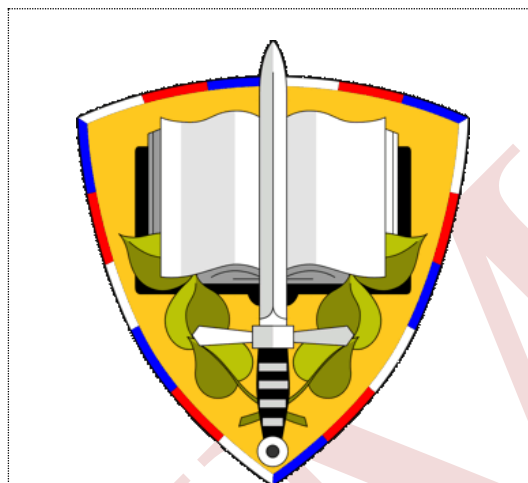


**UNIVERZITA OBRANY**  
**Fakulta ekonomiky a managementu**  
**Katedra logistiky**

---



**MAZIVA**

**STUDIJNÍ TEXT**

**Václav ZAJÍČEK**

---

**BRNO 2013**

Skripta *Maziva* jsou určena pro potřeby studentů studijního programu *Ekonomika a management*, studijního oboru *Ekonomika obrany státu*, studijního modulu *Služby logistiky*. Využitelná jsou i pro potřeby studentů studijních modulů *Logistika a Ekonomika vojenské dopravy*. Do určité míry jsou využitelné také pro studenty Fakulty vojenských technologií v oborech *Zbraně a munice, Bojová a speciální vozidla* a dalších.

# OBSAH

ÚVOD.....	5
<b>1 ZÁKLADNÍ POJMY.....</b>	<b>6</b>
<b>2 URČENÍ MAZIV A JEJICH VÝROBA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Určení a členění maziv .....	7
2.2 Výroba maziv .....	8
2.2.1 Základové oleje.....	8
2.2.2 Aditiva.....	11
2.2.3 Mísení .....	12
<b>3 KAPALNÁ MAZIVA.....</b>	<b>14</b>
3.1 Motorové oleje.....	14
3.1.1 Výroba motorového oleje.....	14
3.2 Vlastnosti olejů.....	14
3.2.1 Viskozitní klasifikace motorových olejů.....	15
3.2.2 HTHS viskozita, pevnost mazacího filmu.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
3.3 Hodnocení olejů.....	19
3.3.1 Výkonnostní třídy olejů.....	19
3.3.2 Výběr výkonnostních tříd motorových olejů podle ACEA .....	20
3.3.3 Výkonnostní třídy olejů dle API.....	21
3.3.4 Výkonnostní třídy olejů definované výrobcí motorů.....	23
3.4 Motorové oleje používané v AČR.....	24
3.5 Opatření olejů v provozu .....	24
3.5.1 Vlivy působící na kvalitu oleje v provozu .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
3.5.2 Kontaminace olejů.....	24
3.5.3 Průběh degradace motorového oleje během exploatace .....	25
3.5.4 Kyselé látky v oleji.....	25
Dílčí závěr.....	28
Kontrolní otázky .....	28
<b>4 PLASTICKÁ MAZIVA .....</b>	<b>30</b>
4.1 Složení plastických maziv .....	32
4.1.1 Základové oleje.....	32
4.1.2 Zpevňovadla.....	33
4.1.3 Aditiva.....	35
4.2 Požadavky na plastická maziva .....	35
4.3 Druhy plastických maziv .....	36
4.3.1 Plastická maziva na bázi lithných mýdel.....	36
4.3.2 Plastická maziva na bázi sodných mýdel.....	38
4.3.3 Plastická maziva na bázi vápenatých mýdel.....	38
4.3.4 Plastická maziva na bázi hlinitých mýdel.....	38
4.4 Testování maziv.....	39

4.4.1 Konzistence .....	39
4.4.2 Bod skápnutí .....	41
Dílčí závěr .....	41
Kontrolní otázky .....	41
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>42</b>
<b>PŘÍLOHOVÁ ČÁST .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TEBULEK .....</b>	<b>45</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA V ANGLIČTINĚ .....</b>	<b>46</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>47</b>

## ÚVOD

Provozování technických prostředků v současné, moderní a především mobilní době vyžaduje, i mimo kvalitních pohonných hmot, kvalitativně odpovídající sortiment olejů v závislosti na typu provozovaného prostředku. Jednoznačně lze konstatovat, že oleje hrají zásadní nezastupitelnou úlohu pro mazné součásti provozovaných prostředků.

Úlohou motorového oleje je zajistit požadované úkony, mezi které především patří: dostatečná pevnost mazacího filmu mezi styčnými plochami, snížení tření a opotřebení, odvádění tepla, dotěsnění soustavy píst-válec a neutralizování kyselých produktů vznikajících spalováním paliva a termooxidační degradací oleje. Dále olej musí ochránit kovové plochy proti korozi.

Motorový olej je technologicky velmi složitý produkt, jehož vlastnosti jsou klasifikovány řadou technických parametrů. Pro výběr optimálního motorového oleje z hlediska konečného uživatele je potřebné sledovat a vyhodnocovat odpovídající parametry, které charakterizují kvalitu a oblast určení jednotlivých typů olejů. Oblast použití oleje je závislá především na jeho chemickém složení. Motorové oleje obsahují dvě základní složky, základové oleje a aditiva, nutná pro dosažení všech požadovaných vlastností.

Základové oleje vyrábějí velké společnosti ve vlastních rafinériích, které jsou dnes již převážně ve společném vlastnictví několika společností.

Při plánování a realizaci výroby oleje stále častěji, jak je také pro dnešní dobu příznačné, hrají důležitou úlohu náklady na výrobu a transport vyprodukované suroviny. Stává se, že někteří výrobci, produkující finální podobu olejů pro spotřebitele, používají pro mísení olejů základové oleje vyrobené na jiném místě a u jiných společností. Někteří využívají výhodnější možnosti, koupit základový olej od konkurence a nedovážet jej.

# 1 ZÁKLADNÍ POJMY

**Aditiva** - chemické látky přidávané do základového oleje za účelem zlepšení jeho užitečných vlastností.

**Detergenty** - aditiva přidávané do oleje za účelem potlačení tvorby vysokoteplotních usazenin, zamezení korozního opotřebení a ochrany proti rezavění motoru. Jako detergenty se nejčastěji používají sulfonáty, alkylfenoláty nebo alkylsalicyláty vápenaté nebo hořečnaté.

**Disperzanty** - přidávají se do oleje, aby udržely tuhé nečistoty v suspenzovaném stavu a zabraňovaly tvorbě kalů, které mohou ucpat sítko olejového čerpadla, filtry, případně mazací kanály. Z hlediska usazenin jsou dalšími kritickými místy oblasti písních drážek. Při nadměrné tvorbě usazenin může dojít k zapečení písních kroužků.

**Protipěnovostní přísady** - potlačují vznik pěny a snižují její stabilitu, čímž předcházejí zhoršení mazivosti anebo úplné ztrátě oleje. Jsou účinné ve velmi nízkých koncentracích. Do motorových olejů se obvykle používají přísady silikonového typu.

**Teplota tuhnutí** - nejvyšší teplota, při které olej přestává volně téct, charakterizuje schopnost oleje téct při nízkých teplotách.

**Teplota vzplanutí (bod vzplanutí)** - je nejnižší teplota, při které vzorek oleje za definovaných podmínek vyvine tolik par, že tyto při přiblížení zkušebnímu plamínku vzplanou a zhasnou. Teplota vzplanutí se vyjadřuje ve °C, její hodnota má rozhodující význam pro zařazení oleje z hlediska požárně bezpečnostní charakteristiky. Hodnota teploty vzplanutí souvisí také s odporností oleje. U použitých olejů může snížení teploty

## 2 URČENÍ MAZIV A JEJICH VÝROBA

Maziva lze vnímat jako významný element celého spektra průmyslových odvětví, která v rámci své činnosti využívají strojní a technologická zařízení. V posledních dvou desetiletích je jejich výrobě, a zejména správné aplikaci v provozu, věnována stále rostoucí pozornost. Vhodné určení maziva může v průběhu provozu ušetřit významné finanční prostředky minimalizací neplánovaných odstávek v důsledku havárie či zkráceného intervalu výměny náplně maziva.

### 2.1 Určení a členění maziv

Základní funkcí maziv je snižování tření mezi pohybujícími se částmi strojů a technických zařízení. Další funkce, které plní, lze již konkrétně spojovat s jednotlivými kategoriemi maziv. Jejich širší specifikace bude podrobně uvedena v jednotlivých kapitolách.

Maziva se člení na následující kategorie:

- kapalná maziva,
  - automobilové oleje,
    - motorové
    - převodové
  - průmyslové oleje,
    - strojní oleje,
    - turbínové oleje,
    - hydraulické oleje,
    - kompresorové oleje,
- plastická maziva (mazací tuky),
- tuhá maziva,
- plynná maziva.

## 2.2 Výroba maziv

Výroba motorových olejů se skládá ze tří základních operací:

- výroby základového oleje,
- výroby aditiv,
- mísení a výroby motorových olejů.

### 2.2.1 Základové oleje

Jsou rozhodující pro formulaci maziv a mají podstatný vliv na životnost maziva v provozu. Základové oleje vyrábí většina velkých a známých společností ve vlastních rafineriích [1].

Výchozí surovinou pro výrobu olejů je ropa, která je směsí nejrůznějších uhlovodíků. Uhlovodíky jsou látky, jejichž molekuly jsou tvořeny různě dlouhými řetězci atomů uhlíku C, na které jsou navázány atomy vodíku H. Řetězce jsou různě rozvětvené, mohou být i cyklické.

Při výrobě olejů se setkáváme s pojmy minerální oleje, polosyntetické oleje a syntetické oleje.

Výroba kvalitních základových olejů v jedné velké rafinerii a jejich doprava po celém světě je levnější než výroba stejného množství oleje v několika lokálních rafineriích. Proto také nelze říci, že motorové oleje prodávané v Evropě jsou vyráběny pouze ze základových maziv z evropských rafinerií. Významné rafinerie jsou např. v Malajsii či v Singapuru, odkud se základové oleje dovážejí tankery do velkých evropských přístavů a obchodních center. V blízkosti těchto center mají velké společnosti také vlastní mýsírnny pro výrobu motorových olejů a dalších maziv.

### Základy výroby minerálních olejů

Základové oleje vyrobené z ropy se označují jako minerální. Pro mazání a další účely se používají i upravené oleje rostlinné nebo oleje syntetické. Podle způsobu použití se rozlišují mazací oleje (motorové, převodové) a speciální oleje (hydraulické, transformátorové, kabelové, medicínální oleje apod.), jejichž hlavní funkcí není mazání. Výroba minerálních olejů zpravidla zahrnuje tyto základní operace:

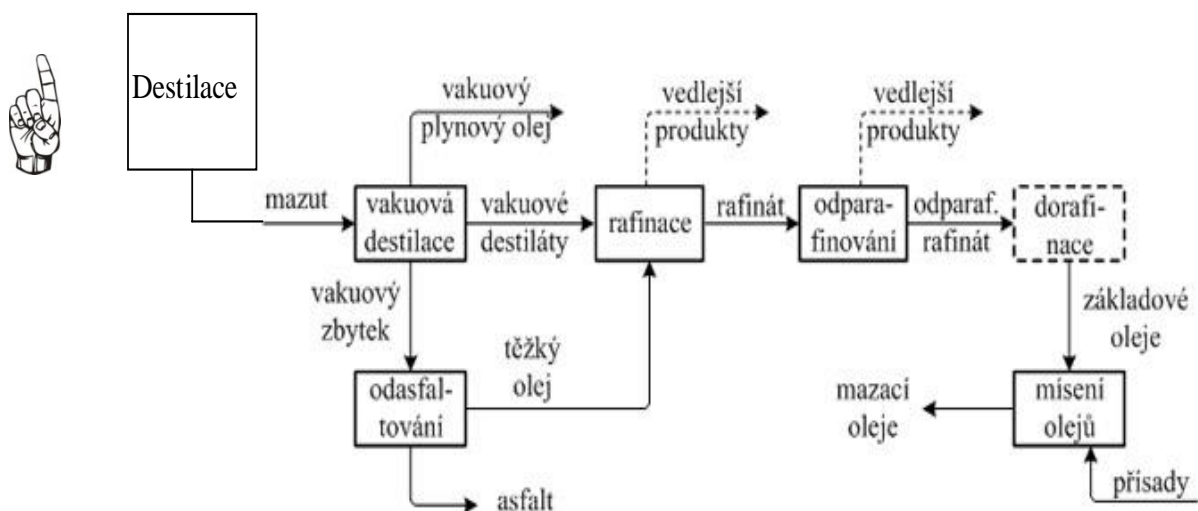


**Destilace** - je oddělení jednotlivých frakcí ropy v závislosti na jejich rozdílném vypařování při různých teplotách. Ropa se při atmosférickém tlaku zahřeje, jednotlivé frakce se odpařují a při různých teplotách kondenzují. Destilací se z ropy získají frakce benzín, nafta, lehký topný olej. Další frakce ropy s delším řetězcem lze získat pouze obtížně, jelikož se omezeně vypařují. Zbytek po destilaci (frakce, které se neodpařily) je následně podroben vakuové destilaci. Vakuová destilace probíhá za sníženého tlaku. Snížení tlaku způsobí, že se začnou vypařovat i frakce, které se za atmosférického tlaku vypařují pouze málo. Vakuovou destilací se z ropy získají především oleje různé viskozity. Zbytek po Vakuové destilaci obsahuje především ropný asfalt a je dále zpracováván (např. destilací na topný mazut).

**Odasfaltování** - Používá se při získávání velmi viskózních olejů z vakuových zbytků a někdy u těžkých vakuových destilátů k odstranění asfaltických látek.

**Rafinace** - oleje získané destilací a vakuovou destilací jsou zušlechťeny (rafinovány). Rafinace ropné suroviny je nejdůležitějším krokem, který většinou určuje kvalitu hotového oleje. V rámci rafinování jsou z olejů odstraněny nežádoucí příměsi a jsou rovněž upraveny struktury molekul uhlovodíků, z kterých je olej složen. V rámci rafinování tak dojde ke zlepšení základních vlastností získaných olejů. Cílem je odstranit hlavně pryskyřičnaté látky, které obsahují síru a dusík. Tyto látky by v oleji vytvářely nežádoucí úsady a kaly a na horkých dílech motoru by se vytvářely tvrdé lakovité nánosy.

**Mísení a aditivace** - základový olej se obvykle mísí z různých složek (různé destilační řezy, případně oleje z odlišných technologií). Do základového oleje se pak přidávají různé přísady (aditiva), které zlepšují vlastnosti oleje.



Obrázek 1 – Schéma výroby minerálního oleje

### Základy výroby syntetických olejů

Pro výrobu syntetického oleje jsou rozhodujícím základem syntetické uhlovodíky, které jsou vyráběny syntézou (chemickým slučováním) základních stavebních uhlovodíkových molekul. Cílem syntézy uhlovodíků je vytvořit požadované molekuly složením ze základních stavebních uhlovodíků. Syntéza uhlovodíků probíhá následujícím postupem:

- Krakování - molekuly benzínu (C5 - C12) jsou rozštěpeny (krakovány) na krátké řetězce molekul plynů (Eten C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> nebo Buten C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>). Tyto molekuly plynů jsou základní stavební uhlovodíky pro syntézu.
- Syntéza - molekuly plynů (Eten C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> nebo Buten C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>) jsou chemicky sloučeny do molekul Poly-alfa-Olefinu (PAO) / Poly-iso-Butenu (PIB).
- Vakuová destilace
- Hydrogenace (pouze PAO) - řetězce molekul uhlovodíků jsou upraveny hydrogenací, tzn. že na určitá místa molekul se navážou atomy vodíku H (hydrogenace), čímž dojde ke změně jejich struktury a zlepšení vlastností.

Základem pro výrobu syntetických olejů jsou obecně produkty chemických reakcí, kdy se z nízkomolekulárních látek vytváří velké komplexní molekuly s mazacími vlastnostmi potřebnými pro danou aplikaci. Na rozdíl od ropných olejů, které jsou

tvořeny komplexní směsí uhlovodíků, je možno vlastnosti syntetických kapalin předem definovat a zajistit standardní kvalitu.



### 2.2.2 Aditiva

Tvoří další významnou složku při výrobě maziv. Struktura aplikovaných aditiv do formulace základových olejů je determinována od požadované finální kvality oleje a jeho následného určení.

Výroba aditiv se soustřeďuje převážně do několika velkých aditivářských firem, které vyrábějí kompletní aditiva pro motorové oleje a další maziva. Několik málo dalších firem vyrábí pouze některá aditiva. Olejářské firmy zpravidla vlastní aditiva nevyrábí, nemají vlastní receptury, ale aditiva nakupují od aditivářských firem. Současně s aditivem dostanou i návod pro výrobu motorového oleje – např. 20 % aditiva smíchat s 80 % toho a toho základového oleje nebo se směsí základových olejů [2].

Výrobce motorových olejů nezná přesné, mnohdy ani přibližné, složení aditivace, které míchá do svých motorových olejů. Pochopitelně že aditivářská firma prodá stejnou nebo jen málo upravenou formulaci aditiv několika olejářským společnostem.

Výrobci aditiv musí zajišťovat výzkum a ověřování směsí přísad pro splnění jednotlivých specifikací olejů. Pro ověření specifikace je nutno provést řadu laboratorních i motorových testů, jejichž celková cena může dosáhnout řádu až desítek miliónů korun.

Do základových olejů jsou přidávána následující aditiva:

**Modifikátory viskozity** - zahušťují olej a především snižují závislost viskozity na teplotě.

**Disperzanty** - slouží k potlačení tvorby úsad na pístech a tvorby "studených kalů", znemožňujících cirkulaci oleje. Jejich molekuly obsahují uhlovodíkový řetězec a polární skupinu.

**Detergenty** - slouží k potlačení tvorby vysokoteplotních úsad a k potlačení koroze (neutralizují kyselé produkty hoření). Jsou to např. alkylsalicyláty, alkylfenoláty vápníku nebo hořčíku s tzv. alkalickou rezervou (tj. s přebytkem karbonátů Ca a Mg). Tato rezerva je důležitá pro neutralizaci organických kyselin, které vznikají oxidací olejů kyslíkem při vyšších teplotách.

**Vysokotlaké a protioděrové přísady** - vytvářejí na místech tepelně namáhaných reakcí s povrchem kovu ochranný film. Používají se dithiofosfáty ve formě zinečnatých solí.

Mají i funkci antioxidantů a protikorozních přísad. Jejich obsah v oleji vyjádřený obsahem fosforu je v rozmezí 0,05 až 0,15 %. Obsah fosforu by měl být co nejnižší s ohledem na katalyzátor.

**Antioxidanty a antikorozní přísady** (inhibitory koroze) - jejich funkci plní přísady již dříve uvedené, někdy se přidává malé množství dalších látek, zdrojem koroze jsou především produkty oxidace oleje a produkty spalování paliva, např. NO<sub>x</sub>.

**Snižovače bodu tuhnutí - depresanty** - zabraňují vylučování krystalů parafínu (např. odparafinování je provedeno do -15° C, s depresantem může být olej použit do -30° C), užívají se polymethakryláty.

**Modifikátory tření** - kolem 1%. Jsou to např. různá kovová mýdla, estery, amíny - vytvářejí tenký ulpívající film na kovovém povrchu.

**Protipěnovací přísady** - užívají se silikonové oleje typu methysiloxanů v koncentraci 0,001 - 0,0001 %.

### 2.2.3 Mísení

Pro mísení se téměř vždy používá směs základových olejů. Tak se nastavuje požadovaná viskozita oleje. Do takového základového oleje se pak dávkuje koupený aditivační balík, který obsahuje všechny potřebné přísady. Viskozita oleje se pak většinou ještě dále upraví přidávkem polymerních modifikátorů viskozity (dříve se jim říkalo zvyšovače viskozitního indexu). Každá zavedená olejářská společnost má svou vlastní mísírnu, používá základové oleje ze stejného zdroje a velmi pečlivě hlídá kvalitu jak základových olejů, tak i konečných motorových olejů.

Kromě těchto společností ale existují ještě tzv. „nezávislí“, kteří základové oleje i aditiva mohou nakupovat z různých zdrojů, kde často rozhoduje momentální cena, a sami provádějí pouze mísení olejů. Často se jedná o malé společnosti.

Pokud zjednodušíme a zobecníme uvedená fakta, lze říci, že co motorový olej, to ve většině případů stejná aditivace, ale jiný základový olej. U některých speciálních moderních olejů, např. pro prodloužené výměnné intervaly šla situace dokonce tak

daleko, že jednotlivé firmy od sebe navzájem nakupují již hotové oleje. Tyto oleje jsou tedy úplně stejné, ať se jedná o jakoukoliv značku. Podobných případů bude přibývat, protože požadavky na kvalitu motorových olejů se stále zpřísňují a vyrobit olej v požadované kvalitě je stále obtížnější [2].

Při mísení olejů probíhá velmi pečlivá vstupní kontrola surovin i výstupní kvalitativní kontrola hotového oleje. Aditivace olejů stejné výkonnostní úrovně může být často stejná nebo velmi podobná. Pro některé náročné aplikace motorových olejů (např. prodloužený výměnný interval pro firemní specifikace) od sebe jednotlivé olejářské firmy nakupují formulace těchto olejů a vzhledem k tomu, že požadavky na motorové oleje se neustále zpřísňují a testování je velmi drahé, bude těchto případů přibývat.

V současné době se mazací oleje v České republice vyrábějí v Pardubické rafinérii (a.s. Paramo) a v Kolínské rafinérii (a.s. Koramo).

## 3 KAPALNÁ MAZIVA

Kapalná maziva jsou nejrozšířenějším druhem maziv. Dnes si nedokážeme představit žádné odvětví průmyslu, které by nevyužívalo některý sortiment kapalných maziv. Mezi nejvýznamnější oblasti lze zařadit oblast dopravy a průmyslovou výrobu [1].

### 3.1 Motorové oleje

#### 3.1.1 Výroba motorového oleje

Viz kapitola Základové oleje

### 3.2 Vlastnosti olejů

Primární funkcí motorového oleje je zabezpečit mazání mezi třecími povrchy. Ideální stav je tehdy, když mezi dvěma třecími povrchy je celistvá vrstva oleje, která oba povrchy odděluje a nedochází proto k jejich vzájemnému kontaktu. Takový stav je v běžném motoru naprosto převažující. Pokud na oba povrchy působí přitlačná síla, např. ozubená kola v převodovce či další případy, tloušťka olejové vrstvy se začne tenčit, vrstva oleje se může i porušit a olej může být vytlačen ven. V tomto případě mluvíme o tzv. mezném či dokonce suchém tření.

Detailní informace o mazivu je možné získat z produktových listů výrobce. Produktové listy popisují podrobně vlastnosti maziv (např. viskozitu), chemické složení maziv (druh základového oleje, obsah aditiv) a oblasti jejich použití (např. hydraulický olej pro vysokou zátěž). Nejdůležitější informace uvádějí výrobci ve stručnější formě přímo na obalech (viskozita, oblast použití, opatření proti poškození zdraví).

Motorový olej při provozu degraduje v několika směrech: Na rozsah a hloubku degradace oleje mají vliv zejména tyto okolnosti:

- oxidační stabilita oleje, množství zbývajících antioxidantů v oleji;
- množství zbývajících mazivostních a protioděrových aditiv;
- kyselost a zbývající alkalická rezerva oleje ;
- změna viskozitních vlastností;
- množství mechanických nečistot v oleji (saze, prach, apod.);

- obsah paliva v oleji, přítomnost glykolu apod.

Motorový olej je technologicky velmi složitý výrobek, jehož vlastnosti jsou klasifikovány řadou technických parametrů. Pro výběr optimálního motorového oleje z hlediska konečného uživatele jsou důležité především tyto dva základní specifikace: Viskozitní a výkonová.



### 3.2.1 Viskozitní klasifikace motorových olejů

Fyzikální vlastnost viskozita (nezaměňovat s hustotou!) je jednou ze základních vlastností, kterou je třeba zvážit při výběru vhodného maziva. Viskozita mazacího oleje (vyjadřující velikost vnitřního tření, a tedy jeho tekutost) není konstantní veličina, ale závisí na okolních podmínkách. Během činnosti motoru dochází ke změnám teploty a tlaku a je nezbytné, aby se viskozita oleje za těchto podmínek měnila co nejméně.

Viskozita je veličina udávající velikost vnitřního tření v kapalině. Nízko viskózní kapaliny jsou snadno tekuté (např. voda), vysoce viskózní kapaliny tečou obtížně (např. med). Viskozita maziva má zásadní vliv na kvalitu mazání. Pokud je viskozita příliš nízká (vysoká tekutost), mazivo je vytlačováno z mazacího prostoru, dochází ke ztenčení olejového filmu, což způsobí nedostatečné mazání a může dojít k poškození mazaných ploch. Pokud je viskozita maziva příliš vysoká (nízká tekutost), mazivo se obtížně dostává do mazacího prostoru a na mazaná místa což způsobí nedostatečné mazání a může dojít k poškození mazaných ploch. Navíc viskózní mazivo způsobuje velké pasivní odpory třecích ploch a tím ekonomické ztráty.

Letní označení garantuje dostatečnou viskozitu oleje za vysokých letních teplot. Obecně platí, že čím vyšší je číslo letní třídy, tím vyšší může být teplota okolí při zabezpečení dostatečného mazání motoru, tzn. olej není příliš nízkoviskózní, což by zapříčinilo trhání mazacího filmu. V praxi se ukázalo, že pro evropské klimatické podmínky jsou třídy 40, resp. 50 plně dostačující, oleje třídy 60 mohou zapříčinit mírné snížení výkonu motoru.

Číslo označující viskozitní třídu je bezrozměrné a nevyjadřuje vztah k žádné fyzikální veličině. Přesto je jistou analogií k viskozitě. Čím je tedy jeho hodnota vyšší, tím je i takto označený olej za dané teploty viskóznější.

V současné době se prakticky výhradně používají tzv. vícestupňové („multigrade“) motorové oleje, které umožňují celoroční bezpečné mazání motoru za rozmanitých klimatických podmínek. Označují se kombinací zimní a letní třídy. Pro větší ochranu motoru při nízkých teplotách je ideální použití olejů tříd 0W-X či 5W-X. Mají proti olejům vyšších viskozitních tříd výhodu v tom, že při nízkých teplotách neztrácejí tak výrazně tekutost, což se v zimním období kladně projeví při spouštění studeného motoru. Při teplotách kolem  $-10\text{ °C}$  potřebuje olej třídy 15W-40 asi padesát sekund na to, aby se dostal na všechna mazaná místa. Naproti tomu oleje třídy 0W-30 či 5W-30 zvládnou motor “zaolejovat” za přibližně pět sekund. Tedy desetkrát rychleji. To je velice důležitý fakt, neboť motor se nejvíce opotřebovává v prvních desítkách sekund po spuštění, kdy jeho komponenty nejsou ještě zcela promazány a dochází k přímému kontaktu a tření kovových materiálů.

Zařazování oleje do viskózní třídy SAE a ISO-VG je prováděno na základě měření viskozity u nového, nepoužitého oleje. Avšak již několik desítek hodin provozu může změnit viskozitu použitého oleje. Olej může intenzívním mícháním snížit svoji viskozitu nebo vlivem oxidace svoji viskozitu zvýšit. Změna viskozity může být i tak významná, že se olej dostane do jiné viskózní třídy SAE nebo ISO-VG. To může mít velice nepříznivý dopad na trvanlivost zařízení, které je olejem mazáno.

Bez ohledu na to, jaký olej používáte, je ideální viskozita ta, která zabezpečí ideální mazání, minimální opotřebení a spotřebu síly na překonání viskozity maziva. Je určena kombinací:

- a) Teploty
- b) Zatížení
- c) Rychlosti

Pokud dojde ke změně některého z těchto parametrů, mazání již není ideální.

#### **a) Vliv teploty na výběr viskozity**



Výběr vhodné viskozity oleje závisí na jeho provozní teplotě. Čím je provozní teplota vyšší, tím vyšší musí být viskozita použitého oleje (jinak by došlo k neúměrnému ztenčení mazacího filmu a zhoršení mazání). Proto musí být například jednorozsahový



olej SAE 30 nahrazen olejem SAE 20 pokud dojde ke snížení provozní teploty a naopak SAE 40 nebo SAE 50 pokud dojde ke zvýšení provozní teploty.

### b) Vliv zatížení na výběr viskozity

Vhodná viskozita oleje závisí na zatížení oleje. Čím je zatížení vyšší, tím je vyžadována vyšší viskozita oleje (vyšší viskózní třída). Proto může být pro motor, pro který je předepsán normálně olej SAE 30 v režimu vysokého zatížení použit olej SAE 40 nebo SAE 50.

### c) Vliv rychlosti na výběr viskozity

Se vzrůstající rychlostí vzájemného pohybu mazaných ploch se olej dostává obtížněji do mazacího prostoru a je z něj rychleji vytlačován. Čím je vzájemná rychlost pohybujících se ploch vyšší, tím musí být viskozita použitého oleje nižší. Proto například vysokootáčkové motory a převodovky vyžadují oleje s nižší viskozitou než nízkootáčkové.

Vlivy změny teploty, zatížení a rychlosti se mohou někdy kompenzovat. Zvýšení zatížení motoru může být kompenzováno zvýšením otáček motoru. Například při jízdě do kopce (vzrůst zatížení - nutná vyšší viskozita) je zařazen nižší rychlostní stupeň čímž dojde ke zvýšení otáček motoru (vzrůst rychlosti - nutná nižší viskozita). Nejvhodnější viskozita zůstává v tomto případě nezměněna a je jakýmsi kompromisem.

Některé oleje s vysokým viskozitním indexem (vícerozsahové oleje u kterých se změnou teploty dochází pouze k malé změně viskozity) dokáží zabezpečit dobré mazání i při větším rozsahu změn teploty, zatížení a rychlosti a proto jsou univerzálnější a mohou být využívány ve větším množství aplikací.

#### Motorové oleje:

Viskózní třída SAE	Viskozita ve studeném stavu		Viskozita při 100°C		HTHS 150°C
	max. viskozita [mPa.s]	*hraniční čerpací teplota [°C]	minimální viskozita [mm <sup>2</sup> /s]	maximální viskozita [mm <sup>2</sup> /s]	minimální viskozita [mPa.s]
0W	6200 při -35°C	-40	3,8	-	-
5W	6600 při -30°C	-35	3,8	-	-
10W	7000 při -25°C	-30	4,1	-	-

15W	7000 při -20°C	-25	5,6	-	-
20W	9500 při -15°C	-20	5,6	-	-
25W	13000 při -10°C	-15	9,3	-	-
20	-	-	5,6	< 9,3	2,6
30	-	-	9,3	< 12,5	2,9
40	-	-	12,5	< 16,3	2,9**
40	-	-	12,5	< 16,3	3,7***
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7

Čím je číslo viskozitní třídy vyšší, tím je olej více viskózní. U každé viskozitní třídy je definována minimální viskozita při vysoké teplotě 100°C (garance, že olej bude i při vysoké teplotě dostatečně viskózní a udrží se v mazacím prostoru). Písmeno "W" (z anglického Winter) u nižších viskózních tříd upozorňuje na to, že je u viskozitní třídy navíc definována maximální hodnota viskozity při nízkých teplotách (garance, že i při nízkých teplotách mazivo příliš neztuhne).

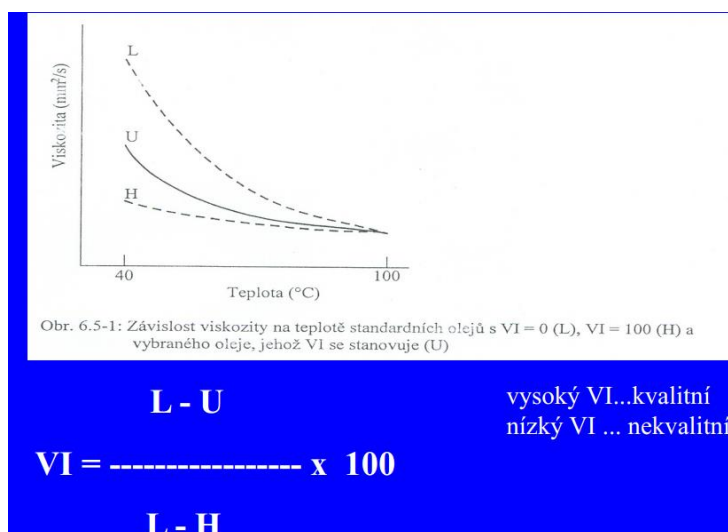
Tomuto postupu odpovídá doba promazání motorů při použití různých olejů. Je prokázáno, že doprava oleje do všech částí motoru je závislá na viskozitě jednotlivých olejů (viz. tab.1). Tyto hodnoty jednoznačně stanovují cestu, jak zajistit dlouhodobou životnost motorů, a to předně při častém startování a krátkých cestách, kdy dojde k celkovému prohřátí motoru na optimální provozní teplotu. Chladicí kapalina se ohřeje po ujetí cca 4 km. Ke komplexnímu prohřátí motoru doje až po ujetí cca 18 km. Tato doba je jednoznačně ovlivněna vnější teplotou, způsobem jízdy, typem oleje, včetně technického stavu vozidla [3].

Tabulka 1 –Viskozitní třídy olejů podle ČSN 65 6601 (Porovnání viskozit průmyslových, motorových a převodových olejů, ISO - SAE)

ISO-VG průmyslové oleje	Viskozita při 40°C [mm <sup>2</sup> /s]		SAE motorové oleje	SAE převodové oleje
	minimální	maximální		
2	1,98	2,42	-	-
3	2,88	3,52	-	-
5	4,14	5,06	0W	-
7	6,12	7,48		
10	9,0	11,0		
15	13,5	16,5	5W	70W 75W
22	19,8	24,2	10W	
32	28,8	35,2		

46	41,4	50,6	15W 20W 25W 20	80W
68	61,2	74,8		
100	90	110	30	85W
150	135	165	40	90W
220	198	242	50	
320	288	352	-	140W
460	414	506		
680	612	748		
1000	900	1100		
1500	1350	1650		

### Srovnání viskozitních tříd SAE převodových a motorových olejů



## 3.3 Hodnocení olejů

### 3.3.1 Výkonnostní třídy olejů



Pro každý olej stanoví výrobce oblast, ve které je vhodné olej používat. Oblast použití oleje je závislá především na jeho chemickém složení (složení základových olejů, obsahu přísad) a z něj plynoucích fyzikálních vlastností. Podle vlastností oleje je olej zařazen do **výkonnostní třídy**. Výkonnostní třída určuje, jaké zatížení je olej schopen snášet, aniž by výrazným způsobem došlo ke zhoršení jeho funkce.

Výkonnostní třída charakterizuje okamžité i dlouhodobé vlastnosti motorového oleje při různých formách provozního zatížení. Hodnoceny jsou vlastnosti jako např. ochrana proti otěru, oxidaci a korozi stěn válců a ložisek, ochrana proti tvorbě úsad za vysokých teplot, oxidační stabilita, pěnění oleje, úspora paliva atd.

Motorové oleje jsou rozděleny do výkonnostních tříd dle evropské normy **ACEA** (Association des Constructeurs Européens d' Automobiles) nebo americké normy **API** (American Petroleum Institute). Výrobci automobilů požadují, aby olej použitý pro mazání motoru vyhovoval určité výkonnostní třídě definované v mezinárodní normě ACEA/API nebo výkonnostní třídě, kterou si výrobce sám definuje. Výrobci olejů proto své výrobky nechávají testovat dle mezinárodních norem a norem výrobců, u svých výrobků pak uvádějí, jaké normy olej splňuje.

Snaha o snižování spotřeby paliva vedla ke změně technologie motorů i olejů. Zejména u osobních vozidel jsou doporučovány automobilkami oleje nižších viskozitních tříd, typicky SAE 0W a 5W/30, resp. 40. Tyto oleje jsou označovány jako „lehkoběžné“, umožňující úsporu paliva. Platí závislost, že nižší viskozita oleje vede k nižším pasivním odporům, ale jen do hodnoty kritické viskozity, pod kterou dochází ke smíšenému mazání a zvyšování pasivních odporů a také k nárůstu opotřebení.

Pro označení výkonnostní kategorie motorových olejů se používají následující normy:



- klasifikace API (American Petroleum Institute, USA),
- klasifikace ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobile, EU),
- klasifikace CCMC (Comité des Constructeurs d'Automobile du Marché Commun, EU),
- firemní normy výrobců motorů a vozidel (VW, MB, MAN atd.),
- klasifikace MIL-L (normy americké armády).

### 3.3.2 Výběr výkonnostních tříd motorových olejů podle ACEA

Novelizovaná specifikace ACEA má od roku 2004 kombinované třídy pro zážehové motory a pro vznětové motory osobních a lehkých užitkových vozidel.

Označení tříd:

- A - benzínové motory;
- B - dieselové motory osobních automobilů, dodávek a lehkých užitkových vozidel;
- E - dieselové motory těžkých užitkových vozidel.

Výkonnostní třída ACEA	Použití oleje	HTHS [mPa.s]
A1, B1	Standardní olej, normální intervaly výměny	2,9 - 3,5
A2, B2	Standardní olej, normální intervaly výměny	> 3,5
A3, B3	Oleje se stabilní viskozitou typu „stay in grade“, určené pro vysoce zatěžované motory, nebo prodloužené výměnné intervaly, stejně tak pro celoroční použití nízkoviskózních olejů a nebo ztížené provozní podmínky.	> 3,5
A3, B4	Jako B3 + možno použít pro dieselové motory s přímým vstřikováním	> 3,5
A4	Rezervováno pro oleje pro benzínové motory s přímým vstřikováním	-
A5, B5	Vysoce stabilní oleje určené pro prodloužené výměnné intervaly ve vysoce zatěžovaných benzínových motorech a dieselových motorech osobních a lehkých užitkových vozidel, které používají lehkoběžné oleje s HTHS	2,9 - 3,5
E1	Již neplatné od 3/2000	>= 3,5
E2	Standardní olej, normální intervaly výměny	>= 3,5
E3	Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny	>= 3,5
E4	Olej pro extrémě vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny	>= 3,5
E5	Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny	>= 3,5

### 3.3.3 Výkonnostní třídy olejů dle API

Tato specifikace je mezi motoristy poměrně známá. Ve svém obsahu dělí motorové oleje podle typu motoru na zážehové (benzínové), označené písmenem "S" (= Service) a vznětové (naftové), označené písmenem "C" (= Commercial). Výkonnostní stupeň je vyjádřen pro daný typ motoru dalším písmenem (od "A" výše). V zásadě platí, že čím je toto písmeno dále v abecedě, tím kvalitnější je olej. Je-li jako první uvedena specifikace "S", je olej určen prioritně pro benzínové motory, pokud "C", pak je určen pro naftové motory.

Například

SJ/CF - olej prioritně pro benzínové motory, použitelný i pro naftové motory

CE/SG - olej prioritně pro naftové motory, použitelný i pro benzínové motory

Klasifikace API odráží vývoj automobilových olejů na americkém kontinentu, proto u vyšších tříd zpravidla nevyhovuje podmínkám pro evropské motory (americké a evropské motory jsou konstrukčně, objemově a výkonově odlišné, což se projevuje - mimo jiné - v odlišných nárocích na obsah přísad tvořících při spalování popel).

Také co se týká HTHS viskozity jsou API specifikace uzpůsobeny americkému trhu a nemusí vyhovovat požadavkům evropských výrobců motorů.

### Oleje pro benzínové motory

Výkonnostní třída API	Status	Použití oleje
SL	Současná	Pro všechny současné motory i starší motory. Kategorie zavedena roku 2001.
SJ	Současná	Pro motory z roku 1996 a starší.
SH	Zastaralá	Pro motory z roku 1996 a starší. Olej obsahuje aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebení a aditiva proti korozi.
SG	Zastaralá	Pro motory z roku 1989 - 1993. Olej obsahuje aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebení a aditiva proti korozi.
SF	Zastaralá	Pro motory z roku 1980 - 1989. Obsahuje aditiva pro zvýšení oxidační stability a aditiva proti opotřebení, aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.
SE	Zastaralá	Pro motory z roku 1971 - 1979. Obsahuje aditiva zabraňující oxidaci oleje, aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.
SD	Zastaralá	Pro motory z roku 1968 - 1970. Obsahuje aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.

## Oleje pro dieselové motory

Výkonnostní třída API	Status	Použití oleje
CI-4	Současná	Zavedena v září 2002. Pro vysoko-rychlostní čtyřdobé motory, u kterých je vyžadováno splnění výfukových emisních norem roku 2004 zavedených v roce 2002. CI-4 oleje mají speciální složení a trvanlivost pro užití v motorech s recirkulací výfukových zplodin (EGR). Jsou určeny pro použití v motorech, které používají palivo s hmotnostním obsahem síry do 0.5%. Může být použit místo CD, CE, CF-4, CG-4 a CH-4 olejů.
CH-4	Současná	Zavedena v roce 1998. Pro vysoko-rychlostní čtyřdobé motory, u kterých je vyžadováno splnění výfukových emisních norem z roku 1998. CH-4 oleje mají speciální složení pro užití s palivem s hmotnostním obsahem síry do 0.5%. Může být použit místo CD, CE, CF-4 a CG-4 olejů.
CG-4	Současná	Zavedena v roce 1995. Pro vysoce zatížené, vysoko rychlostní, čtyřdobé motory užívající palivo s hmotnostním obsahem síry do 0.5%. CG-4 oleje jsou požadovány pro motory splňující emisní normy z roku 1994. Může být použit místo CD, CE a CF-4 olejů.
CF-4	Současná	Zavedena v roce 1990. Pro vysoko-rychlostní, čtyřdobé, atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem. Může být použit místo CE olejů.
CF-2	Současná	Zavedena v roce 1994. Pro vysoce zatížené, dvoudobé motory. Může být použit místo CD-II olejů.
CF	Současná	Zavedena v roce 1994. Pro off-road motory s nepřímým vstřikováním a motory používající palivo s hmotnostním obsahem síry nad 0.5%. Může být použit místo CD olejů.
CE	Zastaralá	Zavedeno v roce 1987. Pro vysoko-rychlostní, čtyřdobé, atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem. Může být použit místo CC a CD olejů.
CD-II	Zastaralá	Zavedeno v roce 1987. Pro dvoudobé motory.
CC	Zastaralá	Pro motory z roku 1961.

### 3.3.4 Výkonnostní třídy olejů definované výrobcí motorů

Kromě uvedených specifikací ACEA a API mají své specifikace i výrobci motorů. Mezi nejznámější patří specifikace Volkswagen. Všechny třídy této novelizované klasifikace

odpovídají třídám ACEA A3/B3-04. Vozidla, která nemají povoleno prodloužení výměnného intervalu motorových olejů, mohou tyto druhy olejů používat jen s podmínkou normálního výměnného intervalu.

Závěrem k oblasti hodnocení výkonnostních tříd olejů je možné konstatovat, že specifikací je mnoho a každá je založena na jiném rozdělení olejů. Jen jejich prostý výčet a stručná charakteristika by vyžadovaly větší prostor pro studium než je vyhrazeno v tomto předmětu. Avšak i bez těchto znalostí je zřejmé, že pokud mají dva oleje stejnou specifikaci např. ACEA či VW, jedná se o kvalitu rovnocenné motorové oleje. Nezáleží na značce oleje, na jeho viskozitní třídě, či na tom, zda je olej minerální či syntetický, měřítkem je pouze a jen údaj o výkonové specifikaci. Může se tedy stát, že oleje SAE 15W-40 a SAE 5W-40 mají stejnou specifikaci ACEA A3/B3. Jedná se tedy o kvalitu a životností rovnocenné oleje, i když se někomu může zdát, že SAE 15W-40 je jen „sprostý minerál“. Oba oleje prošly stejnými motorovými testy a motor po proběhnutí testů byl v obou případech stejně čistý, jinak by olejům nebyla přiznána stejná výkonová specifikace.

### 3.4 Motorové oleje používané v AČR

- a) **Olej motorový 15W/40** pro smíšený vozový park (kód NATO O -1236) – olej je určen k celoročnímu mazání zážehových motorů s katalyzátory, nepřepřňovaných i vysoce přepřňovaných vznětových motorů a pro mazání čelních ozubených převodů a hydraulických systémů určené techniky v rozsahu okolních teplot od -20 °C výše (pro motory všech kolových vozidel např. T 815, UAZ, LRD atd.)
- b) **Olej tankový 20W/50** (O-239) – je určen k celoročnímu mazání nepřepřňovaných i přepřňovaných vznětových motorů a převodového ústrojí určené tankové a odvozené techniky. Současně může být použit pro mazání vznětových i zážehových motorů automobilní a další odvozené techniky v rozsahu okolních teplot od -10 °C výše.

### 3.5 Opatřbení olejů v provozu

(Skripta S-3683 kapitola 7.2)

#### 3.5.1 Kontaminace olejů

(Skripta S-3683)



### 3.5.2 Průběh degradace motorového oleje během exploatace

(Skripta S-3683)

#### 3.5.3 Kyselé látky v oleji

Nejprve se podívejme na to, proč se kyselé látky v oleji vůbec vyskytují. Základové oleje jako takové jsou vždy neutrální, ani kyselé, ani alkalické. Určité množství kyselých látek se však vyskytuje i v novém oleji. Kyselost nových motorových olejů pochází z některých aditiv (např. antioxidanty nebo mazivostní přísady), které i proto, že jsou mírně kyselé, mají ty vlastnosti, jež od přísady vyžadujeme. Další kyselé látky vznikají během provozu motorového oleje a pocházejí jednak ze spalování paliva a jednak vznikají i v samotném oleji během jeho oxidační degradace.

#### Kyselé látky z paliva

Palivo není ve válci nikdy spáleno naprosto dokonale. Hoření paliva je vlastně oxidační proces, kdy jsou molekuly paliva postupně, avšak velmi rychle, oxidovány až na konečné produkty spalování - vodu a oxid uhličitý. Protože spalování není nikdy úplně dokonalé, jsou ve spalinách, tj. ve výfukových plynech, přítomny v určitém množství všechny meziproducty oxidace. A tyto oxidační produkty jsou téměř všechny kyselé s různým stupněm kyselosti.



Obrázek 2 – Ukázka jednoduchého stanovení TAN/TBN - ruční titrace

#### Zdroje kyselých látek

Udělejme si nyní přehled, co všechno se dostává do oleje díky kondenzaci ze spalin:

- a) kyselé produkty spalování paliva - aldehydy, ketony, kyseliny,
- b) kyseliny vzniklé reakcí oxidů dusíku, příp. i síry, s vlhkostí ve spalinách,
- c) kondenzace samotné vlhkosti (vody),
- d) kondenzace nespáleného paliva.

První dva případy přispívají k nárůstu kyselosti motorového oleje. Palivo však není jediným zdrojem kyselých látek. Další vznikají v samotném oleji díky jeho oxidační degradaci. K té dochází po celou dobu provozu oleje, oxidace je však zpomalována antioxidanty. Teprve po spotřebování antioxidantů dochází ke zrychlování oxidační degradace oleje a znatelné tvorbě kyselých produktů oxidace motorového oleje. Ty pak přispívají k celkové kyselosti oleje. Oxidační degradaci oleje bude také věnován jeden samostatný díl.

### **Kyselost a alkalita motorových olejů - TAN a TBN**

V nových i použitých olejích mohou být za látky s kyselým charakterem považovány anorganické a organické kyseliny, estery, fenolické sloučeniny, laktony, pryskyřice, soli těžkých kovů, amonné soli a jiné slabé zásady. Kyselé látky jsou ve většině případů ropných produktů považovány za nežádoucí především pro svoje korozivní vlastnosti [5].

Látky kyselého charakteru mohou pocházet z původní suroviny, ale mohou se do vzorku dostat také druhotným způsobem. Jednak jako produkty oxidačních reakcí v průběhu stárnutí, jednak jako aditiva přidávaná do olejů např. inhibitory, nebo detergenty. Měření čísla kyselosti může být z výše uvedených důvodů používáno také ke sledování stavu ropných produktů a změn, které v nich probíhají v průběhu používání [5].

**Číslo kyselosti** je definováno, jako miligramy hydroxidu draselného potřebného k neutralizaci jednoho gramu vzorku. Vlastní stanovení se pak provádí titračně s potenciometrickou indikací bodu ekvivalence [5].

Proto každý motorový olej obsahuje alkalické sloučeniny, které neutralizují působení kyselých látek. Těmto alkalickým látkám se říká alkalická rezerva oleje, vyjadřuje se pomocí hodnoty TBN, což je zkratka anglického názvu Total Base Number, a znamená

celkové číslo alkality. Čím je TBN oleje vyšší, tím déle vydrží olej neutralizovat kyselé látky.

Stejně jako alkalitu oleje je možné i kyselost oleje vyjádřit měřitelnou hodnotou - TAN (Total Acid Number - celkové číslo kyselosti). Toto číslo vyjadřuje množství slabě i silně kyselých látek v oleji. Obě hodnoty, TBN i TAN, se vyjadřují ve stejných jednotkách - mg KOH/g. Olej např. s TAN = 6 mg KOH/g tak obsahuje v 1 g tolik kyselých látek, které lze neutralizovat 6 mg hydroxidu draselného.



Obrázek 3 – Automatický titrátor k potenciometrickému stanovení TAN a TBN

### Měření TAN a TBN

Obě hodnoty se stanovují v laboratoři titračně. Pro stanovení např. TAN je ke vzorku oleje rozpuštěného v neutrálním rozpouštědle po kapkách přidáván roztok hydroxidu draselného a sleduje se okamžik, kdy olej přestane vykazovat kyselé vlastnosti a převáží naopak alkalické vlastnosti díky přidanému hydroxidu. Tento okamžik je možné detekovat různými způsoby. Nejstarší způsob je detekce podle barevného indikátoru, který se rozpustí ve vzorku oleje a při přechodu z kyselého do alkalického prostředí indikátor změní barvu. Tento způsob je však nevýhodný u použitých olejů, protože díky jejich tmavé barvě lze jen velmi těžko určit změnu barvy indikátoru. Novější metody jsou proto založeny na detekci některých elektrochemických vlastností

oleje, nejčastěji jde o tzv. potenciometrickou titraci. Z množství přidaného hydroxidu se určí hodnota TAN. S měřením TBN je to velmi podobné.

### **Průběh a limity TAN a TBN**

Při provozu oleje dochází k nárůstu kyselosti (TAN) a současně k poklesu alkality (TBN) oleje. Reálný průběh obou hodnot, tak jak byl naměřen u vzorků oleje odebraných z automobilu Škoda Fabia 1,4, je uveden na obr. 3. Z obrázku je vidět, že celková kyselost nového oleje byla kolem 3 mg KOH/g a na konci provozu byla kyselost oleje přes 10 mg KOH/g. Alkalita oleje postupně klesala z hodnoty kolem 10 mg KOH/g až na necelé 4 mg KOH/g. Křivky znázorňují průběh TAN a TBN během celého výměnného intervalu.

### **Dílčí závěr**

Kapalná maziva jsou nejvýznamnějším prvkem minimalizace tření při zabezpečení provozu technických a technologických zařízení. V průběhu užívání plní také celou řadu dalších funkcí, které jsou nepostradatelné k zabezpečení provozu mazaných součástí. Jde o chemicky složité látky, které, které se liší svým způsobem výroby (aditivování) a podmínkami používání. K posouzení vhodného oleje pro vybrané zařízení jsou klasifikovány a hodnoceny řadou způsobů a parametrů.

Sledování postupné degradace poskytuje celou řadu informací, které mohou být využívány prediktivní údržbě.

### **Kontrolní otázky**

1. Definujte základní funkce oleje;
2. Vysvětlete způsoby klasifikace oleje podle SAE;
3. Specifikujte základní sortiment aditiv výroby olejů?
4. Objasněte význam viskozitního indexu a viskozity.
5. Co chápeme pod pojmem olejový film a proč jej posuzujeme?
6. Jaký vliv na olej má způsob provozu vozidla?
7. Vysvětlete pojmy TBN a TAN.

8. Jakým způsobem může být olej v motoru degradován?
9. Vyjmenujte oleje používané v AČR a jejich určení.

PFLM

## 4 PLASTICKÁ MAZIVA

Plastická maziva tvoří spolu s oleji a tuhými mazivy významnou skupinu mazacích prostředků pro mobilní vojenskou techniku.

Plastické mazivo je definováno dle ASTM (American Society of Testing Materials) jako tuhý až polotekutý produkt s rozptýleným zpevňovadlem v kapalném mazivu [4].

Jak plastické mazivo, tak olej slouží ke stejnému účelu, minimalizaci tření a opotřebení mezi pohybujícími se povrchy. Díky své v podstatě pevné struktuře nevykonává plastické mazivo chladicí a čistící funkci jako je tomu v případě užití oleje [4].

Používají se v případech, v nichž není možné nebo technicky vhodné použít k mazání olej (mohl by se rozstříkovat nebo stékat po svislých mazaných plochách), dále např. v přerušovaném provozu, v prašném a vlhkém prostředí. Plastická maziva lépe než olej dotěsňují ložiska a brání vnikání nečistot a vody, ulpívají na mazaných plochách i v klidu, dlouhodobě chrání před korozí. Jejich nevýhodou je zhoršený odvod tepla a nemožnost použití pro oběhové mazání a filtrace [5].

Kromě toho se ale úspěšně uplatňují i v řadě dalších aplikací, kde lze využít jejich výhodných specifických vlastností. Mezi ně patří zejména:

- dlouhé domazávací a výměnné lhůty,
- malé nároky na obsluhu a údržbu,
- velmi nízká spotřeba maziva,
- dotěsnění mazaných míst (snížený únik maziva a omezení vniku nečistot event. vody),
- jednoduchá konstrukce uložení (odpadají náročné pomocné systémy, potřebné při olejovém mazání),
- široké aplikační spektrum (možnost použití jediného výrobku pro různé typy třecích kontaktů) [6].

Plastická maziva jsou koloidní soustavy (gely, vzácněji soli), které tvoří mazací olej, zpevňovadla, plnidla a přísady. Starší název pro plastická maziva byl mazací tuky, některé komerční produkty v ČR používají toto označení dosud. Nesprávně se tyto látky označují také jako vazelíny [1].

Plastická maziva se prodávají pod obchodními názvy, které přibližně popisují možnosti jejich použití: víceúčelové mazivo, mazivo pro vysoké teploty, polotekuté mazivo pro převody, gelové mazivo, polyuretanové mazivo, bentonitové mazivo aj. [7].

Plastická maziva se u mobilní techniky používají především:

- v ložiscích kol,
- v kloubových hřídelích,
- v ložiscích spojek a ve výsuvných ložiscích,
- v ložiscích alternátorů, spouštěčů, stěračů,
- v brzdových ventilech,
- v zámcích, v kloubových závěsech,
- v automatikách bezpečnostních pásů,
- v centrálním systému mazání užitkových vozidel.

Hlavní faktory ovlivňující volbu plastického maziva:

- typ zpevňovadla (Li, Ca, Al, Li-kx, aj.),
- typ základového oleje a jeho viskozita (ropný, syntetický, řepkový olej aj.),
- konzistence maziva (např. NLGI 2),
- počet otáček,
- zatížení (vysokotlaké vlastnosti)
- teplota,
- vibrace.

Nejlépe je vždy použít takové mazivo, které doporučuje výrobce daného stroje či zařízení.

Od vhodného plastického maziva se pro danou aplikaci očekává:

- poskytnutí odpovídajícího mazání za účelem minimalizace tření a zabránění opotřebení součástí ložiska,
- ochrana vůči korozi,
- těsnící funkce zabraňující průniku nečistot a vody,
- odolnost vůči úniku a nežádoucímu vytěsnění z mazaného povrchu,
- dlouhodobě odolávat změnám struktury a konzistence v mechanickém provozu (v ložisku),
- odolnost proti tuhnutí v případě nízkoteplotních provozních podmínek,
- pro danou metodu aplikace mít vhodné fyzikální parametry,
- kompatibilita s těsníci a jinými konstrukčními materiály v mazaných dílech stroje,
- snášet určitý stupeň kontaminace jako je vlhkost bez ztráty důležitých vlastností [4].

#### **4.1 Složení plastických maziv**

Plastická maziva se obvykle skládají ze:

- základového oleje,
- zpevňovačů,
- aditiv.

Koloidní struktura plastického maziva je tvořena částicemi zpevňovačů, které vytváří vláknitou nebo jinou strukturu, jejíž prostor je vyplněn olejem [8].

##### **4.1.1 Základové oleje**

Základové oleje pro výrobu plastických maziv jsou shodné se základovými oleji motorových, převodových nebo průmyslových olejů. Olej svými vlastnostmi ovlivňuje řadu důležitých vlastností plastického maziva, které je z něj vyrobeno [5].

Podíl kapalné fáze v plastickém mazivu dosahuje přibližně 90% celkové hmotnosti. Bývá to obecně minerální olej, ale může to být rostlinný olej nebo jeden z mnoha



v současné době dostupných syntetických olejů. U většiny současných prodávaných plastických maziv se používají rafinované minerální (parafinické nebo naftenické) oleje. Ty nabízejí dobrou kombinaci výkonových parametrů a ceny [4].

Syntetické oleje se vybírají z důvodu potřeby některé specifické vlastnosti maziva, ke které přispívají, jako je např. nižší nebo vyšší rozsah provozních teplot. Chemická povaha olejů je rovněž důležitá, jelikož má významný vliv na intenzitu zahušťování (účinnost mýdla) zpevňovadla plastického maziva [4].

#### **4.1.2 Zpevňovadla**

tvorí 7 – 20 % objemu plastického maziva [8]. Zpevňovadlo je látka vytvářející strukturní mřížku, jejíž prostor je vyplněn olejem, ten se v průběhu mazání uvolňuje mezi mazané plochy. Přidáním zpevňovadla olej přestane být kapalný – mazivo nabývá plastické konzistence (od polotekuté až po velmi hutnou v závislosti na konkrétním složení maziva) [5]. Další důležitou úlohou zpevňovadla je zajistit mazání v případě vzniku smíšeného a mezního tření [7]. Zpevňovadlo reaguje za vysokého tlaku a teploty s povrchem kovu třecí plochy a vytváří na něm ochrannou vrstvu. Jako zpevňovadla jsou používána především tzv. kovová mýdla, která vznikají reakcí hydroxidů kovů s vyššími mastnými kyselinami – jedná se tedy o soli těchto kyselin. Nejčastěji se používají mýdla na bázi lithia, sodíku, vápníku, hliníku a baria. Vlastnosti mýdla významně ovlivňují vlastnosti z něj vyrobeného plastického maziva. [3] Komplexní plastická maziva obsahují jako zahušťovací látky kromě kovových mýdel i kovové soli většinou stejného kovu. Tato plastická maziva mají ve srovnání s klasickými mazivy lepší tepelnou stálost [8].

V případě tzv. *kombinovaných mýdel* se k neutralizaci používá směs několika hydroxidů (např. lithného a vápenatého). *Komplexní mýdla* je označení pro kovové soli, obsahující anionty různých kyselin [7].

Vlastnosti mýdla	Kalcium	Lithium	Lithium Kalcium	Bentonit	Kalcium komplex	Aluminium komplex	Lithium komplex	Kalcium sulfonát komplex	Polymočovina
Teplota			+	++	++	++	++	++	++
Odolnost vůči vodě	++	+	+	+	++	+		++	+
Koroze	++				++			++	
Čerpatelnost	+	++	+			++		++	+
Přilnavost					+	++		+	
Všeobecné použití			+				++	++	
Rychlost							+	+	++

Obrázek 4 – Vhodnost mýdel v závislosti na požadovaných parametrech

Zdroj: [4].

Navíc se do plastických maziv mohou přidávat i nerozpustné tuhé přísady tzv. plnidla – sulfid molybdeničitý, grafit koloidní, šupinkový nebo práškový, teflon aj. Tyto látky nevytvářejí strukturu maziva, ale působí spíše jako tuhé mazivo – zlepšují např. mazivostní a protioděrové vlastnosti plastického maziva, zvětšují únosnost mazacího filmu, odolnost proti rázům a zvýšeným teplotám. Některá plnidla (měkké kovy, sulfidy) působí na drsném mazaném povrchu jako vyhlazovací činidla. Přídavek plnidel zlepšuje dotěšňovací schopnost plastického maziva a zvyšuje jeho hustotu. Podle chemického složení rozlišujeme: na bázi uhlíku (grafit, saze), silikáty (slída, mastek), kovové prášky (hliník, měď, zinek), oxidy kovů, uhličitany aj. Používání olova a jeho sloučenin se vzhledem k jeho toxicitě omezuje [5].

Pro výrobu plastických maziv se používají také zpevňovadla olejů na odlišné bázi než kovová mýdla, označují se jako mazadla. Gelovitá plastická maziva jsou plastická maziva zpevněná kyselinou křemičitou, tvořící s olejem gelovou strukturu, mají velmi vysoké body skápnutí. Bentonitová plastická maziva nemají bod skápnutí (při této teplotě se začíná oddělovat olej) – ani při trvale vysokých teplotách nedochází k odlučování oleje [5]. (bentonit – přírodní jílovitá hornina s velkou sorpční schopností) [8]. Polyuretanová plastická maziva s vysokou teplotní odolností mohou dlouhodobě pracovat i při 130°C.

Kapalná složka, tj. základový olej, je ve složení plastického maziva zastoupena cca 70-90 %. V převážné většině případů se používá olej ropný – syntetické oleje se

vzhledem k vyšší ceně používají většinou pouze pro náročnější aplikační podmínky (např. vysoké teploty nad 150°C). Zpevňovadlo tvoří ve složení plastického maziva 5-30 % [5].

#### **4.1.3 Aditiva**

Aditiva jsou obdobná jako ta, která se používají v mazacích olejích. Používaná aditiva v plastických mazivech lze rozdělit do čtyř kategorií:

- protioděrová a vysokotlaká aditiva zlepšující odolnost vůči rázům a vysokému zatížení,
- hydrofobní přísady (pro odpuzování vody),
- antioxidační aditiva zvyšující odolnost proti degradaci způsobené vysokými teplotami a oxidací na vzduchu,
- inhibitory koroze zabraňující korozi jak železných tak neželezných kovů způsobenou vlhkostí a agresivními chemickými činidly,
- aditiva zlepšující mazivost a adhezi na mazaném povrchu,
- stabilizátory barvy [5].

#### **4.2 Požadavky na plastická maziva**

Plastická maziva musí splňovat řadu požadavků, mezi něž patří zejména:

- dostatečná mechanická stálost,
- dobrá teplotní stálost,
- vysoká odolnost proti stárnutí,
- dostatečná odolnost proti vodě[3],
- vysoká únosnost mazacího filmu tj. vytváří dostatečně pevný film mezi třecími plochami, tím brání styku kov na kov a snižuje opotřebení mazaných součástí,
- dobrá přilnavost a těsnící účinek, tj. utěsňuje mazané místo proti nečistotám, prachu, vlhkosti a vodě,
- dostatečná ochrana proti korozi tj. chrání mazané součástky proti korozi [8].

Plastické mazivo může splnit svou funkci pouze tehdy, pokud byly z ložiska před naplněním odstraněny cizí látky (opotřebená plastická maziva, nečistoty). Před novým naplněním je nutno ložisko vyčistit, pro čištění se používá čistící benzín nebo petrolej.

Nečistoty mohou vyvolat těžké poruchy ložiska, proto je bezpodmínečně nutné zabránit znečištění plastického maziva i během skladování a při transportu k mazaným místům, obaly plastických maziv nesmí zůstat otevřené.

Ne všechna plastická maziva se spolu neomezeně mísí, při domazávání je nutno dbát hlavně na to, že plastická maziva s různým typem mýdla zpravidla nejsou mísitelná [5].

Správně mazat znamená použít vhodné plastické mazivo v optimálním množství, příliš velké množství maziva vede k přílišnému zahřívání ložiska, příliš malé množství k zadření a předčasnému výpadku. Volba druhu a množství plastického maziva vyplývá z konstrukce ložiska a z počtu otáček. Při nízkých až středních otáčkách lze aplikovat větší náplně než při vyšších otáčkách [5].

### **4.3 Druhy plastických maziv**

Plastická maziva se hodnotí podle bodu skápnutí, důležitá je také konzistence plastického maziva [8]. Konzistence je obdoba viskozity u olejů, udává měkkost / tuhost maziva. Konzistence je normována prostřednictvím NLGI tříd 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Čím vyšší číslo třídy, tím je mazivo tužší [7]. Konzistence se stanovuje penetrometrem, měří se, jak hluboko pronikne za 5 s normovaný kužel za normovaných podmínek do plastického maziva. Podle penetrace se rozlišují polotekutá, velmi měkká, měkká, poloměkká, střední, polohrubá, hutná a velmi hutná maziva [8].

#### **4.3.1 Plastická maziva na bázi lithných mýdel**

Nejčastěji používaný druh plastických maziv, jsou odolná proti vodě a současně chemicky i mechanicky stálá, a to i při vysokých teplotách. Maziva lze používat v rozmezí teplot – 20 až 130°C. Maziva jsou obvykle označována jako víceúčelová. Jejich konzervační schopnosti se zvyšují pomocí přísad [8], [7].

**V AČR používané:**

**Mazivo plastické víceúčelové EP 3** – používá se pro mazání valivých ložisek kol určené letecké techniky a vozidel, kluzných uzlů tření a dalších určených míst, která pracují v nepříznivých podmínkách, při těžkých a nepřetržitých rázových zatížení, vysokých rychlostech a tlacích. Mazivo je určeno pro aplikace v rozsahu pracovních teplot  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $+160\text{ }^{\circ}\text{C}$  a krátkodobě odolává teplotám do  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  [9]. Vyrábí z komplexního lithného mýdla stearové kyseliny a minerálního oleje, má zelenou barvu, obsahuje antioxidantní, antikoroziční a vysokotlaké přísady a dobře odolává přímému působení vody [5].

**Mazivo plastické víceúčelové EP 2** – se používá pro mazání valivých ložisek, kluzných uzlů tření a dalších určených míst u vozidel a mechanismů, které pracují v nepříznivých podmínkách, při těžkých a nepřetržitých rázových zatíženích, vysokých rychlostech a v rozsahu pracovních teplot  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $+140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , krátkodobě až  $+160\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Vyrábí zpevněním jemně rafinovaného minerálního oleje lithným nebo komplexním lithným mýdlem. Mazivo obsahuje antioxidantní, protikoroziční a vysokotlaké přísady a má dobrou odolnost vůči vodě. Aplikace přísad s obsahem olova, chlóru nebo barya není přípustná.



Obrázek 5 – Plastické maziva EP 3

*Zdroj: [4].*

**Mazivo CIATIM-201** – je vyroben z nízkoviskózního ropné oleje, zahuštěného lithiovým stearátem. Je určeno k mazání přístrojů a mechanismů s malými měrnými

tlaky pracující v rozmezí teplot – 90°C až 90°C. obsahuje antioxidační přísadu difenylamin [9]. Je světle žluté až světle skořicové barvy.

#### **4.3.2 Plastická maziva na bázi sodných mýdel**

Maziva nejsou odolná proti vodě, vyhovují do maximální provozní teploty cca 100°C. mají velmi dobré ochranné antikorozi vlastnosti. Jsou mechanicky stálá a odolná proti hnětení, mají dobrou přilnavost a těsnící účinek. Ve struktuře neobsahují vodu, používají se proto pro dlouhodobé mazání [5], [8].

#### **4.3.3 Plastická maziva na bázi vápenatých mýdel**

Nejstarší druh plastických maziv. Ve své struktuře obsahují vodu, vyžadují proto častější kontrolu resp. domazávání (po odpaření vody se mění na drobnou hmotu bez mazacího účinku). Mají hladkou strukturu, jsou odolná proti vodě (hodí se pro mazání vodních čerpadel) a mechanickému namáhání, maximální provozní teplota je však pouze cca 70°C. V případě tzv. komplexních maziv tohoto typu lze zajistit teplotní stabilitu do teplot až 120°C [7], [5].

#### **V AČR používané:**

**Mazivo plastické s grafitem MP-G 3** – používá se pro mazání nezaběhaných nebo vysoce zatěžovaných kluzných ložisek s teplotami od 70°C, pro otevřené pomaluběžné ozubené převody pracující v prašném prostředí, k promazávání listových per podvozků automobilů, k mazání třecích ploch mechanismů a dalších. Vyrábí se z vápenatého mýdla a rafinovaného minerálního oleje. Obsahuje asi 5 % čistého grafitu [9], [5].

#### **4.3.4 Plastická maziva na bázi hlinitých mýdel**

Maziva jsou polotekutá, táhnou se do dlouhých vláken, mají vynikající přilnavost ke kovovým plochám a velmi dobře odolávají tlaku i vodě, nejsou však dostatečně teplotně stálá [8].

## 4.4 Testování maziv

Většina testů plastických maziv, které jsou normalizovány, definuje nebo popisuje vlastnosti, jež se vztahují k výkonnostním testům na skutečných nebo simulovaných provozních mechanismech. Ty poskytují rozsáhlé užitečné informace o mazivech.

### 4.4.1 Konzistence

Konzistence je definována jako stav, kdy plastické mazivo odolává deformaci od aplikované síly. Je to proto charakteristika plasticity, podobně jako viskozita je charakteristika tekutosti. Konzistence plastického maziva není konstantní, ale mění se s teplotou. Může se rovněž měnit v důsledku manipulace nebo mechanického provozu, kterému bylo podrobeno před měřením své konzistence. Konzistence se udává ve vztahu ASTM jako tzv. kónická penetrace, NLGI číslo nebo zdánlivá viskozita, každý z parametrů je určen při specifické teplotě a popsané přípravě vzorku.

Tabulka 2 – Přehled hodnocení PM podle ASTM penetrace

Značení	Konzistence	ASTM penetrace	Příklad použití
000	extrémně měkké mazivo	445-475	tekutý tuk centrální mazání užitkových vozidel
00	velmi měkké mazivo	400-430	
0	měkké mazivo	355-385	
1	středně tuhé mazivo	310-340	
2	středně tuhé mazivo	265-295	mazání ložisek automobilů
3	středně tuhé mazivo	220-250	mazání ložisek automobilů
4	tuhé mazivo	175-205	vodní čerpadla
5	velmi tuhé mazivo	130-160	vodní čerpadla
6	extrémně tuhé mazivo	85- 115	téměř nepoužívané

Zdroj: [4]



Obrázek 6 – Příklad přístroje pro zjišťování STM penetrace

Přístrojem se zjišťuje hloubka proniknutí hrotu do plastického maziva. Čím více hrot pronikne, tím nižší číslo je mazivu předěleno.

Tabulka 3 – Označování plastických maziv

Znaky	Význam
K	oblast použití maziva
PF	složení základového oleje a aditiva
2	konzistence (tuhost) maziva - třída NLGI
K	maximální provozní teplota, odolnost proti vodě
-30	minimální provozní teplota v °C
<b>Oblast použití maziva</b>	
Označení	Popis oblasti použití
G	uzavřené převody
OG	otevřené převody
K	ložiska válcová, kluzná, kluzné plochy
M	kluzná ložiska a těsnění (nižší nároky než K)
<b>Složení základového oleje / aditiva</b>	
Označení	Složení
E	základový olej: ester
FK	základový olej: fluorovaný uhlovodík
HC	základový olej: syntetický uhlovodík
PG	základový olej: polyglykol



PH	základový olej: ester kyseliny fosforečné
SI	základový olej: silikonový olej
X	základový olej: ostatní
P	EP / AW přísady
F	pevná aditiva (např. sulfid molybdeničitý, grafit)

Zdroj: [5].

#### 4.4.2 Bod skápnutí

Obecně je bod skápnutí plastického maziva teplota, při které plastické mazivo přechází z polotuhého stavu do kapalného stavu za podmínek zkoušky. Tato změna stavu je typická pro plastická maziva obsahující jako zpevňovadla mýdla běžného typu. Výsledky tohoto stanovení umožňují posouzení teplotního použití plastického maziva, zařazení druhu plastického maziva nebo prokázání dodržování výrobních postupů. Výsledky zkoušky bodu skápnutí lze používat jako upozornění na maximální teplotu, které se může plastické mazivo vystavit bez celkového zkapalnění nebo nadměrného odloučení oleje, k označení plastického maziva jako druhu plastického maziva a k prokázání výroby nebo mezí řízení kvality pro tento druh charakteristických [10].

#### Dílčí závěr

Plastická maziva jsou významným prvkem zabezpečení provozu strojních a technologických zařízení, kde není vhodné použití kapalných maziv především z důvodu možného vytékání z mazacího místa. Mají tuhou konzistenci, která zabezpečuje dokonalé vyplnění mazacího místa bez úniku maziva. V Armádě České republiky jsou zejména určena pro podvozky pásové a kolové techniky.

#### Kontrolní otázky

10. Určení a základní charakteristika plastických maziv;
11. Specifikujte používaná PM v AČR a jejich použití;
12. Specifikujte základní sortiment aditiv v plastických mazivech a jejich určení?
13. Charakterizujte základní laboratorní testy a jejich určení.
14. Jaké je základní členění maziv podle ASTM?

## ZÁVĚR

Plastická maziva jsou vhodná a používaná pro mazání míst, kde je vysoké zatížení, malá rychlost pohybu, kde náplň maziva musí vydržet dlouhou dobu z důvodu např. špatně přístupných míst. Používají se i pro mazání míst, kde se vyžaduje zvýšená ochrana proti korozi a kde není třeba odvádět teplo.

Znalost zásadních vlastností distribuovaného sortimentu plastických maziv by mělo být základní podmínkou působení personálu ve skladech PHM útvarů AČR.

PHM

# PŘÍLOHOVÁ ČÁST

*Příloha 1*

PŘÍLOHA

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ZKRATKA	VYSVĚTLIVKA
AČR	Armáda České republiky
BA	Benzín automobilový
B-5	Kanystř na 5 litrů
B-20	Kanystř na 20 litrů
HS	Hradní stráž
KSKJPHM MO	Kontrolní systém a kontrola jakosti v AČR
Lh	Letová hodina
MJ	Měrná jednotka
MO	Ministerstvo obrany
NM	Nafta motorová
MM	Majetkový manažer
MU	Majetkové uskupení
NV MO	Normativní výnos ministerstva obrany
OTV	Operační taktické velitelství
PH	Pohonné hmoty
PHM	Pohonné hmoty, maziva a provozní hmoty
PL	Petrolej letecký
PVT	Pozemní vojenská technika
S-200	Sud na 200 litrů
SSHR	Státní správa hmotných rezerv

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TEBULEK

Obrázek 1 –Schéma výroby minerálního oleje .....	10
Obrázek 2 –Demonstrace rozsahu použití olejů podle označení SAE <b>Chyba! Záložka není definována.</b>	
Obrázek 3 –Vhodnost mýdel v závislosti na požadovaných parametrech .....	34
Obrázek 4 –Plastická maziva EP 3.....	37
Obrázek 5 –Přístroj pro zjišťování STM penetrace .....	40
Tabulka 1 – Struktura uhlíkových řetězců ropných produktů <b>Chyba! Záložka není definována.</b>	
Tabulka 2 – Doba promazání motorů při použití různého oleje <b>Chyba! Záložka není definována.</b>	
Tabulka 3 – Přehled hodnocení PM podle ASTM penetrace .....	39
Tabulka 4 – Označování plastických maziv .....	40

## KLÍČOVÁ SLOVA V ANGLIČTINĚ

DOBA POUŽITELNOSTI	- SERVICEABLE LIFE
DOKLAD O POTVRZENÍ	- ACKNOWLEDGEMENT
KALKULACE	- CASTING
MANIPULACE	- HANDING
NORMA	- STANDARD
NÁKLADOVÉ STŘEDISKO	- COST CENTRE
ODĚVNÍ SOUČÁSTKA	- ARTICLE OF DRESS
POUŽITELNOST	- APPLICABILITY
SKLAD	- DEPOD STORAGE
SLUŽEBNÍ PŘEDPIS	- SERVICE REGULATIV
SMLUVNÍ PODMÍNKY	- TERMS
SOUČÁSTKY VÝSTROJE	- AQCCOUNTREMENTS
STEJNOKROJOVÁ KÁZEŇ	- UNIFORM DISCIPLINE
TABULKOVÝ MATERIÁL	- DESIGNED MILITARY EQUIPMENT
ÚSTROJ	- DRESS
VOJENSKÝ STEJNOKROJ	- MILITARY UNIFORM
VÝSTROJNÍ NÁLEŽITOST	- AUTHORIZED ACCOUNTREMENTS
VÝSTROJNÍ SLUŽBA	- ACCOUNTREMENTS SERVICE
ZÁKLADNA	- BASE

## LITERATURA

- [1] PEŤKOVÁ, V., *Tribotechnika v teorii a praxi*, Košice: Vydavatelství VIENALA, 2012. ISBN 978-80-8126-057-5.
- [2] ČERNÝ, J., *Kdo a jak vyrábí základové oleje*, [online]© 2012. AutoEXPERT, září 2004, číslo 9 [cit. 2013-01-19]. Dostupné z [www:<http://www.oleje.cz/clanek/Mazivarske-myty--Mytus-prvni---kdo-a-jak-vyrabi-zakladove-oleje>](http://www.oleje.cz/clanek/Mazivarske-myty--Mytus-prvni---kdo-a-jak-vyrabi-zakladove-oleje).
- [3] MAREK, V., HRABEC, L., *Prodloužené intervaly výměny olejů v provozu osobních automobilů*, [online].© 2013. Oleje.cz. [cit. 2013-1-14]. Dostupné z [www: <http://www.oleje.cz/clanek/Prodlouzene-intervaly-vymeny-oleju-v-provozu-osobnich-automobilu>](http://www.oleje.cz/clanek/Prodlouzene-intervaly-vymeny-oleju-v-provozu-osobnich-automobilu).
- [4] TOTAL, *Plastická maziva- technický popis, charakteristiky, testy*, [online]© 2008. TOTAL.[cit. 2013-01-14].Dostupné z [www:<http://www.madoil.cz/dodavatelsky-program/total/katalogy/Katalog\\_TOTAL\\_plasticka\\_maziva.pdf>](http://www.madoil.cz/dodavatelsky-program/total/katalogy/Katalog_TOTAL_plasticka_maziva.pdf).
- [5] Stodola, J., Machalíková, J. , *Spolehlivost a diagnostika BSV. Část Provozní hmoty a materiály pro MVT*, Brno: Univerzita obrany, 2006. ISBN 80-7231-167-0.
- [6] *Plastická maziva*, [online].© 2013 Technický magazín. [cit. 2012-11-15] Dostupné z [www: <http://www.techmagazin.cz/261>](http://www.techmagazin.cz/261).
- [7] *Plastická maziva - popis*, [online]© 2012. Oleje.cz [cit. 2013-01-15]. Dostupné z [www: <http://www.oleje.cz/index.php?left=plast\\_maziva&page=plast\\_popis>](http://www.oleje.cz/index.php?left=plast_maziva&page=plast_popis).
- [8] Blažek, J., *Základy zpracování a využití ropy*, 2. vyd. přepracované. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. ISBN 80-7080-619-2.
- [9] *Vojenské jakostní specifikace pohonných hmot, maziv a provozních kapalin*, Pomůcka, Praha: Ministerstvo obrany České republiky. Č.j. 60146-22/2005/DP-3818-SMMU, 2006.
- [10] *Směrnice. Zásady pro tvorbu a udržování zásob majetku státu v právu hospodaření Ministerstva obrany*, Č.j. 6127-40/2005/DP-304, Praha: Ministerstvo obrany, 6. října 2005.
- [11] *Zvláštnosti hospodaření s majetkem majetkového uskupení 3.0 v rezortu MO*, Odborné pokyny, č.j. 6127-60/2004/DP-3042, Praha: MO, Sekce podpory, 2009.

PHEM

Název:

**HOSPODAŘENÍ S MATERIÁLEM VYBRANÝCH  
MAJETKOVÝCH USKUPENÍ**

- studijní text

Zpracovali:

pplk.. Ing. Václav Zajíček (UO, FEM, K-104)

kpt. Ing. Michal Zelenák (UO, FEM, K-104)

Recenzovali:

mjr. Ing. Libor STOLIČKA (VÚ 1970 Vyškov)



Ing. Jaroslav TALÁR (VÚ 2994 Brno)  
Vedoucí katedry: plk. gšt. Ing. Zbyšek Korecki, Ph.D.  
Počet listů: 99  
Vydavatel: Univerzita obrany  
Pořadí vydání: první  
Rok vydání: 2012  
Počet výtisků: 50 ks  
Formát: A4  
Tisk: Vydavatelská skupina Univerzity obrany  
Číslo zakázky:  
Číslo EP: 19/2012  
Cena pro vnitřní potřebu:

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

Schváleno na metodickém zasedání katedry *logistiky* (K-104) dne 27. srpna 2012.

**ISBN 978-80-7231-891-9**