

Hodnotenie stavu olejov osobných automobilov

Oil State Valuation of Passenger Cars

Jana Ileninová, Danka Košťáliková

Abstrakt

Hodnotenie fyzikálno-chemických vlastností oleja sa využíva na zistenie skutočného stavu motorových olejov a možnostiach jeho ďalšieho použitia v motore. Je dôležitou súčasťou tribotechnickej diagnostiky motora, ktorá sa zaoberá vplyvom degradácie oleja na prevádzku motora.

Kľúčové slová: motorový olej, koncentrácia prvkov, viskozita, bod vzplanutia, infračervená spektrálna analýza

Abstract

Valuation of oil quality is used for determine engine oil condition and for possibility of further utilization in engine. It is important part of engine tribotechnical diagnostics, which is concerned with degradation oil effect for engine operation.

Keywords: engine oil, elements concentration, viscosity, flash point, infrared spectrometry

1 Úvod

Motorové mazacie oleje sú počas svojho pôsobenia vystavené vysokej teplote, tlakom a prieniku nežiadúcich látok z vonkajšieho prostredia.

Vnútna kontaminácia je spôsobená časticami vznikajúcimi pri opotrebovaní trecích uzlov a degradačnými produktmi, ktoré vznikajú opotrebovaním oleja. Vonkajšia kontaminácia je spôsobená prienikom nežiaducich látok z vonkajšieho prostredia, ktoré urýchľujú degradáciu oleja, čím dochádza k úbytku aditív. Odolnosť oleja k týmto procesom určuje mieru jeho životnosti. [1]

Sledovaním vlastností mazacích olejov počas ich použitia v prevádzke stroja sa zisťuje životnosť oleja, jeho schopnosť chrániť stroj a súčasne aj trecie povrchy tohto stroja [2,3].

Sledovanie zmien kvality maziva umožňuje určiť životnosť maziva zistením stupňa jeho opotrebovania chemickými prvkami, produktmi tepelno-oxidačných procesov a nečistotami prenikajúcimi z vonkajšieho prostredia.

Skutočný stav motorových olejov bol hodnotený pomocou laboratórnych metód, ktoré sa podľa predmetu skúšky delia na dve skupiny. Do prvej skupiny patria metódy na posúdenie častíc opotrebovania nachádzajúcich sa v oleji, a to spektrálna analýza chemických prvkov a ferografická analýza produktov opotrebovania. Do druhej skupiny patria metódy na ohodnotenie fyzikálno-chemických vlastností oleja. Sú to metódy na stanovenie kinematickej viskozity, obsahu vody, bodu vzplanutia a infračervená spektrálna analýza fyzikálno-chemických vlastností [4,5].

2 Spracovanie nameraných výsledkov

V súčasnosti je pre osobné automobily odporúčaná výmena olejovej náplne po 15000 km, alebo po roku prevádzky. Úlohou týchto meraní bolo zistiť skutočný stav motorových olejov pri bežnej výmene olejovej náplne. Za týmto účelom bolo v tribotechnickom laboratóriu (TTL) analyzovaných 5 vzoriek olejov typu Castrol GTX-3, Castrol TXT

Softec a Castrol TXT Softec Plus. Vzorky boli odobraté z benzínových a naftových motorov osobných automobilov. Pre vyhodnotenie opotrebovaných olejov bol analyzovaný čistý olej Castrol GTX-3 a Castrol TXT Softec.

2.1 Stanovenie koncentrácie prvkov

Vo všetkých vzorkách bol stanovený obsah prvkov metódou optickej emisnej spektrometrie za využitia rotačnej diskovej elektródy (RD OES) [3]. Koncentrácie chemických prvkov, ktoré vznikajú opotrebovaním trecích plôch motora, neprekročili limitné hodnoty určené pre sledované prvky.

Vo vzorke č.5 je koncentrácia Cu rovná limitnej hodnote. Koncentrácie ostatných prvkov neprekročili limitné hodnoty, ako je uvedené v tab. 1.

Tab. 1 Porovnanie koncentrácie chemických prvkov
Table 1 Concentration chemical elements comparison

Číslo vzorky	Koncentrácie prvkov (ppm)			
	Fe	Cu	Al	Pb
Limitné hodnoty	100	40	40	40
1	91,8	7,2	12,1	5,6
2	72,6	7,8	16,8	8,9
3	30,7	9,2	12,8	24,0
4	68,4	22,3	32,5	19,9
5	61,1	40,0	15,8	1,7

2.2 Stanovenie viskozity

Kinematická viskozita je jednou z najdôležitejších vlastností motorových olejov. Pri poklese viskozity dochádza k nadmernému opotrebovaniu trecích plôch.

Kinematická viskozita bola stanovená pomocou Ubbelohdeho viskozimetra a viskozimetra s obráteným tokom postupom uvedeným v internom predpise TTL. Namerané hodnoty kinematickej viskozity skúšobných vzoriek olejov boli porovnané s kinematickou viskozitou čistých olejov (tab. 2). Limitná hodnota kinematickej viskozity použitých olejov je $\pm 15\%$ od referenčnej hodnoty (RH). RH predstavuje hodnotu meranej veličiny určenú pre čistý olej (Castrol GTX-3 a Castrol TXT Softec). Kinematická viskozita vzorky č.1 nameraná pri 40°C poklesla o 59 % a pri 100°C poklesla o 38 % od RH oleja Castrol GTX-3. Kinematická viskozita vzorky č.2 nameraná pri 40°C a pri 100°C je v rozsahu limitných hodnôt.

Vo vzorke č.4 a č.5 poklesla hodnota kinematickej viskozity pri 40°C a pri 100°C o viac ako 15 % od RH oleja Castrol TXT Softec.

Tab. 2 Hodnoty kinematickej viskozity
Table 2 Kinematical viscosity values

Olej		Kinematická viskozita ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	
		40°C	100°C
Castrol GTX-3	Čistý olej	118,75	14,84
	Vz. č. 1	48,77	9,24
Castrol TXT Softec	Čistý olej	82,98	14,32
	Vz. č. 2	76,65	13,00
	Vz. č. 4	46,48	8,68
	Vz. č. 5	67,40	10,84

2.3 Stanovenie bodu vzplanutia a vody

Bod vzplanutia bol meraný v otvorenom kelímku metódou podľa Clevelanda postupom uvedeným v internom predpise TTL.

Namerané hodnoty bodu vzplanutia vzoriek olejov boli porovnané s bodom vzplanutia čistých olejov (tab. 3). Bod vzplanutia v otvorenom kelímku pre použité oleje sa nesmie zmeniť o viac ako $\pm 20\%$ od referenčnej hodnoty čistého oleja.

Z výsledkov meraní vyplýva, že všetky namerané hodnoty sú v limitnom rozsahu.

Tab. 3 Hodnoty bodu vzplanutia a obsahu vody

Table 3 Flash point and water content values

Olej		Bod vzplanutia (mm ² .s ⁻¹)	Obsah vody (%)
Castrol GTX-3	Čistý olej	217	—
	Vz. č. 1	196	0,36
Castrol TXT Softec	Čistý olej	230	—
	Vz. č. 2	222	0,23
	Vz. č. 3	—	0,23
	Vz. č. 4	202	0,11
	Vz. č. 5	202	0,12

Koncentrácia vody bola stanovená metódou podľa Karla Fischera. Maximálna prípustná hodnota obsahu vody v motorových olejoch je 0,2 %.

Vo vzorke č.2 a č.3 hodnota vody mierne vzrástla nad maximálnu prípustnú hodnotu. Obsah vody vo vzorke č.1 je výrazne väčší ako je maximálna prípustná hodnota. V ostatných vzorkách bola stanovená nižšia koncentrácia vody ako 0,2%. Výsledky meraní sú uvedené v tab. 3.

2.4 Ferografická analýza

Metódou ferografickej analýzy boli vo vzorkách olejov identifikované častice opotrebovania, ich tvar, veľkosť a počet. Výsledkom je popis ferografických stôp vzoriek opotrebovaných olejov.

Analýzou vzorky č.1 boli zaznamenané výrazné retiazky magnetických častíc (veľkosť častíc v retiazkach do 10 μm), zhluky drobných magnetických častíc (veľkosť častíc v zhlukoch 5 až 10 μm) a vlákna. Na celej ferografickej stope bola zistená vysoká koncentrácia častíc veľkosti 5 až 10 μm .

Ferografické stopy skúšobných vzoriek č.2 a č.3 sú porovnateľné. V oboch vzorkách boli zaznamenané retiazky magnetických častíc (veľkosť častíc v retiazkach do 10 μm), častice normálneho opotrebovania veľkosti do 10 μm , drobné nečistoty a vlákna. Ďalej bolo zaznamenaných niekoľko magnetických únavových častíc veľkosti 21,83 μm až 24,64 μm .

Na ferografickej stope vzorky č.4 boli identifikované jemné retiazky drobných magnetických častíc (veľkosť častíc v retiazkach do 5 μm) a častice normálneho opotrebovania veľkosti do 10 μm . Po okrajoch ferografickej stopy boli zachytené vlákna a drobné nečistoty.

Vo vzorke č.5 boli ferografickou analýzou izolované retiazky magnetických častíc (veľkosť častíc v retiazkach do 5 μm), častice normálneho opotrebovania veľkosti do 10 μm (zachytené v retiazkach), niekoľko nemagnetických častíc veľkosti do 15 μm , polyméry a nečistoty.

Na základe ferografických analýz bol vo vzorke č.1 zistený medzný režim opotrebovania, ostatné vzorky sú charakterizované normálnym režimom opotrebovania. Vzorky charakterizované normálnym opotrebovaním boli vzájom-

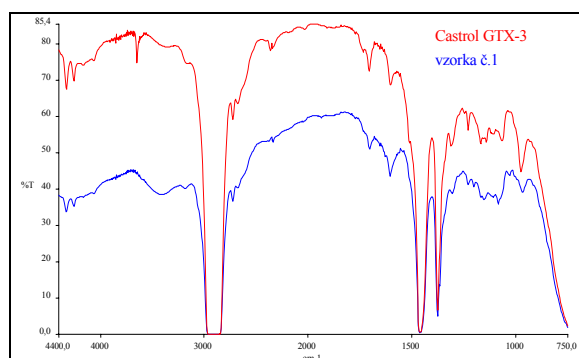
ným porovnaním zoradené od najnižšej intenzity opotrebovania v tomto poradí: vzorka č.4, 5, 3 a 2.

2.5 FTIR analýza

Infračervenou spektrálnou analýzou s Fourierovou transformáciou (FTIR) boli namerané a porovnané spektrá vzoriek olejov so spektrami čistých olejov.

Na obrázku č.1 bol porovnaním infračerveného spektra vzorky č.1 s čistým olejom Castrol GTX-3 zistený výrazný pokles spektra vzorky. V spektre použitého oleja bola zistená prítomnosť vody, ktorá sa prejavila pri vlnočte 3405 cm^{-1} . Antioxidačná prísada fenolového typu bola úplne spotrebovaná, čo sa prejavilo zmiznutím absorpčného pásu pri vlnočte 3650 cm^{-1} . Pokles absorpčného pásu pri vlnočte 970 cm^{-1} znamená úbytok multifunkčnej prísady dialkylditiofosfát zinku (ZnDDP)[6].

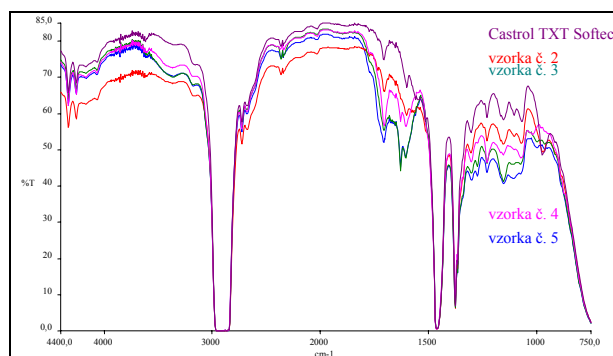
Na obrázku č.2 sú porovnané infračervené spektrá vzoriek č.2, 3, 4 a 5 s čistým olejom Castrol TXT Softec. Spektrá použitých olejov v porovnaní so spektrom čistého oleja mierne poklesli.



Obr. 1 Porovnanie infračerveného spektra vzorky č.1 so spektrom čistého oleja Castrol GTX-3

Fig. 1 Infrared spectrum of sample no. 1 and spectrum of new oil Castrol GTX-3 comparison

Vo vzorkách č.3 a 5 výraznejšie narástli produkty degradácie a to pri vlnočte 1710 cm^{-1} oxidačné produkty, pri vlnočte 1606 cm^{-1} nitračné produkty.



Obr.2 Porovnanie infračervených spektier vzoriek č. 2, 3, 4 a 5 so spektrom čistého oleja Castrol TXT Softec

Fig. 2 Infrared spectra of samples no. 2, 3, 4 and 5 and spectrum of new oil Castrol TXT Softec comparison

3 Vyhodnotenie

V tabuľke č.6 sú uvedené výsledky meraní vykonané vo vzorkách použitých motorových olejov osobných automobilov.

Vyhodnotením výsledkov meraní vzorky č.2 je možné predĺžiť výmenu olejovej náplne osobného automobilu Seat Leon.

Olejová náplň v automobile Samara (vzorka č.1) je z viacerých hľadísk nevyhovujúca a preto je vhodné vymeniť olejovú náplň.

Výsledky meraní vzorky č.4 (automobil Octavia – najazdených 11500 km) a vzorky č.5 (automobil Fabia) sú vyhovujúce, okrem kinematickej viskozity, ktorá výrazne poklesla. Preto je potrebné vymeniť olejovú náplň v automobile Octavia aj Fabia.

Pre nedostatok vzorky č.3 (automobil Octavia – najazdených 133000 km) nebola nameraná kinematická viskozita a bod vzplanutia. Z tohto dôvodu nie je možné zodpovedne posúdiť vlastnosti oleja.

4 Záver

Dlhoročným výskumom vlastností olejov pomocou tribodiagnostických metód bolo zistené, že analýzy častíc vznikajúcich opotrebovaním trecích dvojíc motora a fyzikálno-chemických vlastností olejov poskytujú dostatočné informácie o úrovni degradácie oleja pre včasné odhalenie poruchy i abnormálnych mechanizmov opotrebovania.

Využívanie metód tribotechnickej diagnostiky zabezpečuje zvýšenie bezpečnosti a spoľahlivosti prevádzky, je prevenciou vzniku porúch a prostriedkom určenia technického stavu strojov.

Dlhodobý bezporuchový technický stav zariadenia je cieľom každého prevádzkovateľa strojov a zariadení. Tento cieľ je nedosiahnuteľný bez zavedenia systematickej efektívnej údržby stroja, ktorej neoddeliteľnou súčasťou je dôsledná údržba, využívajúca metódy tribotechnickej diagnostiky.

**RNDr. Jana Ileninová,
Danka Košťáliková,
Slovenský letecký inštitút, a.s. Košice,
Rampová 7, 041 01 Košice,
e-mail: jana.ileninova@fli.sk**

**Pokračovanie príspevku zo str. 34/
Continuance Papers from Page 34**

*Príspevok vznikol za podpory grantovej agentúry VEGA
MŠ SR č.:1/4155/07*

**RNDr. Janka Mihalčová, PhD.
Doc. Ing. Hekmat Al Hakim, CSc.
Katedra prevádzky technologických systémov
Fakulta výrobných technológií TU Košice
so sídlom v Prešove
Štúrova 31, 080 01 Prešov
tel.: 051/7723504
e-mail: Hmihalcova.janka@fvt.skH
e-mail: Halhakim.hekmat@fvt.skH**

Literatúra

- [1] ZAJAC, Jozef - VOJTKO, Imrich: Trendy v prevádzkovej diagnostike on-line. In: *Výrobné inžinierstvo*. roč. 3, č. 1 (2004), s. 41-44. ISSN, 1335-7972
- [2] MIHALČOVÁ, Janka - AL HAKIM, Hekmat - ČORNÝ, Ivan: Hodnotenie vlastností použitých olejov v tribotechnickej diagnostike. *Výrobné inžinierstvo*. 2007, roč. 6, č. 1, s. 30-34. ISBN 1335-7972
- [3] MIHALČOVÁ, Janka: Global evaluation of duality oils by selected analytical methods. *Transactions of the Universities of Košice*, 2004. č.2, s.72-75. ISSN1335-2334
- [4] FABIAN, Stanislav - STRAKA, Luboslav: Kvantifikace funkčních závislostí parametrů kvality na technologických parametrech při elektroerozivním řezání kovů. In: *Strojírenská technologie*, vol. 11, no. 2 (2006), p. 21-24. ISSN 1211-4162
- [5] DOBRÁNSKY, Jozef - FABIAN, Stanislav: Monitoring of production processes capacity at injection moulding manufacturing company. In: *Scientific proceedings of the Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering*. vol. 14, no. 3 (2007), p. 44-47. ISSN 1310-3946
- [6] MACHALÍKOVÁ, Jaroslava - CHÝLKOVÁ, Jaromíra – SEJKOROVÁ, Marie: Sledování procesu opotřebení motorových oleju pro dopravní úprostředky. In: *Sborník přednášek 9.ročníku konference REOTRIB 2003*, 21. - 23. května 2003, Velké Losiny, Česká republika, s.101-109. ISBN 80-7080-516-1

Literatúra

- [1] Helebrant F., Marek V., Rautová J., Ziegler J.: Postavení triboúdržby v dnešních systémech údržby, Sborník přednášek 9.ročníku konference REOTRIB 2003 Kvality paliv a maziv, str. 85, 21.-23. května, Velké Losiny (2003)
- [2] Anderson, D.P., Lukas, M., Machine and Lubricant Condition monitoring for extended equipment lifetimes and predictive maintenance, VIII International Conference "Tribotechnics in theory and practice", part II, 7, (1997)
- [3] Interný predpis: Stanovenie kinematickej viskozity, Tribotechnické laboratórium, VLTSÚ Košice, (2002)
- [4] Interný predpis: Stanovenie čísla kyslosti mazacích olejov, Tribotechnické laboratórium VLTSÚ Košice, (2001)
- [5] Interný predpis: Stanovenie obsahu vody v mazacích olejoch metódou K. Fischera, Tribotechnické laboratórium, VLTSÚ Košice, (2001)
- [6] Interný predpis: Stanovenia bodu vzplanutia v otvorenom tégliku, Tribotechnické laboratórium, VLTSÚ Košice, (2001)