

MAZIVOSTNÉ VLASTNOSTI AUTOMOBILOVÉHO BENZÍNU A MOTOROVEJ NAFTY S ETANOLOM

Ján Lábaj¹, Pavol Namešanský², Jozef Fabrici³

¹ Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, tel. +421 415132681, e-mail : jan.labaj@fstroj.utc.sk, ² Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, ³ Metrologický a skúšobný ústav logistiky, Žilina, e-mail : msulog@mil.sk

Received December 28, 2005; accepted November 24, 2006

Abstract

The paper deals with the problem scope of ethanol adding into petrol and diesel fuel on the final lubricity of motor fuel properties. The mentioned properties and characteristics were measured by commonly used laboratory method on Plint TE 82 (PLINT & PARTNERS LTD).

Key words: diesel fuel, petrol, ethanol, lubricity

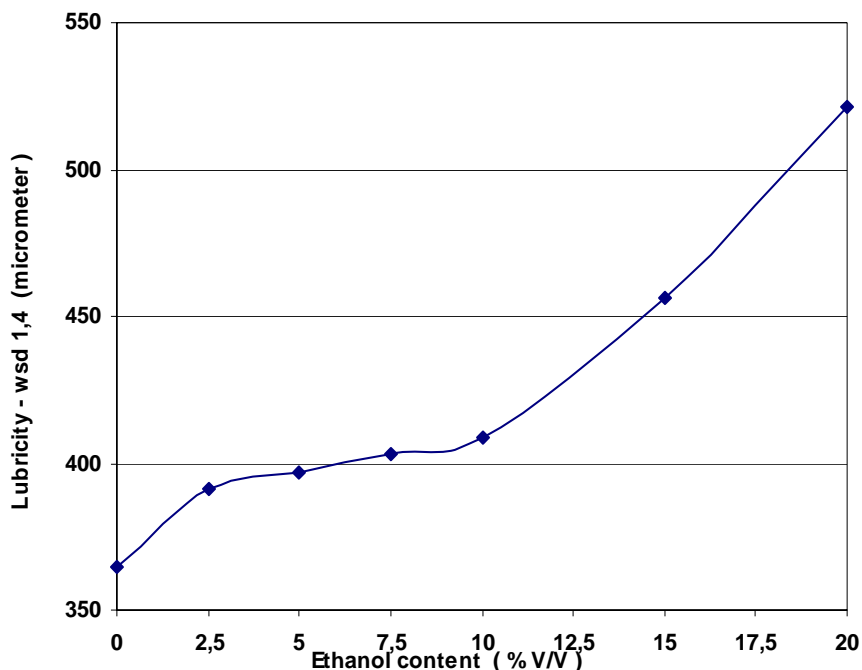
1. ÚVOD

Dňa 8.3.2003 bola vydaná smernica 2003/30/EC o podpore používania biopalív alebo iných obnoviteľných palív ako náhrady motorovej nafty alebo benzínu na dopravné účely v každom členskom štáte EÚ. Tým sa má prispieť k tomu, aby sa dosiahli ciele ako je splnenie záväzkov vo vzťahu na klimatické zmeny, ekologicky priaznivá bezpečnosť zásobovania palivami a podpora obnoviteľných zdrojov energie. V tejto práci boli testované mazivostné vlastnosti palív používaných na dopravné účely v štátoch EÚ, do ktorých bol pridávaný „bioetanol“. Jedná sa o motorovú naftu a motorový benzín. Motorová nafta má mazivosť predpísanú normou, benzín zatiaľ nie, preto merané hodnoty pre benzín majú informatívny charakter.

2. SÚČASNÉ DISPONIBILNÉ VÝROBNÉ KAPACITY BIOZLOŽIEK V SR

Z údajov Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky vyplýva, že u nás existujú disponibilné výrobné kapacity biozložiek 125000 ton za rok bionafty ktorá kvalitatívne vyhovuje norme STN EN 14214 a 7600 ton za rok bezvodého etanolu, ktorý kvalitatívne vyhovuje norme STN 660835. Z uvedeného vyplýva, že na plnenie smernice 2003/30/ES by sa mohlo začať primiešavaním esterov rastlinných olejov a esterov mastných kyselín do motorovej nafty, čím sa pre „naštartovanie“ primiešavania bioetanolu (alternatívne výroba ETBE = etyl-terc-butyl-éter) do benzínov vytvorí určité medziobdobie, potrebné na dobudovanie výrobných kapacít bioetanolu

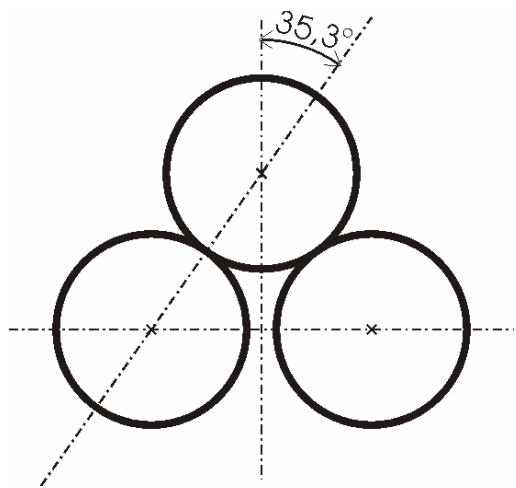
Na Obrázku 1 podľa [3] je znázornená závislosť mazivosti letnej nafty od množstva pridaného etanolu, ktorá bola meraná metódou HFRR spoločnosťou Slovnaft VÚRUP, a.s. V literatúre [3] sú zachytené aj iné aspekty pridávania etanolu. Na meranie mazivosti nafty je metóda HFRR určená normou STN EN 590 a pripúšťa veľkosť oderovej stopy 460 µm.



Obrázok 1: Mazivosť zmesi mot. nafty s etanolom
Figure 1: Lubricity of Diesel – Ethanol blends

3. CIEĽ A PODSTATA MERANIA

Cieľom merania je zistiť, aké sú mazivostné vlastnosti palív bežne používaných vo vozidlách cestnej dopravy (automobilový benzín, motorová nafta) a aký vplyv má etanol, primiešaný do palív, na tieto vlastnosti. Predmetom skúmania bolo zistiť závislosť mazivosti palív od množstva etanolu v palive. Na meranie bola použitá motorová nafta – diesel triedy F („zimná“) a automobilový bezolovnatý benzín Super 95. Ide o palivá distribuované spoločnosťou Slovnaft a.s.. Ako pridávaná zložka bol použitý lieh rafinovaný, obilný, jemný, z ktorého bola chemicky odstránená voda. Pri liehu je dôležité, aby neobsahoval vodu (kvôli miešateľnosti) a aby bol vyrobený z biomasy alebo z biologicky odbúrateľného podielu. Jedno meranie, benzín + etanol, bolo urobené s etanolom, z ktorého nebola dodatočne odstránená voda. Mazivostné vlastnosti boli skúmané medzi pevnými



tvrdými povrchmi skúšobných guľičiek, ktoré sú v pohybe a sú k sebe prítlačané stanovenou silou. Uzol trenia má tvar pyramídy, ktorú tvoria štyri rovnaké, oceľové guľičky. Tvar usporiadania je znázornený na obrázku 2.

Obrázok 2: Geometria zaťažovaných guľičiek
Figure 2: Geometry of bearing ball

Tri spodné sú umiestnené v miske. Štvrtú, vrchnú guľičku fixuje klieština, spojená cez hriadeľ a prevod s elektromotorom. Všetky kontaktné miesta sú počas celého trvania skúšky ponorené v skúmanej vzorke paliva. Pohybom otáčajúcej sa guľičky po troch nehybných guľičkách vzniká zmiešané (podľa stavu dotyku trecích dvojíc) trenie, dôsledkom ktorého vzniká

opotrebenie. Veľkosť opotrebenia je priamo závislá od kvality mazania. Smerodajná je teda veľkosť opotrebenia. Oopotrebenie predstavuje trecia stopa vo väčšine prípadov v tvare podobnom elipse. Rozmery elipsy určujeme dvoma na seba kolmými priermi, z ktorých počítame strednú hodnotu. Ide teda o nepriamu metódu zisťovania mazivostných vlastností palív, pretože sledujeme ich dôsledky. Meranie vychádza samozrejme z rovnakých podmienok, mení sa len použité palivo a koncentrácia etanolu v ňom. Čo sa týka palív, vojenské ale aj civilné normy predpisujú mazivosť a metodiku jej zisťovania len pre motorovú naftu a letecký petrolej. Pre automobilové benzíny zatiaľ neexistuje

všeobecne uznávaný a požívaný predpis na mazivosť a nie je určená ani metóda na jej zisťovanie. Preto je v tomto meraní použitá metóda zisťovania mazivostných vlastností na štvorguličkovom prístroji tak pre motorovú naftu, ako aj pre automobilový benzín. Vychádza sa z normy, ktorá je používaná v ozbrojených silách SR.

3.1 Zariadenie pre meranie

Pre vykonanie bol použitý štvorguličkový prístroj Plint TE82. Prístroj je súčasťou akreditovaného pracoviska s metrologickým zabezpečením, preto spĺňa požiadavky na presnosť, a je pravidelne kalibrovaný a náležite udržiavaný.

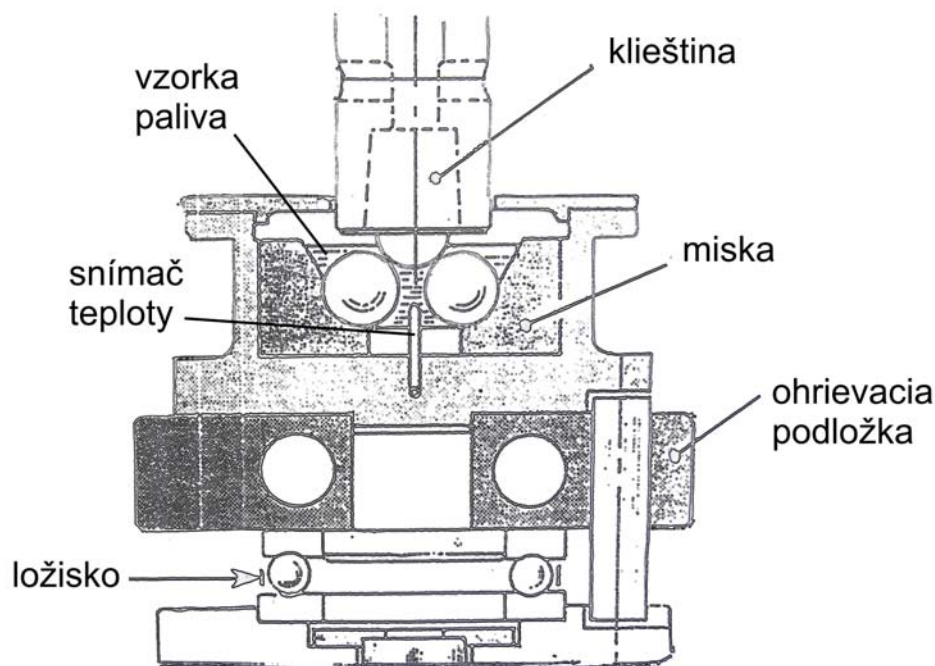


Obrázok 3: Štvorguličkový prístroj Plint TE82
Figure 3: Four ball test machine Plint TE82

Je to univerzálny, zaužívaný prístroj na stanovovanie protioderových a protizáderových vlastností mazadiel, mazivosti palív a iných kvapalín. Na tento prístroj sa viažu medzinárodné štandardy a v mnohých krajinách národné predpisy.

Prístroj sa skladá z dvoch samostatných celkov – zo samotného prístroja a ovládacej skrine. Prístrojová veža je upevnená na pevnom kovovom stole, ktorý zabezpečuje stabilitu a dostupnosť obsluhu. Vo vrchnej časti prístrojovej veže je pohonná jednotka s prevodom. Prevod je tvorený remeňom. Pre nízkootáčkové skúšky je remeň ozubený, pre vysokootáčkové skúšky plochý. Elektromotor poháňa cez prevod dutý hriadeľ, na ktorého spodnom konci je odnímateľná klieština pre vrchnú guľičku. Klieština počas skúšky pevne upína guľičku a otáča sa s ňou otáčkami hriadeľa. Klieština s guľičkou sa po dokončení skúšky s hriadeľa vytlačí tyčou, ktorá sa nasúva cez vrchný otvor do dutého hriadeľa, kde sa zatáča do závitú a vytlačí klieštinu. K vrchnej guľičke sa pritláča spodná časť cez rameno, ktoré umožňuje pomocou závaží vytvoriť požadované osové zaťaženie. Rameno je upevnené na otočnom čape. Na jednom konci ramena je plocha na uloženie závažia, na druhom, kratšom konci je pevné protizávažie na vyváženie. Na ramene, v presne definovanej vzdialenosti od otočného čapu, je upevnený úložný valec, v ktorom sú súčasťou spodnej časti. 1:20 – pomer medzi vzdialenosťou úložného valca od otočného čapu a vzdialenosťou konca ramena so závažím od

otočného čapu. Tento úložný valec môže vykonávať len zvislý pohyb, teda buď pritláča spodné tri guľičky k vrchnej



Obrázok 4: Štvor guľičkový prístroj so zaťažiením
Figure 4: Four ball test machine with dead weight loading

(rameno je spustené), alebo sústavu odľahčuje (rameno je podopreté). Uloženie guľičiek je znázornené na obrázku 4.

Miska s guľičkami je priamo súčasťou momentového ramena, na ktorého konci sa snímajú vibrácie. Po nasadení a zatahnutí fixačnej matice momentovým kľúčom sú guľičky zaistené a nehybné. Pri skúškach, kedy môže dôjsť k zvareniu guľičiek, rameno opierajúce sa o snímač vibrácií pracuje ako poistka. To znamená, že pri zvarení sa miska s ramenom s otáčajúcim sa hriadeľom silovo spoja a rameno sa „oprie“ o snímač vibrácií takým rázom, že dôjde k vypnutiu motora. Prístroj je určený aj na skúšky, pri ktorých je predpísaná zvýšená teplota.

3.2 Guľičky

Na meranie sú určené ložiskové guľičky odpovedajúce technickým požiadavkám podľa STN 02 3680 s priemerom 12,7 mm (0,5 in), stupeň presnosti 16 a tvrdosťou 63 až 65 HRC podľa Rockwella. Guľičky sú určené týmto zložením: C-0,95 až 1,10 %, Mn-0,25 až 0,45 %, Si-0,15 až 0,35 %, P_{max.}-0,027 %, S_{max.}-0,020 %, Cr-1,30 až 1,65 %, Ni_{max.}-0,25%, Cu_{max.}-0,25 %, (Ni+Cu)_{max.}-0,50 %.

3.3 Etanol

Na meranie bol použitý etylalkohol (C₂H₅OH) 96,5 % p.a. – lieh rafinovaný, obilný, jemný. Výrobca: LACHEMA a.s., Neratovice, Tovární 157, Česká republika, Dodávateľ: SYNTCHEM, Chrenovec – Brusno 198. Lieh po kontrole hustotou vykazoval koncentráciu 96,3 % obj.

Boli urobené 3 merania, kde bol použitý etanol a sušený (bezvodý) etanol:

1. Benzín + Etanol: koncentrácia etanolu 96,30 % obj.
2. Benzín + Etanol, sušený: koncentrácia etanolu 99,80 % obj.
3. Nafta + Etanol, sušený: koncentrácia etanolu 99,85 % obj.

Sušenie etanolu bolo vykonané pomocou sodíka a následným predestilovaním.

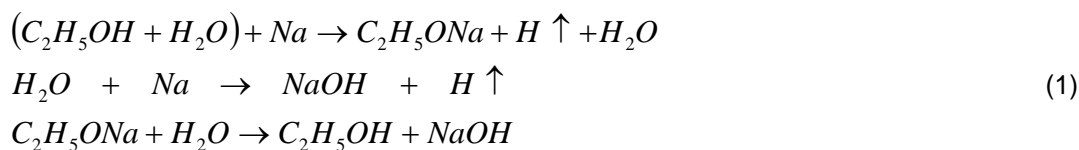
3.4 Vzorky paliva

Kvalita mazania vzorky je závislá na druhu paliva a množstva etanolu, ktorý je do tohto paliva primiešaný. Objemové množstvá etanolu v palive sú nasledovné:

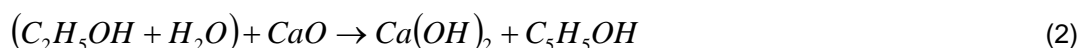
- pre nafta + etanol (99,85 % obj.): 0 %; 2,5 %; 5 %; 7,5 %; 10 %; 15 %; 20 %

- pre benzín + etanol (99,80 % obj.): 0 %; 5 %; 10 %; 15 %; 20 %
- pre benzín + etanol (96,3 % obj.): 0 %; 5 %; 10 %; 15 %; 20 %

Voda z liehu podľa nasledovnej reakcie (1) bola odstránená sodíkom pod spätným chladičom a následným oddestilovaním bezvodého etanolu :

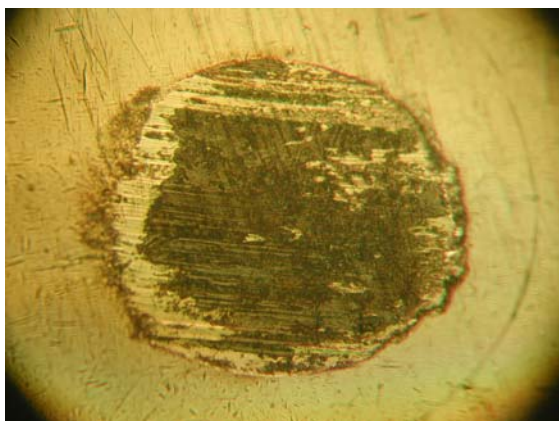


Tento postup je potrebné zopakovať viackrát, kým nedostaneme etanol, v ktorom už nie je naviazaná voda. Na sušenie možno použiť tiež pálené vápno (CaO). Ide o podobný postup, kde lieh je tiež potrebné dosúšať sodíkom. Túto reakciu opisuje chemická rovnica (2):

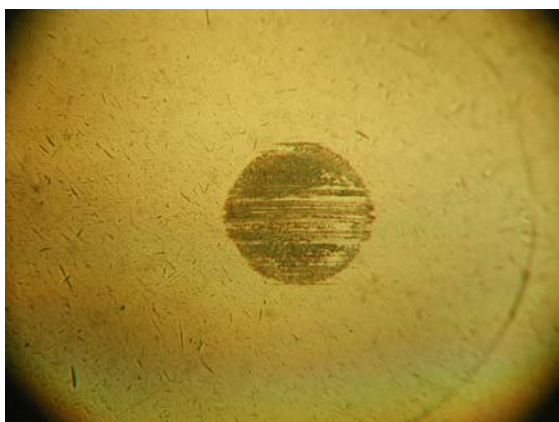


3.5 Vyhodnotenie skúšky

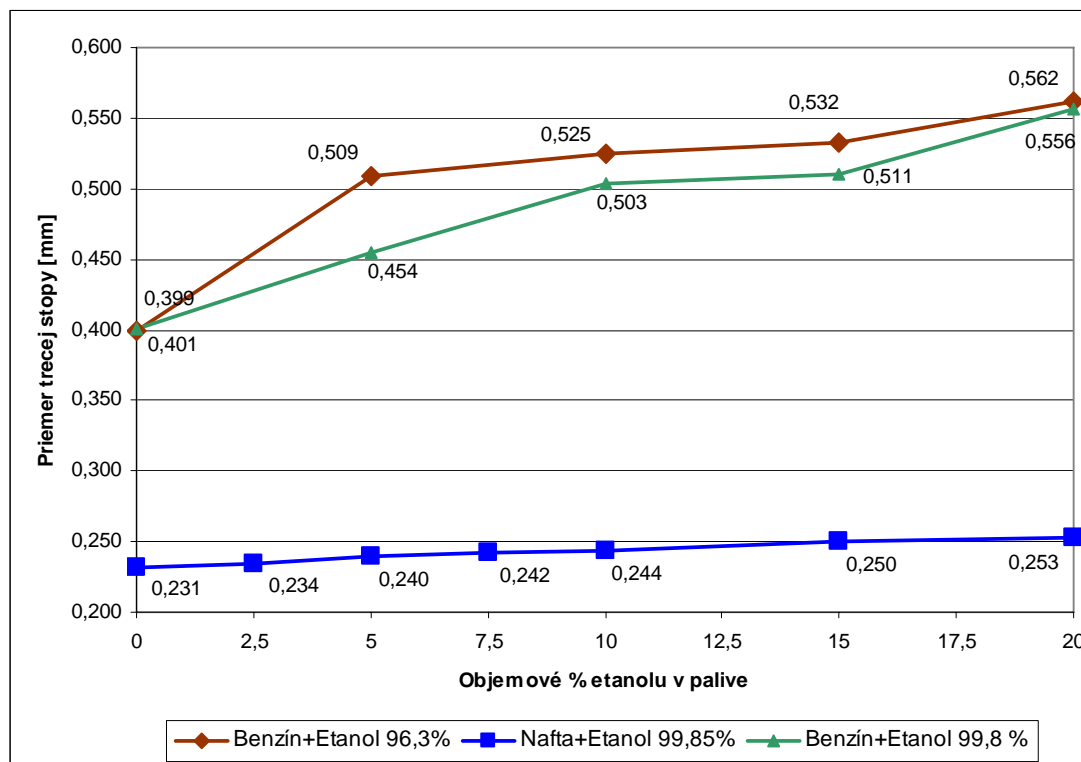
Odčítavanie priemerov sa u všetkých guľičkách robí pod rovnakým osvetlením. Na obrázku 5 je fotografia trecej stopy pri použití palive motorový benzín + etanol, na obrázku 6 je fotografia trecej stopy pri použití palive motorová nafta + etanol. Obrázky predstavujú 77-násobné zväčšenie.



Obrázok 5: Trecia stopa s palivom automobilový benzín + etanol
Figure 5: Friction marks at the ball interface with petrol – ethanol blends



Obrázok 6: Trecia stopa s palivom motorová nafta + etanol
Figure 6: Friction marks at the ball interface with diesel – ethanol blends



Obrazok 1: Mazivosť zmesi mot. nafty a benzínu s etanolom.
Figure 1: Lubricity of Diesel and Gasoline – Ethanol blends

4. ZÁVER

Pridávaný etanol zhoršuje mazivostné vlastnosti automobilového benzínu aj motorovej nafty. Zvyšovaním koncentrácie etanolu v motorovej naftě bol pozorovaný menší pokles kvality mazania ako pri zvyšovaní koncentrácie etanolu v automobilovom benzíne. Je teda zrejme, že motorová nafta si pridávaním liehu mazivostné vlastnosti udržiava lepšie ako automobilový benzín. Pri motorovej naftě sa však objavil problém pri zmiešavaní s etanolom, ktorý obsahoval viac ako 0,5 % vody. Tento problém bol vyriešený použitím liehu, z ktorého bola odstránená voda.

Pri praktickom využití etanolu ako zložky pridávanej do motorovej nafty bude potrebné zabrániť tvorbe druhej fázy (prejavuje sa zákalom, emulziou) vplyvom vzdušnej vlhkosti pridávaním vhodného solubilizéru.

Pri automobilovom benzíne s etanolom sa preukázala horšia mazivosť, ak bol použitý lieh, z ktorého nebola odstránená voda. Je teda vhodné a potrebné, aby etanol, ktorý sa pridáva do motorovej nafty aj automobilového benzínu, obsahoval minimum vody (menej ako 0,5 %).

Meranie mazivostných vlastností automobilového benzínu s použitou metodikou nie je príliš vhodné z dôvodov:

- vzniku vibrácií pri meraní, ktoré sa prejavili hlukom (piskot),
- nepravidelnosti tvaru oderovej stopy s horšie viditeľným obrysom a aj odčítavanie priemerov bolo náročnejšie.

Z týchto dôvodov preto doporučujem vypracovať inú, vhodnejšiu metodiku merania pre automobilový benzín ako tú, ktorá je používaná OSSR na meranie mazivosti motorovej nafty a leteckého petroleja.

Pri praktickom využití etanolu ako zložky pridávanej do automobilového benzínu navrhujeme do tohto paliva pridávanie vhodnej mazivostnej prísady.

POĎAKOVANIE

Práca bola robená na základe úlohy APVT-20-014702 „Výskum a vývoj alternatívnych ekologických bio-palív a bio-mazív z domácich obnoviteľných zdrojov“ podporovanou Agentúrou na podporu vedy a techniky SR.

5. LITERATÚRA

- [1] Dyk, A. : **Teorie spalovacích motorů, paliva a maziva pro spalovací motory**, ČVUT, Praha 1983
- [2] Herout, V. a kol. : **Laboratorní technika organické chemie**, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1954
- [3] Bratsky D., Labaj J., Stacho D : **Impact of Ethanol Addition in Diesel on Power Output and Exhaust Emission Characteristics**, 5th International Coloquium, Fuels, Technische akademie Esslingen proceedings 2005, pp 31-42, ISBN-Nr. 3-924813-59-0
- [4] Hlavňa, V., Kukuča, P., Isteník, R., Labuda, R., Liščák, Š. : **Dopravný prostriedok – jeho motor**, Žilinská Univerzita v Žiline, Žilina 2003
- [5] Matějovský, V. – Němec, K.J. – Novák, K. : **Spalovací motory III**, ČVUT, Praha 1990
- [6] Profi auto – přílohy časopisu Auto magazín: 11/03, 01/04, 02/04, 04/04, 05/04, 09/04, 10/04, 11/04, 12/04, 02/05
- [7] Šafr, E. : **Technika mazání**, SNTL, Praha, 1970
- [8] Technická dokumentácia prístroja PLINT TE82
- [9] <http://www.plint-tribology.fsnet.co.uk>
- [10] <http://www.slovnaft.sk>
- [11] Smernica Európskeho parlamentu a rady č. 2003/30/EC
- [12] STN 65 6254 – Metóda stanovenia protioderových a protizadieracích vlastností mazacích olejov a kvapalín na štvorguličkovom prístroji.
- [13] STN 66 0805 – Metódy skúšania liehu
- [14] STN EN 228 – Automobilové palivá; Bezolovnatý automobilový benzín; Požiadavky a skúšobné metódy.
- [15] STN EN 590 – Automobilové palivá; Nafta; Požiadavky a skúšobné metódy