

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Rozdělení a klasifikace olejů osobních automobilů

bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Hönig

Vypracoval: Jan Mečír

PRAHA 2008

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: technická
Katedra: vozidel a pozemní dopravy	Akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Mečíř**

Studijní obor: **Obchod a podnikání s technikou**

Studijní zaměření:

Název práce: **Rozdělení a klasifikace olejů osobních automobilů**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: **Rozdělení motorových olejů, zhodnocení dominantních parametrů, vliv na opotřebení, znehodnocování olejové náplně**

Osnova práce:

1. Literární rešerže
2. Přehled poznatků o mazivech, principy, charakteristika dominantních parametrů olejů, způsoby znehodnocování olejů a jejich vliv na opotřebení
3. Závěr - zhodnocení vlivu teploty, závislosti mezi parametry

Metodika práce:

1. Rešerže literatury zabývající se problematikou maziv
2. Shromáždit data týkající se problematiky olejů
3. Zpracování dat, určení dominantních parametrů, znehodnocování, olejové náplně, multigrádní oleje

Rozsah práce: 30 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:


1. Diagnostika a obnova maziv. 1. vydání. Praha: Česká strojnická společnost, únor 1998. 118 str.
2. Kovář, Jiří: Aplikovaná chemie. 2. přepracované vydání. Praha: ČZU v Praze, 1990. 122 str. ISBN 80-213-0081-7
3. Pošta, Josef: Provozní schopnost strojů. 1. vydání. Praha: ČZU technická fakulta, 2002. 95 str. ISBN 80-213-0966-0
4. Tribotechnika v teorii a praxi, Sborník přednášek, hotel Orlik. Vystřikov u Orlické přehrady: 2002. 167 str.
5. Oleje.cz [on-line]. [cit. 2006-03-25]. Dostupné z <http://www.oleje.cz>
6. Klapka, J.: Motorové oleje pro užitkové automobily. In Tribotechnika v provozních podmínkách a její význam pro údržbu strojů a zařízení. Ostrava: 2004. str. 28 – 34. ISBN 80-248-

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Hönig

Datum zadání bakalářské práce: 30.11.2006

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.04.2008




Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

vedoucí katedry


prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 8.1.2007

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Rozdělení a klasifikace olejů osobních automobilů** vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Vladimíra Höniga. Dále prohlašuji, že jsem použil jen pramenů citovaných v přiložené bibliografii.

V Praze dne 20.dubna 2008

.....

Jan Mečír

Poděkování

Na této stránce bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Vladimírovi Hönigovi za odborné vedení a pomoc při vypracování této bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval panu Jiřímu Kopánkovi ze společnosti FORTE OIL s.r.o. za poskytnutí některých technických dokumentací.

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá rozdělením a klasifikací olejů pro osobní automobily. Cílem je zjistit, jaké oleje se používají a používaly v osobních automobilech a jakou zastávají funkci. V první kapitole je popsán dosavadní vývoj a zmíněny určité zlomové mezníky, které hrály významnou roli pro následný vývoj. Kapitola druhá pojednává o základních vlastnostech olejů, výrobě a členění podle účelu. Zabývá se také tím, jaké druhy přísad existují, proč se používají v olejích a jaký mají vliv na zlepšení jednotlivých funkcí. Jsou zde také popsány jednotlivé druhy znehodnocování olejové náplně a způsob určení intervalu výměny oleje. Poslední část tvoří závěr, který pojednává o vlivu teploty na maziva. Zabývá se taktéž závislostí mezi jednotlivými parametry.

Klíčová slova: Tribotechnika, aditiva, mazivo, olej, viskozita.

Division and classification of oils for motor cars

Summary: This bachelor thesis deals with classification of oils for motor cars. The aim of the bachelor thesis is to state which oils are and were used and which function they execute. Present development is described in the first chapter as well as some faulted turning points, which played the important role for resulting development, are mentioned. Second chapter deals with basic characteristics of oils, their production and division according to their purpose. It also deals with the problem of different kinds of additives, why are these used in oils and what is their influence on improvement of proper functions. Particular manners of adulteration of oil charge are also described here. The last part is consisted of the conclusion, which treats the influence of temperature on lubricants. It also deals with the dependence between particular parameters.

Key words: Tribotechnics, additives, lubricant, oil, viscosity.

Obsah:

1. Úvod	1
2. Vlastnosti, rozdělení, klasifikace olejů	2
2.1 Motorové oleje	2
2.1.1 <i>Složení a výroba motorových olejů</i>	2
2.1.1.1 Výroba základových olejů.....	2
2.1.1.2 Rozdělení a kvalita základových olejů.....	3
2.1.1.3 Výroba aditiv.....	3
2.1.2 <i>Základní funkce a vlastnosti motorových olejů</i>	4
2.1.2.1 Mazací schopnost motorového oleje.....	5
2.1.2.2 Pevnost mazacího filmu	6
2.1.2.3 Viskozita (vazkost).....	6
2.1.3 <i>Rozdělení motorových olejů podle původu</i>	8
2.1.3.1 Minerální oleje	8
2.1.3.2 Syntetické oleje	9
2.1.3.3 Polosyntetické oleje	10
2.1.4 <i>Rozdělení motorových olejů pro spalovací motory</i>	11
2.1.4.1 Oleje pro čtyřdobé spalovací motory	11
2.1.4.2 Oleje pro dvoudobé spalovací motory	12
2.1.4.3 Oleje pro rotační benzinové motory (Wankelovy motory)	12
2.1.5 <i>Klasifikace motorových olejů</i>	13
2.1.5.1 Viskozitní klasifikace SAE J300:	13
2.1.5.2 Výkonnostní klasifikace motorových olejů.....	14
2.1.5.3 Specifikace a schválení výrobců motorů.....	16
2.1.6 <i>Přísady do olejů (aditiva)</i>	17
2.1.6.1 Chemická struktura aditiv	17
2.1.6.2 Popis jednotlivých přísad s povrchovým účinkem	18
2.1.6.3 Olej zlepšující.....	19
2.1.6.4 Olej chránící	20
2.1.7 <i>Způsoby znehodnocování oleje</i>	20
2.1.7.1 Znečištění motorového oleje pevnými částicemi	20
2.1.7.2 Přítomnost paliva v oleji	21
2.1.7.3 Přítomnost vody v oleji.....	22
2.1.7.4 Přítomnost glykolu v oleji.....	22
2.1.7.5 Oxidační a termické stárnutí.....	23
2.1.8 <i>Výměna oleje v motoru</i>	23

2.2	Převodové oleje	24
2.2.1	<i>Funkce, které musí zajišťuje převodový olej</i>	24
2.2.2	<i>Oleje pro automobilové převodovky</i>	25
2.2.3	<i>Oleje pro automatické převodovky</i>	25
2.2.4.1	Viskozitní klasifikace převodových olejů dle SAE J306	26
2.2.4.2	Výkonová charakteristika převodových olejů dle API	26
2.2.4.3	Specifikace a schválení dle výrobců automobilů a převodových ústrojí	27
2.2.5	<i>Opotřebení převodových olejů</i>	27
2.2.6	<i>Fukce aditiv v převodových olejích</i>	28
2.3	Ostatní automobilové oleje	28
2.3.1	<i>Tlumičové oleje</i>	28
2.3.2	<i>Hydraulický olej</i>	29
2.3.3	<i>Proplachovací olej</i>	30
2.3.4	<i>Olej pro vrchní mazání</i>	30
3.	Závěr	32
	Seznam použité literatury:	33
	Seznam obrázků:	37
	Seznam tabulek:	37
	Seznam příloh:	37

1. Úvod

Historický vývoj tribotechniky

Olej v různých podobách se stal zcela nepochybně nezbytnou surovinou k přežití lidstva. Kde bychom dnes byli bez mazadel, olejů apod. Funkční roli mazacího prvku a eliminátoru tření přebíraly v minulosti i jiné kapaliny, ale olej je jedinečný. Jak by probíhala a vyvíjela by se tzv. technická revoluce, kdyby lidstvo nemělo olej?

V průběhu 20. století nastal rychlý vývoj v oblasti automobilového průmyslu a lidstvo se tak může pochlubit mnoha průkopnickými úspěchy, technickými inovacemi a širokým sortimentem mazadel.

První krok do historie byl rok 1904, kdy byl světu představen olej na bázi ricínu. Na svou dobu revoluční objev, který udával do třicátých let 20. století směr vývoje. Nejbližším cílem byly lehkoběžné oleje. Vývoj motorů, obzvláště růst jejich výkonů si vyžádal vývoj aditivačních technologií. Firma Castrol v roce 1935 jako první na světě začala používat do svých motorových olejů patentované přísady, které umožňují prodloužení životnosti motoru organické sloučeniny chrómu. Do 2. světové války se zaměřoval vývoj na výrobky s antioxidantními a antikorozními přísadami. Vývoj olejů šel ruku v ruce se spoluprací a vývojem motorsportu. V padesátých letech 20. století dochází využívání poznatků z motoristického sportu pro vývoj moderních výrobků. Laboratoře neustále vyvíjejí moderní přísady. Některé jsou součástí aditivačních paketů i na přelomu tisíciletí (např. dialkyldithiofosfát zinku je nenahraditelné antiotěrové aditivum).

Velkým zlomem se stal rok 1975, kdy byl představen první syntetický motorový olej. Byl vyroben technologií Racing Syntec. Jednalo se o Castrol Formula RS SAE 5W-50 a vzápětí také o SAE 10W-60. Tento jedinečný výrobek stál za úspěchy mnoha týmů Grand Prix Formule 1 (BMW-Brabham 1983, Williams 1997), ale i v rallye (Toyota, Škoda). Taktéž v roce 1975 uvádí firma Castrol kategorii viskozity. V 80. letech vnikají první oleje pro motory s katalyzátorem. V 90. letech došlo k velkému ovlivnění vývoje, díky vzrůstajícímu trendu ochrany životního prostředí, bezpečnosti a zdraví. První z těchto ultramoderních výrobků byl představen na trhu v roce 1995. Po velmi náročném vývoji byl představen první olej viskozitní třídy 0W. Formulace motorových olejů prochází v současnosti zásadními změnami. Zpříšňování emisních limitů se na formulaci motorového oleje projevilo snížením síry. [24]

2. Vlastnosti, rozdělení, klasifikace olejů

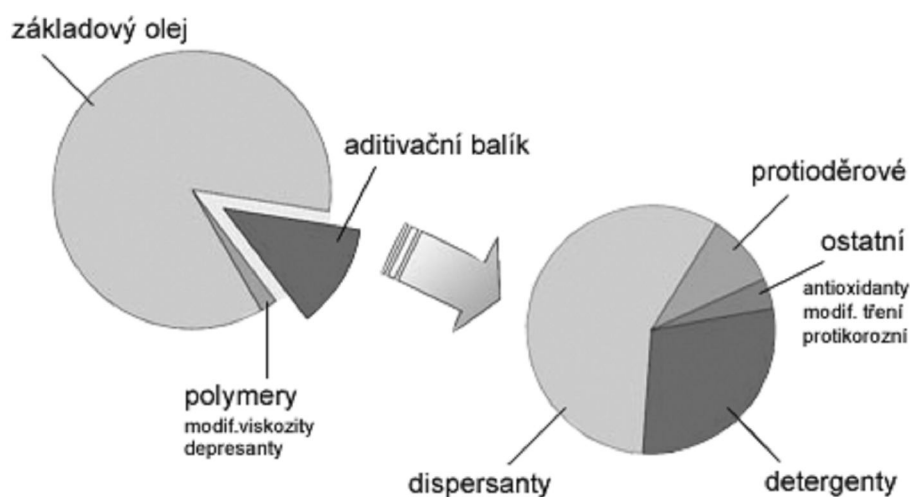
2.1 Motorové oleje

2.1.1 Složení a výroba motorových olejů

Motorový olej se skládá ze dvou složek a to základní olej a přísady (aditiva). Základním olejem může být buď ropný rafinát nebo syntetický olej, případně jejich směs. Dnešní trend je směřování k syntetickým olejům, které jsou sice velmi kvalitní, ale zatím velmi drahé. Protože v poslední době došlo k velkému rozvoji automobilového průmyslu, což mělo za následek vzrůst nároků také na motorové oleje, obrátili se výrobci olejů na automobilové společnosti, které s nimi úzce spolupracují.

Abychom mohli vyrobit motorový olej, musí proběhnout tři základní operace. Musíme vyrobit základový olej, vyrobit aditiva a potom dojde k jejich smísení a výrobě finálního produktu, kterým je motorový olej. [25; 26; 49]

Obr. 1: Složení motorových olejů



Zdroj: Mainwaring&Brett, www.atiel.com

2.1.1.1 Výroba základových olejů

Vyrábějí ve velkých technologických jednotkách. Výroba kvalitního základového oleje ve velké rafinerii a následná přeprava do koutů celého světa je levnější než výroba ve více menších lokálních rafineriích. Samotná výroba základových olejů spočívá ve třech technologických procesech. Prvním procesem je rafinace ropy, druhý proces je odparafinování oleje a třetí je dorafinování oleje. Dobrý základový olej musí mít dobré

vlastnosti, ale také musí působit důvěryhodně i na pohled. Hlavním měřítkem kvality je viskozitní index, obsah síry a obsah nasycených uhlovodíků. Základový olej je kvalitnější, čím vyšší má viskozitní index, větší obsah nasycených uhlovodíků a nižší obsah síry. [26; 27]

2.1.1.2 Rozdělení a kvalita základových olejů

Podle kvality se dělí základové oleje do pěti skupin. První tři skupiny tvoří ropné oleje. Skupina první jsou především rozpouštědlové rafináty. Oleje druhé a třetí skupiny jsou vyráběny hydrokrakovaným způsobem. Oleje druhé skupiny jsou především k výrobě průmyslových a moderních automobilových olejů a oleje ve třetí skupině se používají k výrobě velmi kvalitních motorových olejů a slouží taktéž jako náhrada za oleje syntetické. Do čtvrté skupiny je zařazen jen jeden typ oleje, který se používá většinou pouze v přídavcích na zlepšení nízkoteplotních vlastností olejů. Vyrábí se z plynného etylénu dvoustupňovou syntézou. Do skupiny pět patří ostatní syntetické oleje. [25; 26; 27]

Tab.1: Rozdělení základových olejů podle API (American Petroleum Institute)

Skupina	Nasycené uhlovodíky. [% hm.]	Síra [%hm.]	Viskozitní index	Typ oleje
1.	Pod 90	Nad 0,03	80-120	rozpouštědlové rafináty
2.	Nad 90	Pod 0,03	80-120	hydrokrakové oleje
3.	Nad 90	Pod 0,03	80-120	hydrokrakové oleje
4.	Polyalfaolefiny – PAO			
5.	Ostatní syntetické oleje (estery, polyetery, polyglykoly a další)			

Zdroj: <http://www.autopress.cz/archiv-clanku/kdyz-se-rekne-zakladove-oleje>

2.1.1.3 Výroba aditiv

Na kompletní sortiment aditiv pro motorové oleje a jiná maziva se soustřeďuje jen velice málo společností. Několik dalších společností vyrábí pouze některé typy aditiv. Olejářské společnosti žádná vlastní aditiva nevyrábějí, pouze je nakupují od aditivářských firem. S nakoupeným aditivem dostanou postup, jakým vyrobí motorový olej, např. kolik procent aditiv se smíchá do základového oleje nebo směsí olejů. Olejářské společnosti mnohdy neznají ani přibližné složení jednotlivých druhů aditiv, které si přimíchávají do vlastních olejů. Aditivářská společnost své výrobky samozřejmě prodává i jiným olejářským společnostem. Více o jednotlivých aditivech v kapitole: 2.1.6. [26]

2.1.2 Základní funkce a vlastnosti motorových olejů

Mazání motoru patří zejména v zimě k důležité péči o automobil. Špatná kvalita oleje způsobuje velké opotřebenování motoru a může způsobit i jeho zadření. Motorový olej plní v motoru celou řadu důležitých funkcí. Mezi základní funkce patří snižování tření pohyblivých částí, a tím následně jejich opotřebením. Pokud by motor běžel „nasucho“, to znamená bez oleje, zadřel by se, což by mělo za následek nákladnou opravu, případně jeho úplné zničení. Tudíž je velice důležité sledovat nejen stav oleje, jestli není příliš „opotřebený“ (tím dojde ke snížení jeho mazacích schopností), ale také zda je ho dostatek v zásobníku. Nízká hladina oleje způsobí nedostatečné promazávání, a tím následné vyšší opotřebením, případně zadření motoru nebo jiných pohyblivých částí. Moderní motorové oleje proto musí být nutně vyráběny z kvalitních ropných rafinátů a s vysokými viskozitními indexy s úzkým destilačním rozmezím. Ve stále větší míře se budou uplatňovat tepelně stálejší polosyntetické i plně syntetické motorové oleje, hlavně na bázi polyalfaolefinu a esterů polyolů. [1; 12]

Důležité požadavky, které musí splňovat motorový olej:

1. Dobře lpět na mazaném povrchu při všech provozních podmínkách, což je určeno jeho hlavní komplexní vlastností – mazací schopností.
2. Odolávat smykovým silovým polím, např. i u nejobtížněji mazatelné oblasti horní úvrati spalovacích motorů (rychlost pístu blízká nule, vysoké tlaky a teploty).
3. Dobře odvádět třecí a provozní teplo (závislost na oběhovém čísle).
4. Chránit jak železné, tak barevné kovy (ložiska) před korozi.
5. Odolávat co nejdéle i za nepříznivých pracovních podmínek stárnutí – oxidaci uhlovodíků resp. základních složek (AA-additiva).
6. Přispívat k těsnění pístů ve válci i za vysokých teplot, aby tak profuk plynů byl co nejmenší.
7. Nečistoty vznikající otěrem a opalem co nejjemněji rozptylovat a zabraňovat jejich usazování (DD-additiva).
8. Umožňovat provoz i při hlubokých mrazech (až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i více), ale i při vysokých teplotách jako jsou např. v oblasti 1. pístního kroužku ($270\text{ }^{\circ}\text{C}$ i více).

Důležité požadavky, které motorový olej nesmí:

1. Napadat těsnicí materiály, zejména pryž simerinků (souvisí to s anilínovým bodem základového oleje).
2. Pěnit při provozu v motoru, což je nebezpečné pro vysazení práce čerpadla oleje. Mohlo by dojít k vytavení ložisek!
3. Vykazovat vysoké karbonizační číslo a rovněž nesmí být náchylný k tvorbě tzv. studených kalů.

Olej má být:

1. Málo odparný, což se příznivě odráží na malých ztrátách v provozu i za vysokých teplot a naopak. Tato vlastnost souvisí s frakčním složením základového oleje.
2. Skladovatelný alespoň 2 roky v temnu (plechová či polystyrenová embaláž) v přiměřené teplotě (bez extrému směrem dolů i nahoru).
3. Ekonomický v provozu, což souvisí s jeho cenou a užitnými shora uvedenými vlastnostmi.
4. Mísitelný s jinými oleji téže SAE skupiny (dle viskozity) a dle podmínek provozu (API – dělení) bez ohledu na firemní původ. Tyto podmínky většina výrobců olejů splňuje.
5. Účelně balen i vzhledem k laickému používání, na obalu má být vytištěn návod k použití a případné upozornění.
6. Účelně značen dle mezinárodních norem SAE, API, tak, aby byla jasná jeho specifikace a podmínky použití. [2]

2.1.2.1 Mazací schopnost motorového oleje

Ideální stav nastává tehdy, když je mezi dvěma třecími povrchy celistvá vrstva oleje, která oba povrchy odděluje, takže nedochází k jejich vzájemnému kontaktu. Takový stav je v běžném motoru naprosto převažující. Pokud na oba povrchy působí přítlačná 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. Právě kvůli těmto případům se přidávají do motorových olejů vysokotlaké či protioděrové přísady. Vždy je však cílem, aby k těmto případům nedocházelo.

2.1.2.2 Pevnost mazacího filmu

Momentem, při kterém může nastat porušení celistvosti filmu, je dán pevností mazacího filmu. Z udávaných parametrů motorového oleje se lze nejlépe orientovat z údajů HTHS (High Temperature High Shear) viskozity. Tento údaj, který je vyplývající i z výkonových specifikací je často zanedbáván. Pevnost mazacího filmu je vyšší, čím je vyšší HTHS viskozita. Některé lehkoběžné oleje (většinou SAE 5W/30 a 0W/30) mají sníženou hodnotu HTHS viskozity. Musí být naprosto dostatečná pro kvalitní mazání většiny moderních motorů. Na pevnost mazacího filmu působí také i teplota v motoru. Jestliže dojde ke zvýšení teploty, sníží se viskozita oleje, a tím se následně zmenší i tloušťka mazacího filmu. Proto se v tepelně namáhaných motorech, obzvláště pak soutěžních, používají oleje, např. SAE 10W/50 nebo 10W/60, aby se i při vyšších teplotách zabezpečila dostatečně silná vrstvička oleje mezi třecími plochami. Pro běžné motory je použití těchto olejů zcela zbytečné a může být pro motoristu i nevýhodné, neboť může docházet k vyšší spotřebě paliva. Pokud je mezi třecími plochami neporušená vrstvička olejového filmu, mažou všechny oleje velmi dobře. Je-li kvalita dvou olejů odlišná, určitě za to nemůže kvalita mazání. Méně kvalitní minerální základové oleje mají větší pevnost mazacího filmu než kvalitní minerální oleje či oleje syntetické (polyalfaolefiny – PAO). Důvodem jsou aromatické uhlovodíky a zejména sírné sloučeniny, které mají velmi dobré protioděrové vlastnosti. Motorové oleje mají mnohem vyšší pevnost mazacího filmu než základové oleje díky přítomnosti mazivostních a protioděrových přísad. Motorové oleje pro vysokootáčkové motory je nutné vyrábět ze speciálních syntetických esterových olejů, které vytvářejí velmi pevný mazací film. Tyto esterové oleje bývají často v menším množství (do 10 %) obsaženy i v běžných motorových olejích. Vyjetý olej nepřestává mazat, naopak pevnost mazacího filmu může být i vyšší díky polárním oxidačním produktům vytvořeným během provozu oleje. Vyjetý olej se musí vyměnit z jiných důvodů než je špatná mazivost. Ve vyjetých olejích je zpravidla vysoký obsah mechanických nečistot, u vznětových motorů hlavně vysoký obsah sazí. Oleje ze zážehových motorů mohou být nadměrně oxidačně degradované a mohou mít výrazně korozivní účinky apod. [2; 5; 10]

2.1.2.3 Viskozita (vazkost)

Každá kapalina vykazuje při jejím průtoku určité tření, a tím vznikající ztráty energie. Jednotlivé vrstvičky kapaliny se po sobě posouvají při působení tečné síly. Viskozitou nazýváme vnitřní odpory kapaliny, které jsou specifické pro každou kapalinu, působené

relativním posuvem částic oleje po sobě. Jako první se zabýval prouděním kapalin v úzké mezeře Isaac Newton, který definoval princip viskozity takto: “the resistance which arises from the lack of slipperiness of the parts of a liquid”, což v překladu do češtiny znamená, že viskozita z pochází odporu, jehož příčina je v nedostatku hladkosti částic kapaliny.

Viskozita je z mála přímo měřitelných veličin, které se mohou použít k výpočtu tření a pevnosti mazacího filmu při daných technických a pracovních podmínkách. Viskozitu používáme jako porovnávací veličinu pro vyjádření mazací schopnosti maziva.

Čím je viskozita oleje větší, tím je větší únosnost mazacího filmu, ale tím rostou také energetické ztráty vynaložené na tření. Platí tedy, že mazivo má pro konkrétní případ největší mazací schopnost, je-li viskozita optimální, nikoliv maximální. Je to nejmenší hodnota viskozity, při které má mazací film ještě dostačující únosnost k přenosu zatížení. [2; 5]

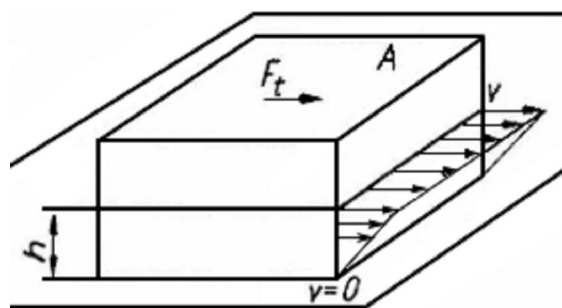
Dynamická viskozita

Pro smykové napětí ve vrstvě kapaliny platí: Obr. 2: Model k odvození Newtonova zákona tření

$$\tau = \frac{F_t}{A} = \eta \cdot \frac{dv}{dh} \quad [N \cdot s \cdot m^{-2}]$$

Zdroj: Tribotechnika (Wissenspeicher)

Součinitel úměrnosti η se označuje jako dynamická viskozita. Hodnota je závislá na vlastnostech příslušné kapaliny. Podíl dv/dh je nazýván rychlostní nebo smykový spád. Jednotka dynamické viskozity v mezinárodním jednotkovém systému je $N \cdot s \cdot m^{-2}$, popřípadě Pa.s. U kapalin, jejichž smykové napětí roste úměrně s rychlostním spádem, které se řídí Newtonovým zákonem, jsou označovány jako čistě viskózní kapaliny.



[6; 22]

Kinematická viskozita

“Kromě dynamické viskozity η známe ještě poměr viskozity a hustoty. Nazýváme ho kinematická viskozita ν .”

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad [m^2 \cdot s^{-1}]$$

U kinematické viskozity je nutné dosadit hodnotu hustoty při téže teplotě, ke které se vztahuje údaj viskozity. Protože se kinematická viskozita dá jednodušeji zachytit technickým měřením, jsou mazací oleje normalizovány a klasifikovány podle hodnot ν .

Jednotka kinematické viskozity v mezinárodní jednotkové soustavě je $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Dříve se používala jednotka centistokes (cSt). [6]

Viskozitní index

Viskozitní index udává, jak se změní viskozita s teplotou. Čím je rozdíl zimního a letního čísla větší, tím má olej větší viskozitní index. Změna viskozity s teplotou bude menší, čím bude vyšší viskozitní index. Má velký vliv na spotřebu oleje, což se odráží v použití sezónních olejů. [2]

2.1.3 Rozdělení motorových olejů podle původu

2.1.3.1 Minerální oleje

Jsou nejrozšířenějšími a nejběžnějšími používanými oleji. Základové, přísadami nezušlechtěné oleje se získávají z ropy destilací, rafinací a často i odparafinováním. Řidčeji pak z uhlí nebo olejových břidlic. Získává se především stálost, tedy schopnost dlouhodobě odolávat účinkům, kterým je mazací olej vystavený v době provozu. Jsou převážně uhlovodíkové. Jejich vlastnosti závisí na počtu uhlíku v molekule, respektive od velikosti molekuly vyjádřené relativní molekulovou hmotností, dále od šířky frakce (má být co nejužší, aby odpařivost byla co nejmenší) a od zastoupení uhlovodíkových skupin, z nichž jsou přítomné rovnořetězcové a rozvětvené alkany, alkylycykloalkany, alkylaromáty a z neuhlovodíkových látek v menší míře sloučeniny síry, kyslíku a dusíku. některé z nich v podobě ropných živíc.

Rovnořetězcové alkány, n-alkány (n-parafíny), mají mezi ostatními uhlovodíky přibližně stejně velkou nejmenší viskozitu (nepřekračuje $12 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ při $50 \text{ }^\circ\text{C}$), nejvyšší viskozitní index (okolo 200), nejmenší odpařivost a nejvyšší teplotu vzplanutí. Mají však vysokou teplotu tuhnutí ($40 \text{ }^\circ\text{C}$ a více), a proto jsou ve vyšších koncentracích v olejích nežádoucí. Odstraňují se odparafinováním (vysrážením v rozpouštědlech při nízkých teplotách a nebo katalyckým štěpením a izomerací).

Rozvětvené alkány, izoalkány (izoparafíny) se liší od rovnořetězcových alkylovými substituenty v hlavním řetězci. Když jsou alkyly krátké a málo početné, není velký rozdíl ve vlastnostech n- a izoalkanů. Teplota tuhnutí je vyšší a oleje se musí také odparafinovat.

Když jsou alkyly delší, početnější a rozvětvené a molekula je nesymetrická, mají izoalkány nízkou teplotu tuhnutí při malé viskozitě, vysokém viskozitním indexu, malé odpařivosti a vysoké teplotě vzplanutí. V klasických ropných olejích jsou také izoalkány slabě zastoupené, ale v nekonvenčních, získaných např. hydrokrakováním, mohou i převládat. Připravují se také synteticky.

Aromáty zvyšují podobně jako cyklány viskozitu a snižují viskozitní index základových olejů. Polyaromáty s více krátkými alkyly zhoršují reologické vlastnosti olejů, ale i oxidační stálost – dávají oxidační živice, kaly až koksovitě usazeniny. Proto se z olejů odstraňují rozpouštědly, a nebo se hydrogenací konvertují na uhlovodíky s menším počtem kruhů a větším počtem alkylů. Naopak benzény substituované dlouhými alkyly mohou mít vysoký VI při nízkých teplotách tuhnutí a představují kvalitní oleje. V ropných olejích jsou méně zastoupené a připravují se synteticky. Všeobecně vnáší benzénové jádro do molekuly zvýšenou tepelnou stálost. Sírné látky mají v ropných olejích převážně aromatickou povahu. Ještě výrazněji pro ně platí jisté závislosti jako pro aromáty. Dusíkaté látky jsou méně zastoupené. Považujeme je za nežádoucí, zhoršují světelnou a oxidační stálost olejů. Ropné živice mají v molekule zpravidla síru, kyslík i dusík a jsou aromatické povahy. Z ropných destilátů se odstraňují společně s polyaromáty. Uhlovodíky v základových olejích jsou hybridní. Obsahují zpravidla současně cyklové a aromatické kruhy i alkylové substituenty. Proto je těžké určit vzájemné zastoupení jednotlivých skupin. Mezi látkami přítomnými v základových olejích se vyskytují v závislosti od jejich obsahu synergizmy a antagoizmy, které mohou vlastnosti olejů zlepšovat a nebo zhoršovat, což se využívá při přípravě olejů s optimálními vlastnostmi. [2; 3; 5]

2.1.3.2 Syntetické oleje

V tribotechnice se některé potřeby zabezpečují výhodněji syntetickými oleji. Používají se například k mazání za velmi nízkých a nebo vysokých teplot a nebo v širokém teplotním rozpětí, při nebezpečí samovznícení a v radioaktivním prostředí. Některé syntetické oleje se přidávají i do ropných olejů jako zušlechťující složky (tzv. částečné syntetické oleje). Většina syntetických olejů má jednotné chemické složení s definovanými funkčními skupinami. I syntetické oleje se mohou zlepšovat přísadami. Vyrábějí se chemickou cestou, vazbou speciálních uhlovodíkových molekul v průběhu několikastupňového procesu. Lze tak vyrobit produkt libovolné molekulární struktury a délky řetězce s vynikajícími a trvale rovnoměrnými a stálými vlastnostmi. U syntetických olejů se jedná hlavně o polyalfaolefiny (PAO) a syntetické estery. Polyalfaolefiny, těmito oleji se rozumí kapalné substance podobné

parafinu, skládající se pouze z uhlíku a vodíku, které mají pouze následkem délky řetězce, stupně rozvětvení a polohy jednotlivých větví určitou viskozitu, vysoký index viskozity a nízký bod tuhnutí. Estery obsahují v porovnání s polyalfaolefiny ještě kyslík a získávají se reakcí alkoholu s organickou kyselinou. Mají vynikající vlastnosti v širokém teplotním rozmezí. Používají se také na výrobu plastických maziv. K výrobě maziv se používají především estery kyseliny karbové, které lze na základě jejich chemické struktury dále členit na diestery a polyestery. Vlastnosti těchto esterů jsou proto také rozdílné, avšak obecně oba tyto typy disponují dobrými viskozními a tepelnými vlastnostmi, nízkým bodem tuhnutí a vynikající odolností vůči stárnutí. V praxi disponují syntetické kapaliny oproti minerálním olejům celou řadou důležitých předností. Například lepší ochrana proti otěru (ložisek, pístních kroužků, ventilů), vyšší oxidační a tepelná stabilita, nízká těkavost a nízké ztráty odpařováním, lepší studený start a rychlé promazání motoru = menší opotřebení, oleje s nízkou viskozitou (především 0W & 5W) vedou k podstatnému snížení tření v motoru, vysoká tepelná odolnost, tzn. menší náchylnost k vytváření a usazování nečistot, prodloužený interval výměny oleje. Jedinou nevýhodou je pouze jejich vysoká cena podmíněná nákladnou výrobou syntetických základových olejů. [2; 3; 5; 37]

2.1.3.3 Polosyntetické oleje

Název polosyntetický označuje skupinu olejů, které již nejsou minerální, ale ještě ani plnohodnotnými syntetickými oleji. Vyrábí se takto: minerální základ, který je ale vyroben syntetickou cestou do kterého se přimíchá syntetický olej určitého složení. Obsah syntetické složky podle normy nesmí být menší než 20% objemu, špičkové polosyntetické oleje obsahují až 65% syntetického oleje. Poměr těchto složek dává výslednou cenu, pokud není nadhodnocena prodejní sítí, je dobrým ukazatelem kvality polosyntetického oleje. Takto vyrobený základ se dále aditivuje pro dosažení potřebných parametrů. Polosyntetické oleje jsou jakýmsi kompromisem mezi oleji minerálními a plně syntetickými, od každé skupiny mají určité dobré vlastnosti. Nejsou sice jako celek lepší než oleje syntetické, každopádně jsou kvalitativně na vyšší úrovni než oleje minerální. Jejich cena a provozní vlastnosti je předurčují do motorů s vyšším měrným výkonem než který je únosný pro oleje minerální, tvorba karbonu a černých kalů je výrazně menší. Dosažitelné rozpětí viskozitních tříd plně pokrývá evropské požadavky a jejich většímu rozšíření brání někdy zbytečně vysoká cena, obchodní politika bývá často nepochopitelná.

Životnost polosyntetických olejů je větší než olejů minerálních a běžně se u všech udává výměna minimálně po 15000 km. Podle provozních podmínek je možné výměnu

prodloužit až na dvojnásobek, ovšem záleží na značce oleje, s vyšším obsahem syntetické složky jsou na tom výrazně lépe.

Při použití polosyntetických olejů do starších konstrukcí motorů dochází k vylepšení provozních vlastností, ovšem otázkou je ekonomika provozu. Starší typy motorů mívají z dnešního hlediska větší spotřebu a časté dolévání dražšího oleje provoz vozidla prodražuje. Mazací schopnosti polosyntetických olejů většinou omezují spotřebu pod původní povolenou hodnotou, ovšem ne vždy je pokles výraznější. Proto záleží na ekonomické úvaze, jaký olej použijeme. [2; 5; 36]

2.1.4 Rozdělení motorových olejů pro spalovací motory

Oleje pro spalovací motory patří mezi nejsložitější druhy. Musí splňovat rozmanitou škálu požadavků, nároků a často vyhovět i protichůdným nárokům.

2.1.4.1 Oleje pro čtyřdobé spalovací motory

Motory mají v dnešní době vysoký výkon a s tím souvisí potřeba odvádět velké množství tepla. Teplo se odvádí olejem z horního ojnicí ložiska, z pístního čepu a pístní kroužky tvoří vysoký tepelný most. Současným trendem je snižování hmotností a objemů motorů, což se projeví ve zmenšeném objemu motorového oleje, kterému tím naroste oběhové číslo. Olej není v klikové skříni tolik uklidněn a nečistoty nejsou usazené, čímž se zvyšují požadované nároky na dokonalejší čističe oleje a vzduchu. Teplota se velice rychle mění podle provozu.

U benzínových motorů přeplňovaných a nebo chlazených vzduchem je větší tepelné zatížení oleje než u motorů atmosférických a chlazených vodou. Samozřejmě především záleží na otáčkách klikového hřídele a na velikosti středního užitečného tlaku na píst. Při dlouhých cestách, například dálnicového provozu, může vzrůst teplota v olejové nádrži na výstupu z olejového čerpadla až na 150 °C, v ojnicích ložiskách na 170 – 180 °C a na prvním pístním kroužku až na 250 °C.

U vznětových motorů jsou tvrdší tepelné a tlakové režimy než u motorů benzinových. Je to zapříčiněno vyššími kompresními a spalovacími tlaky, obzvláště u motorů přeplňovaných, u nichž je vzduch dodáván přetlakem z turbodmyhadla.

Více stupňové motorové oleje jsou z ekonomického hlediska paliv výhodnější, neboť dochází ke zlepšení zhruba o 5-10 % oproti olejům jednostupňovým.

Při chodu motoru dochází k fyzikálním a chemickým změnám olejové náplně díky hromadění karbónu, kalů, nečistot, kontaminací vodou nebo benzínem a motorové nafty.

[4; 5]

2.1.4.2 Oleje pro dvoudobé spalovací motory

Mazání je buď s odděleným mazáním nebo přímo v palivu. Při odděleném mazání se olej mísí s palivem až v karburátoru. V obou případech rozptýlený olej ulpí na pracovních místech a poté se spálí.

U vzduchem chlazených zážehových motorů se vyžaduje vysoká mazivost, protože vznikají vysoké teploty. Olej nesmí zanechávat příliš velké množství zbytků, aby se omezilo tvorby vodivých mŕstvků na elektrodách svíček. Úsady a zbytky vytvořené ve výfukových svodech zdrsňují stěny, zmenšují jejich průměr, a tím dochází ke snížení výtokové rychlosti, čímž se zhoršuje plnění, výplach válce a klesá výkon motoru.

U dvoudobých naftových motorů kanály přerušují stěnu válce, a tím dojde k rozrušení stejnoměrného, souvislého filmu. Obzvláště při chodu motoru na prázdno nebo při malém zatížení vniká olej do výfukového potrubí a na horkých stěnách dojde k tepelnému rozkladu a vytvoření nežádoucího karbonu. [4; 5]

2.1.4.3 Oleje pro rotační benzinové motory (Wankelovy motory)

Přesto, že rotační motory překonaly těžkosti s materiálem a vyřešily dokonalejší utěsnění, stále přetrvávají problémy se zvýšenou spotřebou paliva a větším znečištěním ovzduší, což není trendem současné doby. Budoucnost těchto motorů je stále nejistá. Tyto motory používá Mazda ve svých sportovních modelech, v současnosti Mazda RX8, kde se znečištění dokázalo eliminovat pomocí katalyzátoru. Rusové ho používají ve svých vozech Lada pro ozbrojené složky. V Rusku ale emisní předpisy nejsou tak přísné a zatím nemají problémy s nedostatkem ropy. V minulosti měl o používání rotačního motoru zájem také Citroen a NSU. Založili dokonce společný projekt CoMotor v Lucemburku, ale ten následně zkrachoval. Přesto je vývoj olejů proto tyto motory stále aktuální.

Menší a vzduchem chlazené motory jsou mazány směsí paliva s olejem. Olej by se měl spálit a ochránit před opotřebením a korozí. Vyhovují jim jednostupňové oleje, ale musí být více aditivovány protioděrovými přísadami.

Větší vodou chlazené jsou mazány ze společné olejové nádrže. Na oleje jsou v podstatě stejné požadavky, pouze mají mít navíc dobré startovací vlastnosti při nižších

teplotách, udržet tepelnou rovnováhu, ale hlavně udržet těsnost mezi rotorem a statorem. Pro tyto motory je vhodné používat více stupňové oleje.

Obsah popela by měl být malý z důvodu předzápalů, ke kterým je rotační motor náchylnější, aby nestoupaly nároky na oktanové číslo benzínu, šetřily se svíčky, zachovala se čistota a těsnicí vlastnosti. Nároky na stálost tepla jsou větší než u klasických motorů, protože olejem se odvádí asi 7% tepla, což je polovina oproti chladicí vodě. [4; 5]

2.1.5 Klasifikace motorových olejů

2.1.5.1 Viskozitní klasifikace SAE J300:

Viskozitní klasifikace SAE (Society of Automotive Engineers, USA). Tato norma používá pro klasifikaci olejů 6 zimních tříd označených číslem a písmenem "W" a také 5 letních tříd označených číslem. Zimní třídy (0W, 5W, 10W, 15W, 20W a 25W), letní třídy (20, 30, 40, 50 a 60). Číslo je bezrozměrné a nevyjadřuje vztah k žádné fyzikální veličině. Čím je tedy jeho hodnota vyšší, tím je i takto označený olej za dané teploty viskóznější.

Zimní označení vymezuje startovací schopnost motoru při nízkých teplotách. Obecně platí, že čím nižší je číslo zimní třídy, tím nižší může být teplota okolí při zachování tekutosti oleje dostatečná pro snadné spuštění motoru, tzn. olej není příliš viskózní ("hustý"). Oleje 0W umožňují bezproblémové startování motoru i při teplotách pod $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, oleje 5W při teplotách okolo $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ atd. (platí pouze orientačně, tento údaj závisí do značné míry také na typu a velikosti motoru).

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.

Čím je číslo viskozitní třídy vyšší, tím je olej více viskózní. U každé viskozitní třídy je definována minimální viskozita při vysoké teplotě $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (garance, že olej bude i při vysoké teplotě dostatečně viskózní a udrží se v mazacím prostoru). Písmeno "W" u nižších viskózních tříd upozorňuje na to, že je u této třídy navíc definována maximální hodnota viskozity při nízkých teplotách (garance, že i při nízkých teplotách mazivo příliš nezuhne). Podle toho, zda viskozita oleje vyhovuje pouze jedné viskózní třídě nebo více třídám, dělíme oleje na jednorozsahové a vícerozsahové. Příkladem jednorozsahového oleje je olej s označením SAE 10W (splňuje nároky pouze jedné viskózní třídy 10W), příkladem

vícerozsahového oleje je olej s označením SAE 10W-40 (splňuje nároky viskozitní třídy 10W i viskozitní třídy 40). [28; 31]

Tab. 2: Viskozitní klasifikace SAE J300

viskozitní třída SAE	dynamická viskozita [mPa.s] v CCS při teplotě [°C], max.	dynamická viskozita [mPa.s] – mez čerpatelnosti – při teplotě [°C], max.	kinematická viskozita [mm ² /s] při 100 °C		dynamická viskozita [mPa.s] při teplotě 150 °C a smykovém napětí 10 ⁶ s ⁻¹ , min.
			min.	max.	
0W	3250 při -30	30000 při -35	3,8	---	---
5W	3500 při -25	30000 při -30	3,8	---	---
10W	3500 při -20	30000 při -25	4,1	---	---
15W	3500 při -15	30000 při -20	5,6	---	---
20W	4500 při -10	30000 při -15	5,6	---	---
25W	6000 při - 5	30000 při -10	9,3	---	---
20	---	---	5,6	9,3	2,6
30	---	---	9,3	12,5	2,9
40	---	---	12,5	16,3	2,9/3,7*
50	---	---	16,3	21,9	3,7
60	---	---	21,9	26,1	3,7

* - hodnota 2,9 mPa.s platí pro třídy 0W, 5W a 10W; hodnota 3,7 mPa.s platí pro třídy 15W, 20W, 25W a 40

Zdroj: *Chemie, paliva, maziva II., Kovář J.*

2.1.5.2 Výkonnostní klasifikace motorových olejů

K hodnocení výkonnostní úrovně oleje jsou k dispozici klasifikace API (americká), ACEA (specifikace evropských výrobců motorů) a specifikace jednotlivých výrobců motorů. Americká specifikace API rozděluje oleje podle typu motoru na oleje zážehové a vznětové. Označení se skládá ze dvou písmen. Pro zážehové motory je první písmenem S (service) a následují písmena abecedy od A. V současné době je nejvyšší třídou třída SM (pro motory vyrobené od roku 2004). Pro vznětové motory jsou třídy označené písmenem C (commercial) a druhým písmenem od A dále. V současné době je nejvyšší třídou CI-4 (zavedena v roce 2002). Dále Příloha 1. *API klasifikace olejů pro vznětové motory.*

Specifikace ACEA má pro zážehové motory pět tříd (A1 až A5). Pro vznětové motory osobních a lehkých užitkových vozidel B1 až B5 a pro vznětové motory nákladních automobilů třídy E1 až E5. Dále Příloha 2: *Výkonnostní třídy podle ACEA pro vznětové motory nákladních automobilů.* V roce 2004 došlo u specifikace ACEA k novelizaci. Byly zavedeny nové třídy olejů, které jsou kompatibilní s katalyzátory. Pro osobní a lehké

nákladní vozy jsou třídy C1 až C3 a pro vznětové motory nákladních vozidel jsou třídy E6 a E7.

V současné době jsou k dispozici oleje pro motory splňující emisní limity stanovené evropskou komisí. Tyto limity stanovují maximální množství škodlivin emitovaných v motoru, jsou známy pod označením EURO1 až EURO 5. [14; 16; 19; 28; 34]

Tab. 3: API klasifikace olejů pro zážehové motory

API třída	Stav	Povolení od – do	Popis oleje, doporučení
SA	zastaralá		Pro starší motory, bez nároku na výkon a ochranu. Lze použít pouze je-li výslovně požadováno výrobcem
SB	zastaralá		Pro starší motory vyžadující minimální ochranu aditivity. Lze použít pouze je-li výslovně požadováno výrobcem
SC	zastaralá	1964 – 1967	Obsahuje aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebením a korozi
SD	zastaralá	1968 – 1970	Obsahuje aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebením a korozi
SE	zastaralá	1971 – 1979	Obsahuje aditiva zabráňující oxidaci oleje, aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty
SF	zastaralá	1980 – 1988	Oleje pro vysoce namáhané motory vyrobené v letech
SG	zastaralá	1988 – 1993	Splňují nejpřísnější požadavky na minimalizaci opotřebením a tvorbu kalů
SH	zastaralá	1996 a starší	Olej obsahuje aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebením a aditiva proti korozi
SJ	současná	1996 – 2001	Pro motory z roku 1996 do roku 2001
SL	současná	2001 –	Pro všechny současné motory i starší motory
SM	současná	2004 –	Oleje klasifikace SM obsahují aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebením a aditiva zlepšující vlastnosti oleje za nízkých teplot

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon#
<http://www.tribotechnika.cz>Tab.

Tab. 4: Výkonnostní třídy podle ACEA pro benzinové motory

ACEA třída	Obecný popis a provozní použití
A1	Vícetupňové oleje pro benzinové motory. Nízkoviskózní oleje s malým koeficientem tření zajišťující nízkou spotřebu paliva.
A2	Běžné vícetupňové oleje pro benzinové motory.
A3	Nízkoviskózní vícetupňové oleje udržující viskozitní třídu během provozu s nízkou odparností. Zajišťují lépe čistotu motoru a jsou odolnější proti zahušťování ve srovnání s oleji tříd A1 a A2.
A4	Rezervováno pro oleje pro benzinové motory s přímým vstřikováním
A5	Vysoce stabilní oleje určené pro prodloužené výměnné intervaly ve vysoce

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon#
<http://www.tribotechnika.cz>

Tab. 5: Výkonnostní třídy podle ACEA pro vznětové motory osobních a lehkých užitkových automobilů

ACEA třída	Obecný popis a provozní použití
B1	Vícestupňové oleje pro naftové motory osobních automobilů. Nízkoviskózní oleje s malým koeficientem tření zajišťující nízkou spotřebu paliva.
B2	Běžné vícestupňové oleje pro naftové motory osobních automobilů.
B3	Nízkoviskózní vícestupňové oleje udržující viskozitní třídu během provozu s nízkou odparností. Lepší ochrana proti opotřebení, tvorbě úsad a „zacházení“ s karbonem ve srovnání s oleji tříd B1 a B2.
B4	Nová kategorie od roku 1998. Určeny pro motory s přímým vstřikem.
B5	vysoce stabilní oleje určené pro prodloužené výměnné lhůty v lehkých dieselových motorech. Splňují požadavky na superlehký běh a úsporu paliva. Jsou vhodné jen pro speciálně konstruované motory.

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon#

Tab. 6: Výkonnostní třídy podle ACEA pro zážehové a vznětové motory osazené částicovými filtry

ACEA třída	Obecný popis a provozní použití
C1	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro vysoce výkonné zážehové i vznětové motory osobních a lehkých nákladních automobilů se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst), které vyžadují nízkoviskózní oleje se sníženým obsahem SAPS (Sulfate Ash Phosphorus Sulfur - sulfátový popel, síra, fosfor) a HTHS vyšší než 2.9 mPa.s. Tyto oleje prodlužují životnost systémů DPF a TWC a snižují spotřebu paliva..
C2	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro vysoce výkonné zážehové i vznětové motory osobních a lehkých nákladních automobilů se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst), které vyžadují nízkoviskózní oleje s HTHS vyšší než 2.9 mPa.s. Tyto oleje prodlužují životnost systémů DPF a TWC a snižují spotřebu paliva.
C3	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro automobily se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst). Tyto oleje prodlužují životnost těchto systémů.
C4	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro automobily se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst). Tyto oleje prodlužují životnost těchto systémů. (platná od roku 2006).

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon#
<http://www.tribotechnika.cz>

2.1.5.3 Specifikace a schválení výrobců motorů

Vyjadřují schválení nejvýznamnějších výrobců motorů pro použití daných motorových olejů. Zahrnují také často zkoušky olejů, které nejsou v předpisech API či ACEA. Mezi nejznámější patří výrobci automobilů např.: Volkswagen, BMW, Porsche, Mercedes-Benz, MAN, VOLVO atd. Pokud motorový olej splňuje danou specifikaci, znamená to,

že vyhověl při zkouškách na motorech určité značky a je doporučen pro používání v těchto typech motorů. U těchto specifikací je důležité i datum vydání. [43; 45]

Tab. 7: *Zatřídění olejů dle výrobců automobilů a motorů*

Normy výrobců automobilů a motorů	
Volkswagen	
VW 501.01	Přibližně odpovídá ACEA A2-96
VW 500.00	Přibližně odpovídá ACEA A3-96
VW 505.00	Přibližně odpovídá ACEA B3-96
Mercedes-Benz	
MB 227.1	Přibližně odpovídá ACEA E1-96
MB 228.1	Přibližně odpovídá ACEA E2-96
MB 228.3	Přibližně odpovídá ACEA E3-96
MB 228.5	Přibližně odpovídá ACEA E4-96
MAN	
MAN 271	Přibližně odpovídá ACEA E2-96 API CD/SF
MAN M3275	Přibližně odpovídá ACEA E3-96
MAN M3277	Přibližně odpovídá ACEA E4-96 srovnatelné s MB 228.5

Zdroj: http://www.cinol.cz/html_files/poradna/OLEJE_specifikace.pdf

2.1.6 Přísady do olejů (aditiva)

Převážná většina kapalných i plastických maziv se obohacuje přísadami, které mají za úkol zlepšit jejich přirozené vlastnosti, tedy získat vlastnosti, které nemají. Obsah aditiv se pohybuje ve zhruba rozmezí od 1 do 25 %. Na základě norem a zkoušek si sami výrobci určují jejich druh a obsažené množství. V oleji musí být rozpustná a hustotu musí mít přibližně stejnou jako olej. Jejich aktivní působení má být účinné již při malém objemovém množství. Dále se často vyžaduje tzv. multifunkčnost působení, kdy se kumuluje např. antioxidační, antikorozivní vlastnost v jednom typu aditiva. [2; 5; 23; 35]

2.1.6.1 Chemická struktura aditiv

Polární aditiva

Polární látky jsou chemické látky povrchově aktivní. Jejich molekuly jsou nesymetrické a na jejich koncích dochází ke vzniku elektrického náboje. Díky tomuto náboji jsou molekuly přitahovány k povrchu. Dojde k vytvoření úzkého ochranného filmu, který zvýší celkovou odolnost proti korozi, poškození tlakem, usazováním nečistot, tření. [35]

Nepolární aditiva

Nejsou povrchově aktivní, to znamená, že nejsou žádnou silou přitahována k povrchu. Jsou pouze rovnoměrně rozptýlena v celém obsahu maziva. Nepolární maziva jsou také velice důležitá, neboť zlepšují viskozitu, snižují bod tuhnutí, chrání pryžová těsnění apod. [35]

2.1.6.2 Popis jednotlivých přísad s povrchovým účinkem

Detergenty

Potlačují usazování nečistot na povrchu motorů a neutralizují kyselé produkty oxidace a hoření, případně rozpouštějí již vytvořené nečistoty. Zabraňují shlukování nečistot, udržují je v oleji a rozptylují studené kaly, které vznikají při nižších pracovních teplotách. Použitím detergentů mazivo lépe přilne k mazanému ploše. Významnou roli hrají při ochraně pístu ve válci, protože vlivem vysokých teplot se začne uvolňovat uhlík, který se usazuje na pracovních plochách pístu. Takto vzniklá usazenina snadno způsobí mechanické poškození, což má za následek netěsnost. [2; 5; 35]

Disperzanty

Jsou z pravidla bez popelné produkty. Zabraňují tvorbě usazenin, vytvořených především za nízkých pracovních teplot. Usadí se na částicích mikroskopických nečistot, obalí je a zamezí její usazování nebo shlukování, a to díky vzniku odpuzivých sil (stejná polarita náboje). Nečistoty se pak rovnoměrně vznášejí v obsahu olejové náplně a zamezí tak ucpání olejových filtrů a kanálů. [2; 5; 23; 35]

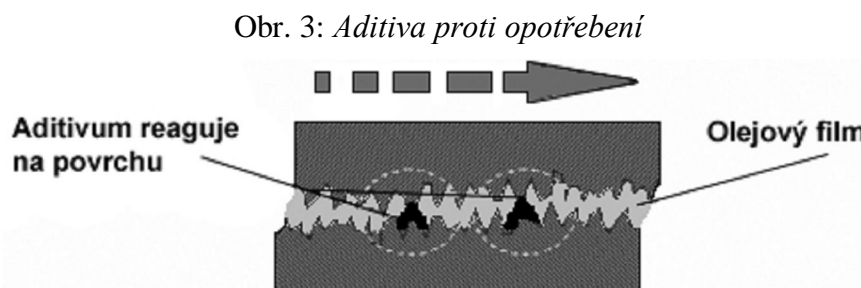
Zlepšující ochranu proti vysokému tlaku a opotřebení (EP, AW)

Tato aditiva mají za úkol vytvořit na povrchu kovu odolnou vrstvu, která zamezí přímý kontakt kov na kov, a tím ochrání ocelové části, které se o sebe třou pod vysokým tlakem před opotřebením a zadřením. V pístovém motoru se jedná o ochranu pohybujících se mechanismů pístů, vaček zdvihátek ventil. [5; 35]

Zvyšující ochranu proti korozi

Rozeznáváme inhibitory koroze a inhibitory rzi. Jejich funkcí je vytvoření ochranného filmu na povrchu kovů, který zabraňuje tvorbě koroze a rzi (oxidaci kovového povrchu),

ke které dochází vlivem agresivních sloučenin vznikajících při spalování směsi ve válci motoru. [2; 5]



Zdroj: <http://www.castrol.com/castrol/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011985&contentId=7023154>

2.1.6.3 Olej zlepšující

Zlepšující viskozitu

Stabilizují viskozitu maziva, a tím rozšiřují teplotní rozsah, při kterém je mazivo schopno plnit svou funkci. „Se snižující se teplotou viskozita maziva stoupá a naopak, se zvyšující teplotou viskozita maziva klesá. Změny viskozity maziva mají dopad rovněž na tloušťku mazacího filmu a na ztráty energie, které vznikají překonáváním odporu maziva.“

[35]

Snižující bod tuhnutí (depresanty)

Snižují možnost shlukování parafinů v oleji za nízkých teplot, ke kterým dochází při snížení teplot a následuje zvýšení hustoty. „Zvýšená hustota zhoršuje kvalitu mazání a zvyšuje ztráty energie z důvodu překonávání odporu maziva.“ Zabraňují vzniku krystalické mřížky parafinů. U některých druhů se vyskytuje nežádoucí vlastnost “reverze bodu tuhnutí”. Zušlechtěný olej má bod tuhnutí stejný jako základní olej. [2; 35]

Chránič elastomery

Zamezují vyplavení změkčovadel, která jsou obsažena v pryžových a umělohmotných dílech, a tím zajišťují zpomalení stárnutí těsnících částí, které jsou ve styku s mazivem. Nedochozí k degradaci elastomerů, které zajišťují, aby pryžové a umělohmotné části byly stále pružné. [35]

2.1.6.4 Olej chránící

Zpomalovače stárnutí

Omezují chemickou degradaci maziva, při které mazivo tmavne a zvyšuje viskozitu. K degradaci dochází především za vyšších teplot. Zamezují vzniku nežádoucích chemických sloučenin, které zkracují životnost maziva. [35]

Deaktivátory kovů

Používají se pro zamezení chemických reakcí, které probíhají na povrchu mikroskopických kovových částecek obsažených v mazivu, zejména (měď, kadmium, kobalt, zinek, železo). Částičky vznikají vzájemným třením kovů o kov a působí jako katalyzátor chemických degradačních procesů. Deaktivátor kovů vytvoří ochranný film kolem jednotlivých částecek, a tím jednoznačně zamezí chemickým reakcím. Výsledkem je zpomalení stárnutí maziva. [8; 25]

Snižující pěnovost

Polární látky obsažené v olejích mají za úkol potlačit vznik pěny, která vzniká při promíchávání maziva se vzduchem. Její vznik je velice nežádoucí, neboť urychluje stárnutí maziva, zvyšuje stlačitelnost a může být příčinou úniku maziva ze zařízení. [5; 35]

2.1.7 Způsoby znehodnocování oleje

2.1.7.1 Znečištění motorového oleje pevnými částicemi

Nejdříve se podívejme na zdroje mechanických nečistot v oleji. Nasávaný vzduch je nejčastějším zdrojem cizích částic v motorovém oleji, který nikdy není absolutně čistý. Do spalovacího traktu s ním pronikají prachové částice a nečistoty. Dalším zdrojem je palivo, se kterým přicházejí také prachové částice a různá vlákna z filtrů. Palivo prochází během distribuce z rafinerie k výdejním stojanům dlouho anabází. Pokud se nahromadí dostatečné množství nečistot na palivovém filtru v automobilu, může dojít k jeho ucpání a destrukci. Palivo potom není vůbec filtrované a nečistoty končí ve spalovacím prostoru a poté i v oleji, např. částice karbonu z nedokonalého spálení paliva, rez, nečistoty z výroby nebo opravy.

Částice prachu jsou obvykle tvrdší než kovové částice a mohou být příčinou velkého abrazivního opotřebení. Dochází k poškození vnitřních povrchů motoru daleko více než ostatními výše zmiňovanými částicemi. Jestliže je v oleji nalezeno velké množství

otěrových kovů a zároveň velké množství křemíku, jedná se o opotřebení způsobené průnikem prachu do oleje.

Saze jsou řazeny sice k mechanickým nečistotám, ale jsou vytvářeny až ve vlastním spalovacím prostoru motoru, obzvláště u vznětových motorů, neboť přítomnost sazí u zážehových motorů je velmi nízká. Jsou velmi sledovanou složkou emisí výfukových plynů. Současný trend je snížení přítomnosti a zavedení přísnější normy EURO 4. Jsou produktem nedokonalého spalování, jako je například opožděné vstřikování paliva, které způsobí pokles teploty. Jsou tvořené téměř čistým uhlíkem. Nemají velký rozměr, ale mají velmi ostré hrany. Mají ale tendenci ke shlukování, čímž jejich rozměr roste. Jednotlivé částice jsou v řádech setin milimetrů, po shluku až desetiny milimetrů. Již od počátku se saze hromadí v oleji. Problémy nastanou až poté, co je jejich obsah neúměrně vysoký. Udávaná limitní koncentrace je přibližně tři procenta. [15; 18; 28; 30; 46]

2.1.7.2 Přítomnost paliva v oleji

Palivo je v oleji vždy přítomné, ať už jde o benzin nebo o naftu. Do oleje se palivo může dostat buď přirozenou cestou nebo může přijít spolu se spalinami z prostoru válce kolem pístních kroužků do klikové skříně a nebo díky závadě na motoru. Netěsnosti kolem pístních kroužků ovlivňují degradaci a zejména životnost olejové náplně. Nespálené palivo obsahuje vždy výfukové plyny. Odcházejí do výfukového traktu, kde si s nespáleným palivem u zážehového motoru poradí řízený katalyzátor. Problém nastává u vznětového motoru, kdy odchází nespálená nafta přímo do ovzduší. Pokud ale projdou výfukové plyny do klikové skříně, dostanou se do styku s olejem. Potom záleží zpravidla na tom, jaká je teplota oleje a teplota prostoru klikové skříně. Příčinou může být i špatná kvalita paliva. Jestliže benzin nebo nafta mají špatné destilační rozmezí a obsahují těžší látky než je zvykem, potom tyto látky nejsou v motoru dokonale spáleny.

Palivo, které je přítomné v oleji, snižuje jeho viskozitu a může také zmenšit tloušťku olejového mazacího filmu pod kritickou mez. Přítomnost paliva v oleji se projeví v rámci měření jiných parametrů, především viskozity a bodu vzplanutí. Bod vzplanutí bývá kritický, klesne-li pod hodnotu 180 °C – 190 °C. [9; 17]

2.1.7.3 Přítomnost vody v oleji

Voda se v oleji téměř nerozpouští, jen pouze ve velmi malém, až zanedbatelném množství. Jsou to látky navzájem neslučitelné. Pokud množství vody překročí tuto velmi nízkou koncentraci, začínají se tvořit menší či větší vodní kapky a usazují se na dně olejové vany nebo jiné nádobě. V případě motoru dochází k intenzivnímu promíchávání oleje. Pokud jsou kapky vody velmi malé, potom se neusazují a s olejem vytvoří emulze. Ten má potom světle hnědou barvu. Styk vody s motorovým olejem je zcela běžný v každém motoru a nelze mu zabránit. Velice záleží v jakém stavu je motor. Z toho vyplývají důsledky. Pokud je motor zahřátý na provozní teplotu, v podstatě nic špatného se nestane. Problémy ale nastávají při studených startech, obzvláště v zimním období, kdy trvá podstatně delší dobu, než se motor dostane do normálních provozních podmínek. Voda je tedy běžným produktem při spalování paliva. V ideálním stavu je produktem spalování benzínu nebo nafty pouze oxid uhličitý a voda. Lze pozorovat, zejména v zimním období, především po startu, kdy ji vidíme jako bílý „kouř“ nebo kapky vody vycházející z výfuku. Produktem nedokonalého spalování paliva jsou škodliviny ve výfukových plynech (aldehydy, zbytkové uhlovodíky, karcinogenní polyaromatické uhlovodíky, saze a jiné) nebo přeměny neškodného vzdušného dusíku na jeho škodlivé oxidy. Většina vody odchází do výfuku ve formě páry, a tím dále do ovzduší. Z válce přes pístní kroužky se ale dostává část spalin do klikové skříně. Zde právě dochází ke styku horké vodní páry ve spalinách s motorovým olejem. Tato voda pak má korozivní účinky v motorovém oleji a může způsobit i zadření motoru. Přítomnost vody se zjišťuje více způsoby, například titrací podle Fischera (od koncentrací v jednotkách ppm až po desítky procent). Kromě zde uvedených negativních účinků, vyvolá voda kolaps aditiv. Hlavním negativem je, že omezuje jejich rozpustnost v oleji, a tím podporuje vysrážení aditiv z olejové lázně. Maximální přípustný obsah vody je 0,1% hm. Což je obecně udávaná přípustná hranice. [7; 17; 47]

2.1.7.4 Přítomnost glykolu v oleji

Všechny nemrznoucí kapaliny obsahují glykol, a to ve formě etylenglykolu nebo propylenglykolu. Do motorového oleje se nemrznoucí kapalina může dostat velice snadno, a to při závadě na hlavě válců. Nemusí se ani jednat o velice častou závadu jako je prasklá hlava válců nebo poškozené těsnění hlavy. Muže se jednat o velice malé úniky nemrznoucí kapaliny do oleje. V dnešní době jsou nemrznoucí směsi aditivovány látkami proti vzniku koroze. Glykol obohacený aditivem pak reaguje s olejem více než voda,

kteřá se dostává též do oleje prostřednictvím nemrznoucí směsi. Dochází k nevratným změnám v oleji. Tyto změny jsou destruktivního charakteru a mají vliv na správnou funkci oleje. Rychlost působení závisí na množství proniklé nemrznoucí směsi. Olej zčerná, začne houstnout, ztrácí tekutost a začínají se v něm vytvářet různé kaly až dojde k úplnému zatuhnutí oleje, což má za následek zadření motoru. Tento jev je zcela nevratný. Před úplným zadřením nám motor dává jasné varování, a to v podobě špatného startování. Koncentrace by neměla překročit 0,02 hm. [7; 11; 17]

2.1.7.5 Oxidační a termické stárnutí

Mezi kyslíkem ze vzduchu a molekulami motorového oleje dochází k oxidaci. Ta je podporována teplotou. Čím je teplota větší, tím rychleji olej oxiduje. Zvýší-li se teplota o 10°C, dojde přibližně k zdvojnásobení rychlosti oxidace. Protože je oxidace podporována zvýšenou teplotou, mluvíme často o termooxidačním stárnutí oleje, při kterém olej podléhá i určitým termickým změnám. Oxidaci doprovází tzv. nitrace, kdy při spalování přemění část vzdušného dusíku na oxidy dusíku. Produktem vznikají organické nitráty. Oxidační produkty přispívají ke kyselosti a ke korozivním účinkům v motoru. Pokud se v oleji neúměrně nahromadí, může dojít ke zvýšení viskozity oleje a k nárůstu karbonizujících úsad. [32]

2.1.8 Výměna oleje v motoru

Životnost motoru závisí na použití oleje správné jakosti, ale také na jeho dostatečně časté výměně. Není snadné určení optimálního kompromisu mezi technickým a ekonomickým hlediskem. Interval výměny oleje lze určovat podle spotřebovaného paliva, ujetých kilometrů, motohodin, stupně degradace, které zjistíme na základě analytických hodnot. Motorový olej je potřeba vyměnit, pokud se změní původní hodnota kinematické viskozity o 25-30 %, a to vzestupně i sestupně. Teplota vzplanutí klesne pod 170 °C, celkový obsah mechanických nečistot v HEO směsi překročí 2,5 až 5,0 %, hodnota TBN poklesne pod 1,0 mg KOH/g, obsah vody v oleji překročí 0,2 %hm, kdy hrozí tvorby nežádoucí emulze. Výměnný interval je doporučené dodržovat přesně, dle pokynů výrobce motorů. Je uveden v manuálu k automobilu. U starších vozů bývá 10.000 km, u novějších 15.000 km a u některých nejnovějších typů dokonce 30.000 km. U moderních naftových motorů osobních automobilů dokonce až 50.000 km. Výměna oleje se provádí po prohřátí oleje na provozní teplotu. Proplachuje se zásadně olejem určeným k tomuto účelu. Použitý olej se jímá do čistých nádob odděleně. [2; 20; 22; 45]

2.2 Převodové oleje

Vyrábějí se z ropných, eventuelně syntetických olejových základů a vysokotlakých, případně některých zušlechťujících přísad. Jejich úkolem je mazání ozubených soukolí, tj. ozubených kol, jejichž zuby jsou ve stálém záběru a přenášejí kroučící moment z jedné hřídele na druhou. Převodové oleje rozdělujeme podle použití na průmyslové, automobilové, pro automobilové automatické převodovky, hypoidní převodovky, také pro převody šnekové a z barevných kovů. Z tohoto rozdělení a podmínek, za kterých musí daný olej plnit své funkce, dané rychlostí skluzu zubů, obvodovou rychlostí, velikostí zatížení, teplotou, vlivem na prostředí, způsobem mazání a jiné, vyplívají odlišnosti ve složení a vlastnosti olejů. Převodové oleje jsou určeny k mazání převodového ústrojí hnací nápravy a rychlostní skříně. Podle typu soukolí v obou převodových ústrojí může být použit buď jeden druh (společný), nebo různý s odlišnými vlastnostmi.

2.2.1 Funkce, které musí zajišťuje převodový olej

1. Snižovat opotřebení pohyblivých součástí – ozubených kol, ložisek, pouzder a řadících vidlic.
2. Snižovat tření – odstraní tak nárůst tepla a uvolní maximum výkonu.
3. Odolávat rázovým zatížením – která by mohla porušit hraniční mazací vrstvu.
4. Usnadňovat řazení – umožnit ozubeným kolům snadné klouzání v drážkách a na hřídelích.
5. Zajistit hladkou funkci spojky – poskytnout odolnost proti unášení a příznivé vlastnosti při spínání.
6. Nesmí korodovat kovové povrchy, ale naopak musí chránit před působením látek v provozu i v klidu.
7. Nesmí narušovat těsnící materiály.
8. Musí se snášet s jinými oleji.
9. Dobře rozpouštět přísady.
10. Malá pěnivost, aby nedocházelo k úniku oleje z převodové skříně, k zmenšení pevnosti mazacího filmu a zhoršení mazacích schopností.
11. Demulgační schopnost, která umožní odloučení přítomné vody. Zamezení tvorby emulze.
12. Oxidační stálost za tepla. Proto se většinou vybavují antioxidanty.

13. Dostatečně velkou viskozitu při nejvyšších a dobrou tekutost při nejnižších pracovních teplotách.

14. Přílnavost maziva k povrchu a zajištění i při působení odstředivých sil.

[5; 13; 29]

2.2.2 Oleje pro automobilové převodovky

Pro automobilové převody jsou nároky na olej větší než na oleje pro průmyslové převody. Hlavním důvodem je to, že se jedná o převody v poměru k přenosu výkonu rozměrově malé, ale za to s velkými tlaky na plochách zubů. Navíc jsou vystaveny neustálým rázům a chvění, které se přenášejí jednak od motoru, ale hlavně od hnacích kol, díky nerovnostem vozovky a vlastní činnosti řidiče. Protože dochází k velkým obvodovým rychlostem a klademe požadavek pracovních schopností i za velmi nízkých teplot, nemůžeme používat oleje s většími viskozitami, a tím s větší únosností mazacího filmu. Převodové oleje jsou aditivovány pro vyšší měrné zatížení a je možné je použít dokonce i v některých průmyslových převodovkách. Viskozita se udává podobně jako u motorových olejů. Veliký rozdíl je ten, že je vyšší než u nejvyšší třídy motorových olejů. Běžně se používá olej SAE 75, SAE 80, SAE 90, SAE 140. Zvyšuje-li se zatížení převodovek, zákonitě se zvyšují i nároky na mazací schopnost a přiměřenou viskozitu převodových olejů. Byly vyvinuté oleje multigradní, např. 80W/90, 85W/140 a další. Pro celoživotní náplň do mechanických převodovek se používají oleje SAE 75W. Jedná se o polosyntetické nebo plně syntetické provedení. [5; 37]

2.2.3 Oleje pro automatické převodovky

„Musí být dobře tekuté i za nízkých teplot a musí umět mazat ozubená soukolí, mívají větší oxidační stálost. Automatické převodovky jsou konstruovány odlišně a měrné zatížení ozubených kol bývá nižší. Používání olejů určených do automatických převodovek v převodovkách mechanických může vést k poruchám a nedá se obecně doporučit. Vždy platí předpis výrobce nebo označení na obalu, olej musí splňovat viskozitní a výkonovou třídu, jinak je pro mechanickou převodovku nevhodný.“ [37]

2.2.4 Klasifikace převodových olejů

Hodnocení v oblasti převodových olejů není sít' systémů tak hustá jako v oblasti motorových olejů. „Užívají se zejména klasifikace dle API, viskozitní třídy dle SAE a schvalovací systémy významných výrobců automobilů a převodových ústrojí.

Určitou specifiku potom mají hodnocení kapalin pro automatické převodovky (hydrodynamické měniče).“ [48]

2.2.4.1 Viskozitní klasifikace převodových olejů dle SAE J306

Čím vyšší je číslo u viskozitní třídy, tím je olej viskóznější. U každé z těchto viskozitních tříd je udávána minimální viskozita a to při teplotě 100 °C (garantuje, že se olej udrží v mazacím prostoru a bude dostatečně viskózní). Zcela opačným případem je definování maximální hodnoty viskozity při nízkých teplotách (garantuje, že olej neztuhne při nízké teplotě). Jednorozsahové nebo vícerozsahové dělíme podle toho, jestli viskozita oleje vyhovuje pouze jedné viskózní třídě nebo více třídám. Například SAE 80W je jednorozsahový olej, protože splňuje nároky pouze jedné viskózní třídy (80W), ale SAE 80W/90 je příkladem vícerozsahového oleje, neboť splňuje nároky viskozitní třídy 80W i viskozitní třídy 90. [2; 48]

Tab. 8: Viskozitní klasifikace převodových olejů dle SAE J306

Viskozitní třída SAE	Maximální teplota při 150000 mPa.s	Viskozita při 100 °C [mm ² /s]	
	[°C]	Minimální	Maximální
70W	-55	4,1	---
75W	-40	4,1	---
80W	-26	7,0	---
85W	-12	11,0	---
80	---	7,0	< 11,0
85	---	11,0	< 13,5
90	---	13,5	< 24,0
140	---	24,0	< 41,0
250	---	41,0	---

Zdroj: <http://valar.eu/klasifikace.php?id=2>

2.2.4.2 Výkonová charakteristika převodových olejů dle API

Ve skutečnosti jsou nejvíce používané stupně zejména API GL-4 a GL-5. Nyní je ještě v platnosti nová norma pro mechanické převodovky bez synchronů a to API MT-1. „Z dalších mezinárodních specifikací lze vzpomenout normy americké armády MIL, které jsou pro výkonovou charakteristiku v oblasti automobilových převodových olejů využívány mnohem častěji.“ [7; 33; 48]

Tab. 9: Výkonová charakteristika převodových olejů dle API

Výkonnostní třída API	Status	Použití oleje
GL-1	Současná	Pro manuální převody pracující za tak nenáročných podmínek, že pro zajištění mazání může být použit minerální olej (rafinát).
GL-2	Zastaralá	Pro nápravy se šnekovým převodem pracující v takovém režimu, že mazivo GL-1 není schopno zajistit dostatečné mazání.
GL-3	Zastaralá	Pro manuální převodovky pracující v režimu střední až vysoké zátěže a pro nápravy s kuželovými ozubenými koly pracujícími v režimu malého až středního zatížení.
GL-4	Současná	Pro nápravy s kuželovými ozubenými koly pracující v režimu střední zátěže nebo nápravy s hypoidním náhonem pracující v režimu střední zátěže. Oleje mohou být používány i ve vybraných manuálních převodovkách a v případech spojení hnací nápravy a diferenciálního převodu.
GL-5	Současná	Pro převody, především hypoidní převody, pro nápravy pracující v různých kombinacích zátěže .
GL-6	Zastaralá	Pro převody s velmi vysokým namáháním ve formě zádrže. Takové převody vyžadují ochranu před tvorbou vrypů, přesahující možnosti maziva GL-5.
MT-1	Současná	Pro nesynchronizované manuální převodovky v režimu vysokého zatížení. Mazivo obsahuje aditiva pro extrémně vysoký tlak a pro zvýšení teplotní stability.

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=historie_api&page=pre_vykon

2.2.4.3 Specifikace a schválení dle výrobců automobilů a převodových ústrojí

U automobilových převodových olejů jsou též pro výkonovou charakteristiku používány specifikace a schválení některých významných výrobců automobilů a převodových mechanismů jako tomu bylo u motorových olejů. Dále Příloha. 3: *Zatřídění olejů dle výrobců automobilů a převodových skříní.* [48]

2.2.5 Opotřebení převodových olejů

Opotřebení je nejvíce způsobeno otěrem kovových částí, přestože v převodových skříních je umístěn magnet určený právě k zachytávání volných, nežádoucích kovových částí. Ne vždy se ale kovové piliny zachytí. Tyto magnety bývají součástí výpustných šroubů. Mechanické převodovky nemají filtraci oleje, tudíž olej není nijak čištěn. Kovový prach, který je rozptýlený v oleji, působí jako brusná pasta. Tento olej je nutno okamžitě vyměnit, i přestože se většina kovového otěru odstraní díky již zmíněnému magnetu. Voda se do prostoru převodovky dostane pouze výjimečně. Prachové částice se do převodovky dostanou většinou při vlastním procesu doplňování oleje. U převodových olejů není nutná speciální

péče, stačí dodržovat výměnné intervaly a používat doporučené druhy olejů. U celoživotnostních náplní převodovek jsou konstrukce a materiály převodovky kvalitní a otěr je tak malý, že kritická hodnota pro výměnu oleje překračuje životnost převodovky (až 400.000 km). Taková převodovka často nemá ani vypouštěcí šroub. [37]

2.2.6 Funkce aditiv v převodových olejích

Hlavním úkolem aditiv je snížit opotřebení převodovky, a tím zajistit její delší životnost, správnou funkčnost. Stabilizovat viskozitu převodových olejů chránit před korozi a zpomalovat stárnutí olejové náplně. Po přidání je převodovka klidnější, tišší, výrazně přesnější a má lehčí řazení. Aplikace se provádí u hlučnějších převodovek nebo tam, kde jde obtížně řadit nebo po opravě. Přípravek se aplikuje do olejové náplně převodovky.

[38]

2.3 Ostatní automobilové oleje

2.3.1 Tlumičové oleje

Jsou rafinované minerální nízkotuhnoucí oleje. Používají se jako náplně kapalinových tlumičů motorových vozidel, hydraulických zvedáku a dalších hydraulických systémů. Sleduje se tekutost a viskozita za nízké a provozní teploty (bod tuhnutí je při $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$), oxidační stálost a pěnovost, která musí být co nejnižší. Neodstranitelným jevem je tvorba vzduchových bublinek, které vznikají při průchodu přes škrťací ventily, proto se používá odlišná konstrukce tlumiče. Olejová náplň je trvale uzavřena pod tlakem, který je vytvářen vzduchovým „vakem“ přes oddělovací píst. U prochlazeného vozidla je tvrdá funkce tlumiče. Při průtoku oleje přes ventily se vyvine velké množství tepla, olejová náplň se rychle ohřeje a činnost se upraví. Pro dlouhou životnost musí být olej hluboce rafinován. Přidávají se různé přísady proti korozi a oxidaci, protože vlhkost i vzduch může proniknout do oleje. Dále se přidávají taktéž protipěnicí přísady, neboť vytvořená pěna se projeví tvrdými rázy. Tlumičové oleje se vyrábějí jako celoživotnostní, proto jejich výměna není nutná. Tlumičové oleje stejného typu a různých viskozit je možné míchat, tím je možné „ladit“ charakteristiku podvozku.

Funkce, které musí splnit tlumičový olej:

1. Poskytovat hladké, předvídatelné a opakovatelné tlumení, jednak při stlačování, tak i při roztahování.
2. Předcházet korozi.
3. Minimalizovat opotřebení pohyblivých částí.
4. Udržovat dobrý stav těsnění.
5. Vyloučit "lepení" nebo trhavý pohyb.

[2; 4; 21; 41]

2.3.2 Hydraulický olej

V osobních automobilech je také používán v určité míře hydraulický olej, ale nezastává takové množství funkcí jako je vyžadováno u nákladních automobilů, autobusů, pracovních strojů apod. Výrazný rozdíl je také v objemu použité hydraulické kapaliny, který je samozřejmě menší.

Jsou vyráběny z ropných olejů, nebo vycházejí ze syntetických esterů. Jejich přirozené vlastnosti jsou zpravidla zlepšovány vhodnými, pečlivě vybranými zušlechťujícími přísadami proti oxidaci, korozi, pění, ke snížení opotřebení, zlepšení nízkoteplotních vlastností a jiné. Kapalina musí být kompatibilní s elastomery použitými v hydraulickém okruhu jako jsou membrány, potrubní vedení, těsnění apod.

Hydraulický olej plní u osobních automobilů svou funkci v závěsech kol, hydraulickém pérování jako brzdová kapalina a nebo pracovní náplň posilovačů řízení. Obzvláště v motorsportu zajišťuje při použití sekvenční převodovky také zařazení jednotlivých rychlostních stupňů, kdy hydraulický systém dostane elektrický signál od rychlostní páky a ten zařadí rychlostní stupeň. [40; 42]

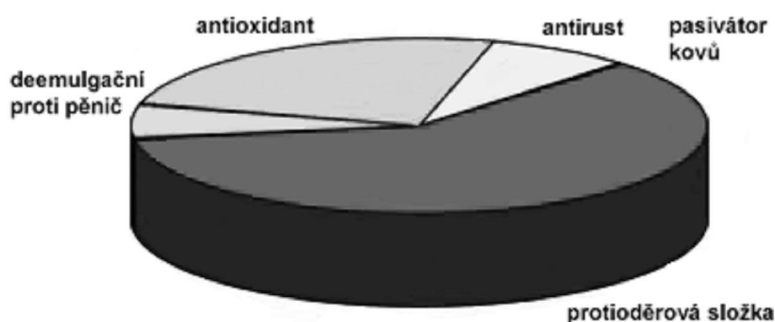
Hydraulické oleje bez obsahu zinku

Ekologické požadavky se v současnosti týkají také hydraulických olejů. V souladu s těmito moderními směry jsou hydraulické oleje téměř bez obsahu zinku a stávají se technologicky náročnějšími výrobky.

Jedná se o velmi výkonné hydraulické oleje, které mohou být nasazeny v případech velkého tepelného a mechanického namáhání. Dokáží pokrýt celý viskozitní rozsah používaný v hydraulických systémech. Vykazují spousty předností jako je nepřetržitě rozpouštění nečistot, a tím zabránění zalepení systému. Dále mají výborné schopnosti pohlcovat vlhkost,

snižovat opotřebením mezního mazání, díky kvalitním polárním přísadám. Vykazují anti stick-slick vlastnost, tj. potlačují trhavé pohyby. Samozřejmě tyto oleje neobsahují aditiva na bázi zinku. [44]

Obr. 4: Relativní obsah různých přísad v celkové aditivaci hydraulického oleje



Zdroj: <http://www.mmspektrum.com/clanek/oleje-pro-nejnarocnejsi-hydraulicke-systemy>

2.3.3 Proplachovací olej

Slouží k proplachování spalovacích motorů automobilů a kompresorů. V dnešní době již ztrácí výplachový olej na významu, neboť používání olejů typů “A” prakticky skončilo. Jedná se o minerální oleje nízké viskozity. Jejich úkol je rozpuštění usazenin v motoru a vypláchnout je ven. Výplachový olej se použije zhruba 2/3 objemu náplně olejové vany. Po nastartování motoru se nechá běžet pouze na volnoběh. V žádném případě se nesmí olej podrobit plnému zatížení motoru, neboť by došlo k vážnému poškození motoru! Při použití olejů AD řady se omezí vyplachování na tyto případy:

1. Poprvé a druhé výměně, při záběhu motoru.
2. Jedná-li se o přechod z řady A na řadu AD.
3. Při jízdě v prašném prostředí.
4. Dojde-li k dlouhodobému odstavení vozidla z provozu.

[2; 21]

2.3.4 Olej pro vrchní mazání

Nastartujeme-li motor, který byl delší dobu mimo provoz, jsou horní části válců a části ventilového rozvodu mazány pouze ze zdola a tím nedostatečně mazány. Používal se pro čtyřdobé zážehové motory. Jedná se rafinovaný ropný olej, který má dobrou tekutost za nízkých teplot. Tento olej byl zabarven na červeném odstín. Používal se v minulosti,

a to z důvodu přimazávání dřívků ventilů a zmenšování úsad na ventilech. Hlavním důvodem bylo však zajištění bezpečného záběhu motoru a zlepšení spouštění motoru v zimních podmínkách. Jeho aplikace spočívala v přidávání do benzínu. Jeho mísící poměr byl přibližně 1:400 to je 0,25 % objemu. Někteří výrobci motorů nedoporučovali používání tohoto oleje ani v době jeho největší slávy. Pro dnešní motory nemá žádný význam cokoliv na této bázi přimíchávat do paliva. [1; 2; 21; 39]

3. Závěr

Tepelné energii je vystaveno při praktickém použití každé mazivo a důsledky jejího vlivu jsou funkcí výšky pracovní teploty, doby jejího působení a tlaku. Teplota oleje tedy hraje významnou roli, protože ovlivňuje jeho vlastnosti a parametry. Pokud má olej vysokou teplotu, pak mezi nesporné výhody patří odlučování a odpařování vody, která se do oleje dostane buď poruchou a nebo kondenzací. Také se odpaří palivo, které se dostává pouze do olejů motorových. Při vyšší teplotě má olej menší tendenci pěnit protože lépe odlučuje vzduch, se kterým se neustále promíchává. Mechanické nečistoty obsazené v olejích díky vnějším vlivům, opotřebením atd. výrazně lépe sedimentují.

Vysoké teploty nepřinášejí pouze pozitiva, ale na druhou stranu rychleji degradují přidávaná aditiva, která poté neplní svůj účel. Dochází k oxidaci oleje, tvorbě karbónu, tepelné degradaci, hydrolyze, odpařování, podporuje rychlejší průběh koroze a může vést k poškození různých těsnění. Vysoká teplota také snižuje viskozitu oleje, což je velice nebezpečné z hlediska mechanického poškození součástí, neboť se sníží pevnost mazacího filmu.

Při nízkých teplotách, zvláště v zimním období se vlivem častých studených startů a krátkých jízd, se olej znehodnocuje. Čím více je motor nebo daná součást prochládlá, tím delší dobu trvá, než se studený olej dostane do všech mazacích kanálek a začne plnit svou funkci, jinak by mohlo lehce dojít k poškození. Například u motoru nejdéle čekají na olej vahadla a vačkové hřídele, tedy sekundární okruh. Je dobré dbát na mezní hodnotu čerpatelnosti, která udává teplotu, při které je čerpadlo schopné nasát ztuhlý olej. U minerálního oleje je to teplota $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, u polosyntetického oleje $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a u syntetického oleje $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kvalitnější syntetické oleje mají mezní hodnotu čerpatelnosti až při $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Velmi důležitým parametrem oleje je pevnost mazacího filmu. Tato pevnost je závislá na teplotě a viskozitě oleje. Jestliže se zvýší teplota oleje, dojde ke snížení viskozity oleje, a tím se zmenší tloušťka mazacího filmu. Pokud tato tloušťka klesne pod určitou minimální mez, může dojít k porušení celistvosti mazacího filmu a vážnému poškození součástí, protože olej nezajistí potřebnou funkci.

Seznam použité literatury:

1. Kadmer, E.H. *Schmierstoffe und machienenschmierung*. Berlin, Gborntraeger 1940, 415 s.
2. Kovář, J. *Chemie, paliva, maziva II*. 1. vydání. Praha: SPN, 1976. 240 s. ISBN17-444-75.
3. Náhlovský, C. *Mazadlá a správne mazanie*, 2. vydání. Bratislava: Redakcia strojárskiej literatury, 1975. 314 s. ISBN 63-101-57.
4. Rábl, V.- Stejskal, M. *Vlastnosti a použití minerálních olejů*, VŠCHT Praha, Ústav technologie ropy a petrochemie
5. Štěpina, V. - Veselý, V. *Maziva v tribologii*. 1. vydání. Bratislava: Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1985. 406 s.
6. *Tribotechnika*, (Z německého originálu *Wissenspeicher* přeložil Šafr E.), SNTL - nakladatelství technické literatury, Praha, 1984, 300 s., ISBN 04-244-84.
7. *Tření, opotřebení a mazání v oblasti motorových vozidel*, Plzeň: ČSVTS, 1988. 103 s. č.výtisku DT-612-173039.
8. *Vojenské jakostní specifikace pohonných hmot, maziv a provozních kapalin*, Generální štáb armády České republiky, VJS PHM 1-4-L, edice 4, s. 10.
9. Černý, J. Palivo v oleji. *AutoExpert*, 2006, č. říjen., Redakce AutoExpert, Praha, s. 40-42.
10. Černý, J. Pevnost mazacího filmu. *AutoExpert*, 2005, č. červen., Redakce AutoExpert, Praha.
11. Černý, J. Voda a glykol v oleji. *AutoExpert*, 2006, č. listopad., Redakce AutoExpert, Praha, s. 52-44.
12. Černý, J. Základní funkce olejů. *AutoExpert*, 2006, č. únor., Redakce AutoExpert, Praha, s. 28-29.
13. Firemní katalog, MOGUL, Vydala akciová společnost PARAMO, Pardubice
14. Firemní katalog, High-tech maziva Agip, Agip Česká republika, s.r.o.
15. Hejna, J. Tření, Opotřebení, mazání. *Tribotechnické informace*. 2004, č. 2-3/04., TES Praha a.s. & Česká strojnická společnost, Praha, s. 26-29.
16. Kittel, H. Moderní pohonné hmoty a maziva pro motorová vozidla 2005. *Tribotechnické informace*, 2005, č 4/05., TES Praha a.s. & Česká strojnická společnost, Praha, s. 6-12.

17. Kozák, P. Hodnocení normovaných parametrů motorových olejů. *Tribotechnické informace*, 2000, č. 4/00., TES Praha a.s. & Česká strojnická společnost, Praha, s. 8-10.
18. Nováček, V. – Kolečkář, P. Kód čistoty. *Tribotechnické informace*. 2004, č. 2-3/04., TES Praha a.s. & Česká strojnická společnost, Praha, s. 26-29
19. Třebický, V. Výroba, vlastnosti a zkoušení maziv. *Tribotechnické informace*. 2005, č. 1/05., TES Praha a.s. & Česká strojnická společnost, Praha, s. 22-28.
20. Sejkorová, M. *Klasické analytické metody hodnocení stavu motorového oleje, soukromé materiály*
21. MJ auto. *Oleje* [online], [cit. 2007-23-11]. Dostupné z:
<http://www.mjauto.cz/newdocs/oleje.htm#viskozni%ED%20t%F8%EDdy>
22. Autorevue.cz. *Motorový olej zvyšuje odolnost motoru* [online], [cit. 2007-12-11].
Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/default.aspx?article=2948>
23. Castrol Česká republika. *Další složky oleje* [online], [cit. 2007-10-11].
Dostupné z: <http://www.castrol.com/castrol/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011985&contentId=7023154>
24. Castrol Česká republika. *Základy o olejích* [online], [cit. 2007-9-11].
Dostupné z: <http://www.castrol.com/castrol/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011984&contentId=7023153>
25. CS-Marketing s.r.o., *Základové oleje* [online], [cit. 2008-15-1].
Dostupné z: http://www.csmarketing.cz/znalost_zaklad.asp
26. Černý, J. AutoExpert, *Kdo a jak vyrábí základové oleje* [online], [cit. 2008-2-4].
Dostupné z: <http://www.autopress.cz/mazivarske-myty/kdo-a-jak-vyrabi-zakladove-oleje>
27. Černý, J. AutoExpert, *Když se řekne: Základové oleje* [online], [cit. 2008-1-4].
Dostupné z: <http://www.autopress.cz/archiv-clanku/kdyz-se-rekne-zakladove-oleje>
28. Česká strojnická společnost [online], [cit. 2007-23-11].
Dostupné z: <http://www.tribotechnika.cz/>
29. Ekolube s.r.o, *Automobilová maziva* [online], [cit. 2008-8-2].
Dostupné z: http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=auto_popis
30. Ekolube s.r.o, *Nečistoty a saze v oleji* [online], [cit. 2008-8-2].
Dostupné z: http://oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju6
31. Ekolube s.r.o, *viskozita olejů* [online], [cit. 2008-3-1].
Dostupné z: http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=mot_visko

32. Ekolube s.r.o, *Oxidační stabilita, nitrace oleje* [online], [cit. 2008-8-2].
Dostupné z: http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju7
33. Ekolube s.r.o, *Výkonnostní třídy olejů* [online], [cit. 2008-8-2].
Dostupné z: http://www.oleje.cz/index.php?left=historie_api&page=pre_vykon
34. Ekolube s.r.o, *Výkonnostní třídy olejů* [online], [cit. 2008-3-1].
Dostupné z: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon
35. Ekolube s.r.o., *Aditiva – přísady do olejů* [online], [cit. 2008-19-3].
Dostupné z: http://oleje.cz/index.php?left=main&page=uzitecne_aditiva
36. MJ auto. *Polosyntetické oleje* [online], [cit. 2007-23-11].
Dostupné z: <http://www.mjauto.cz/newdocs/oleje.htm#Polosyntetick%E9%20oleje>
37. MJ auto. *Převodové oleje* [online], [cit. 2007-23-11].
Dostupné z: <http://www.mjauto.cz/newdocs/oleje.htm#P%F8evodov%E9%20oleje>
38. N.E.T. Praha s.r.o. *Aditiva* [online], [cit. 2008-27-2].
Dostupné z: <http://www.netpraha.cz/tunap02.html>
39. *Paliva pro zážehové motory a jeho charakteristika* [online], [cit. 2008-26-2].
Dostupné z: <http://max.af.czu.cz/~miki/biodiesel/files/benziny.pdf>
40. Paramo. *Katalog výrobků* [online], [cit. 2008-30-3].
Dostupné z: <http://obchod1.paramo.cz/Verejnost/KatalogVyrobků.aspx>
41. Paramo. *Tlumičový olej* [online], [cit. 2008-3-4].
Dostupné z: http://www.paramo.cz/html/index.php?s1=1&s2=0&s3=0&s4=0&s5=0&s6=0&what=tlumi%E8ov%FD&lng=1&user_url=&menu_id=1&m=1&typ=produkty&recid_cl=139&menu_id=1
42. Shell Česká republika, *Katalog výrobků* [online], [cit. 2008-24-3].
Dostupné z: http://www.shell.com/home/content/cz-cz/shell_for_businesses/products_catalogue/industry_oils/products_catalogue_io_hydr ostat_1111_1141.html
43. *Specifikace motorových olejů* [online], [cit. 2008-5-3].
Dostupné z: http://www.cinol.cz/html_files/poradna/OLEJE_specifikace.pdf
44. Technický týdeník, *Hydraulické oleje na počátku 21. století* [online], [cit. 2008-8-4].
Dostupné z: <http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=834&mark=>
45. Texaco, *Motorové oleje* [online], [cit. 2008-4-2].
Dostupné z: <http://sweb.cz/fimas/necooo.html>
46. Ústav technologie ropy a petrochemie, *Nečistoty a saze v oleji* [online], [cit. 2008-23-3]. Dostupné z: http://www.znalec.tym.cz/07_necis.pdf

47. Ústav technologie ropy a petrochemie, *Voda a glykol v oleji* [online], [cit. 2008-23-3].
Dostupné z: http://www.znalec.tym.cz/11_voda.pdf
48. Valar, *Klasifikace, specifikace, normy* [online], [cit. 2008-16-3].
Dostupné z: <http://valar.eu/klasifikace.php?id=2>
49. *Výroba a složení motorových olejů* [online], [cit. 2008-14-3].
Dostupné z: <http://www.mssch.cz/old/ma/cefic/9811cz.html>

Seznam obrázků:

Obr. 1: *Složení motorových olejů*

Obr. 2: *Model k odvození Newtonova zákona tření*

Obr. 3: *Aditiva proti opotřebení*

Obr. 4: *Relativní obsah různých přísad v celkové aditivaci hydraulického oleje*

Seznam tabulek:

Tab.1: *Rozdělení základových olejů podle API (American Petroleum Institute)*

Tab. 2: *Viskozitní klasifikace SAE J300*

Tab. 3: *API klasifikace olejů pro zážehové motory*

Tab. 4: *Výkonnostní třídy podle ACEA pro benzinové motory*

Tab. 5: *Výkonnostní třídy podle ACEA pro vznětové motory osobních a lehkých užitkových Automobilů*

Tab. 6: *Výkonnostní třídy podle ACEA pro zážehové a vznětové motory osazené částicovými filtry*

Tab. 7: *Zatřídění olejů dle výrobců automobilů a motorů*

Tab. 8: *Viskozitní klasifikace převodových olejů dle SAE J306*

Tab. 9: *Výkonová charakteristika převodových olejů dle API*

Seznam příloh:

Příloha 1: *API klasifikace olejů pro vznětové motory*

Příloha 2: *Výkonnostní třídy podle ACEA pro vznětové motory nákladních automobilů*

Příloha 3: *Zatřídění olejů dle výrobců automobilů a převodových skříní*

Přílohy

Příloha 1: API klasifikace olejů pro vznětové motory

API třída	Stav	Povolení od – do	Popis oleje, doporučení
CA	zastaralá	1940 – 1950	Pro lehce zatížené motory
CB	zastaralá	1949 – 1960	Pro středně zatížené motory
CC	zastaralá	1961	
CD	zastaralá	1955	Pro určité atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem
CD-II	zastaralá	1987	Pro dvoudobé motory
CE	zastaralá	1987	Pro vysoko-rychlostní, čtyřdobé, atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem. Může být použit místo CC a CD olejů
CF	současná	1994	Pro off-road motory s nepřímým vstřikováním a motory používající palivo s hmotnostním objemem síry nad 0.5%. Může být použit místo CD olejů
CF-2	současná	1994	Pro vysoce zatížené, dvoudobé motory. Může být použit místo CD-II olejů
CF-4	současná	1990	Pro vysoko-rychlostní, čtyřdobé, atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem. Může být použit místo CE olejů
CG-4	současná	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
CH-4	současná	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
CI-4	současná	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

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon#

Příloha 2: Výkonnostní třídy podle ACEA pro vznětové motory nákladních automobilů

ACEA třída	Obecný popis a provozní použití
E1	Pro nepřepřlňované a mírně přeplňované naftové motory. Již neplatná od 3/2000.
E2	Pro přeplňované naftové motory a běžné výměnné lhůty. Zlepšená ochrana proti opotřebení, leštění válců, tvorbě úsad a kalů ve srovnání s oleji třídy E1. Nižší spotřeba oleje ve srovnání s E1 oleji.
E3	Oleje udržující viskozitní třídu během provozu, pro náročný provoz a případně prodloužené výměnné lhůty. Zlepšená ochrana proti opotřebení, leštění válců, tvorbě úsad a kalů ve srovnání s oleji třídy E2. Nižší spotřeba oleje ve srovnání s E2 oleji. Lepší „zacházení“ s karbonem ve srovnání s E2 oleji.
E4	Nová kategorie zavedená od roku 1998. Zlepšené vlastnosti ve srovnání s E3 oleji. Doporučeny pro těžké podmínky, např. prodloužené výměnné intervaly. Vhodné pro velmi zatížené motory splňující emisní limity Euro 1, 2 a 3.
E5	Nová kategorie zavedená v září 1999. Pokus o globální specifikaci zahrnující požadavky Ameriky i Evropy. Překračují požadavky na E3 oleje a jsou vhodné pro vysoce zatížené motory splňující Euro 1, 2 a 3 a pracující v těžkých podmínkách, např. pro prodloužené výměnné intervaly.
E6	Vysoce stabilní oleje podporující čistotu pístů, snižující opotřebení (včetně působením sazí) a zajišťující stálé mazání. Olej je doporučován pro moderní, vysoce zatěžované vznětové motory, splňující emisní limity Euro 1-4. Je vhodný pro motory se systémy EGR (Exhaust Gas Recirculation), DPF (Diesel Particulate Filter) a SCR NO _x (Selective Catalitic Reduction). Třída E6 je zvláště doporučována pro motory s DPF systémy, které spalují palivo s nízkým obsahem síry (50 ppm).
E7	Stabilní oleje zabráňující usazování nečistot na pístech a vzniku zrcadlových ploch na stěnách válců. Omezuje opotřebení (včetně působením sazí), vznik úsad v turbodmychadlu. Olej je doporučován pro moderní, vysoce zatěžované vznětové motory splňující emisní limity Euro 1-4. EGR (Exhaust Gas Recirculation) a SCR NO _x (Selective Catalitic Reduction). není vhodný pro systémy DPF (Diesel Particulate Filter).

Zdroj: http://www.oleje.cz/index.php?left=dvoudobe_vykon&page=mot_vykon#

Příloha 3: *Zatřídění olejů dle výrobců automobilů a převodových skříní*

Výrobce převodových mechanismů, automobilů	Popis
ZF	Nejznámější výrobce převodovek dodávající významným výrobcům automobilů. Velmi složitý schvalovací systém, 15 kategorií s označením ZF TE-ML 01 až 15 často s podskupinami a)b)c)d), systém opírající se zejména o výkonovou úroveň dle API a MIL.
Volvo	Systém na klasifikacích API podpořených dlouhodobým provozním testem - označení 1273.07 (API GL-4) a 1273.12 (API GL-5).
MAN	Vlastní schvalovací systém, MAN 341 - API GL-4 plus vlastní požadavky, MAN 342 - API GL-5 plus vlastní Požadavky, MAN 3343 - multifunkční specifikace API GL-5
Scania	STO:1 - API GL-5 a normy MIL, vlastní schválení.
Daimler Chrysler (MB)	Vlastní schvalovací systém, MB 235.0-11, API GL-5 235.0,6,7,8,9, API GL-4 235. 1,4,5,10,11 235.0 – GL-5 90, 85W-90, 235.1 – GL-4 80,80W/85W , 235.5 – GL-4 80,80W/85W s prodlouženou životností, 235.6 - GL-5, 90, 85W-90 s prodlouženou životností, 235.8 - GL-5 75W-90, 235.11 – GL-4 synchronizované převody, synt.olej 75W-90
Mack	vlastní specifikace GO-J a GO-J PLUS
EATON	PS-163 - API GL-5, SAE 75W, 80W-90 a 85W-140.

Zdroj: <http://valar.eu/klasifikace.php?id=2>