

Analýza vplyvu olejových zložiek na mazanie ložísk a karbonizáciu spaľovacieho motora

Michal Puškár¹
Matúš Lavčák²

¹ Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering; Letná 9, Košice, Slovensko; email: michal.puskar@tuke.sk

² Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering; Letná 9, Košice, Slovensko; email: matus.lavcak@tuke.sk

Grant: APVV-19-0328; VEGA 1/0318/21; KEGA 006TUKE-4/2020

Název grantu: Výskum a vývoj pokročilej technológie spaľovania s cieľom redukcie emisnej stopy automobilov.; Výskum a vývoj inovácií pre efektívnejšie využitie obnoviteľných zdrojov energie a znižovanie uhlíkovej stopy vozidiel.; Implementácia poznatkov z výskumu zameraného na redukciiu emisií motorových vozidiel do edukačného procesu.

Oborové zamčrení: JR - Ostatní strojírenství

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Príspevok analyzuje vplyv rôznych olejových zložiek na mazanie a životnosť ložísk ako aj mieru karbonizácie experimentálneho spaľovacieho motora. Polybutén je významnou zložkou používanou ako prísada do motorových olejov pre potlačenie karbonizácie a zachovanie pôvodnej úrovne výkonu motora. Jeho nevýhodou je horšia mazacia schopnosť v istom režime otáčok. Preto bola vykonaná experimentálna analýza pre overenie vplyvu polybuténu na mazanie a životnosť ložísk, ktorá môže predstavovať zaujímavý príspevok pre hodnotenie motorových olejov. Tieto testy boli vykonané meraním teploty ojnice pri bežnej prevádzke. Test môže byť doplnený štandardnými ISO testmi s cieľom overiť dosiahnuté výsledky.

Kľúčová slova olej, spaľovací motor, mazanie, karbonizácia

1. ÚVOD

Medzi najdôležitejšie úlohy mazív spaľovacích motorov patrí udržanie počiatočného stavu výkonu a emisií motora počas dlhšej doby. Pre tento účel sú v normách ISO testy, všeobecne používané pre hodnotenie výkonnosti oleja a tieto hrali dôležitú úlohu pri eliminácii nekvalitných olejov na trhu. Pomocou ISO testov boli vyvinuté rôzne oleje. Prednedávnom sa na trhu objavili niektoré oleje, ktoré majú extrémne vysoký výkon. V tomto príspevku je popísaný nový hodnotiaci faktor pre stanovenie mazania ložísk.

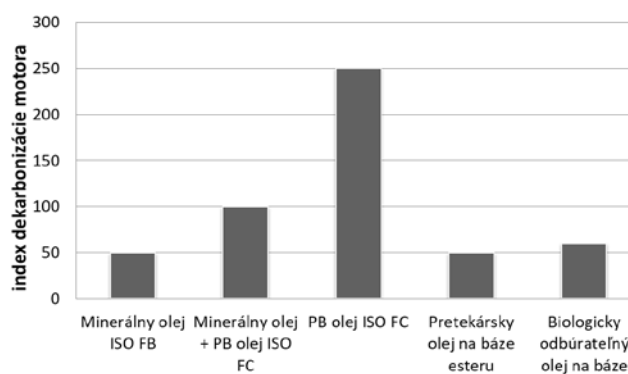
V dokumente sú vlastnosti olejov, ktoré udržujú pôvodný výkon motora, vyhodnocované testami ISO normy a tiež sú popísané výsledky hodnotenia, ktoré môžu byť užitočné pre navrhovanie a hodnotenie motorových olejov.

2. CHARAKTERISTIKA OLEJOV

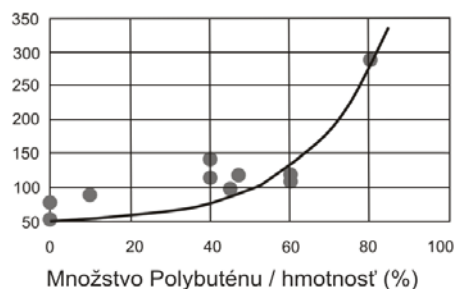
Počiatočný výkon motora sa znižuje hlavne kvôli karbonizácii motora, ktoré je spôsobené akumuláciou tuhých častíc. Pomocou ISO bolo hodnotených päť druhov olejov, ktorých zloženie je typické a sú bežne dostupné na trhu.

Pokiaľ ide o dekarbonizáciu, polybutén bol najvýznamnejší z hľadiska blokovania usadzovaní pevných častíc na jednotlivé

motorové časti, ako je znázornené na obrázku 1. Jeho výkon však výrazne poklesol v zmesi s inými základovými olejmi, ako je napr. minerálny olej. Obrázok 2 zobrazuje vplyv obsahu polybuténu (PB) na index dekarbonizácie motora. Na tomto obrázku sú tri PB oleje (na báze minerálnych olejov), a sedem FC olejov (s obsahom polybuténu) ľubovoľne vybrané z ponuky na trhu. Ako ukazuje obrázok 2, index sa pozoruhodne zlepšuje keď obsah polybuténu je viac ako 80%. Možno teda povedať, že polybutén je základným komponentom pre zachovanie pôvodného výkonu motora.

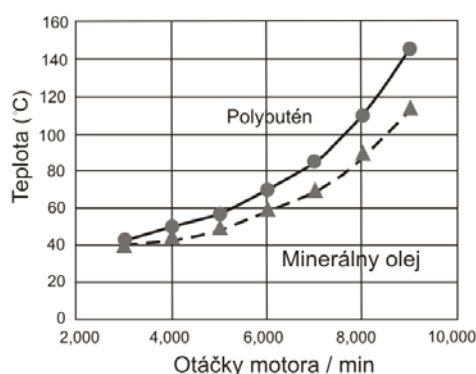


Obr.1 Vplyv zložiek oleja na index dekarbonizácie motora



Obr.2. Vplyv komponentu Polybuténu na index dekarbonizácie motora (vertikálna os)

Olej, ktorý má základ v polybuténe, spôsobuje mierny pokles výkonu motora v porovnaní s minerálnymi olejmi. Táto skutočnosť súvisí s lepivosťou polybuténu. To znamená, že olej so schopnosťou prilepiť sa na časti motora nemôže byť ľahko nahradený novým olejom. Táto vlastnosť môže byť pozorovaná a to tak, že sa farba malého konca alebo veľkého konca ojnice zmení na modrú farbu pôsobením tepla. Bola meraná teplota na povrchu kľukového čapu na dolnom čape ojnice pri chode motora s použitím minerálneho oleja a oleja s polybuténom. Ako zobrazuje obrázok 3, olej ktorý má polybuténový základ mal teplotu na kľukovom čape o 5 ° C až 30 ° C vyššiu ako olej na báze minerálnej. Rozdiel v teplotách sa zvyšuje spolu so zvyšujúcimi sa otáčkami motora. Okrem toho, keď motor pracoval s olejom na základe polybuténu, pri otáčkach 9.000 ot. / min teplota kľukového čapu prudko vzrástla. Motor bol zastavený a demontovaný. Potvrďilo sa, že farba dolného čapu ojnice sa zmenila na tmavo modrú. Z toho vyplýva, že je potrebné navrhnuť index pre mazanie ložísk na základe teploty tohto komponentu.



Obr.3. Vplyv zloženia oleja na teplotu kľukového čapu

3. OLEJOVÉ ZLOŽKY A MAZANIE LOŽÍSK

Aby bolo možné zhodnotiť mazivosť oleja na ložiskovej časti, na motor bol umiestnený termočlánok v obvode kľukového hriadeľa na strane dolného ojničného čapu v smere zotrvačnej sily. Otáčky motora boli nastavené na 9.000 ot. / min pri plnom zaťažení. Výsledky testov motora boli prezentované ako výkonové indexy.

$$BLIX = T / TS \times 100$$

BLIX: Index mazania ložísk

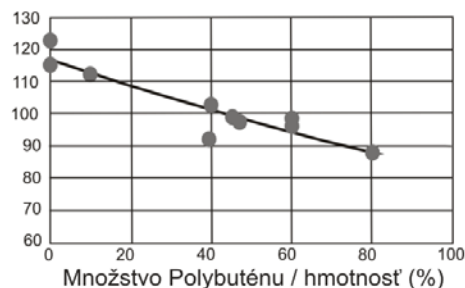
T: Teplota kľukového čapu podľa ISO

TS: Teplota kľukového čapu pri použití vzorky oleja

Účinky olejov na báze polybuténu na mazivosť ložísk pomocou vyššie uvedenej skúšobnej metódy možno zhrnúť takto:

Vplyv obsahu polybuténu

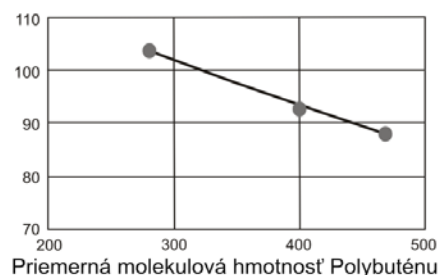
Ako je znázornené na obrázku 4, zvýšený obsah polybuténu zhoršuje mazivosť ložísk. Avšak rozdiel v indexe medzi dvoma testovanými olejmi bol 10, aj keď obsah polybuténu bol rovnaký. To predpokladá, že molekulová hmotnosť polybuténu obsiahnutého v týchto olejoch ovplyvňovala ich indexy.



Obr.4. Vplyv obsahu polybuténu na index mazania ložísk (vertikálna os)

Vplyv molekulovej hmotnosti polybuténu

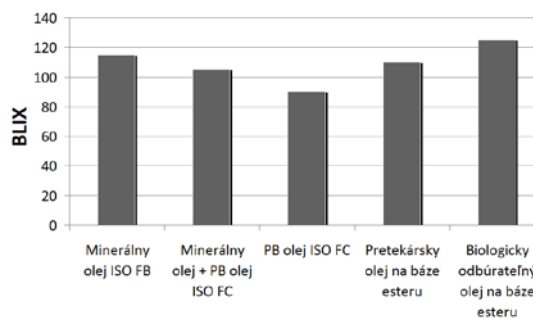
Mazivosť ložísk sa znížila pravdepodobne ako sa priemerná molekulová hmotnosť polybuténu zvýšila, čo je znázornené na obrázku 5. Dokonca aj keď je obsiahnuté malé množstvo polybuténu, ktorý má molekulovú hmotnosť 1000 alebo viac, môže byť lepivosť polybuténu na ložisko veľmi vysoká. Preto z hľadiska mazivosti ložísk je vhodnejšie, aby sa zabránilo používaniu oleja obsahujúceho polybutén s vysokou molekulovou hmotnosťou.



Obr.5. Vplyv molekulovej hmotnosti polybuténu na index mazania ložísk (vertikálna os)

Vplyv komerčných olejov

Obrázok 6 ukazuje výsledky testov mazivosti ložísk komerčných olejov, ktoré sú zobrazené na obr. 1. Mazivosť FC olejov (s obsahom polybuténu) bola nižšia v porovnaní s FB olejmi (sú na báze minerálnych olejov), závodným typom olejov a biologicky odbúrateľnými olejmi na báze esterov. Za súčasného stavu bol minerálny olej zahrnutý do vypracovania štúdie pre jeho nízku dymivosť, aj keď na úkor slabšej výkonnosti týkajúcej sa blokovania výfukového systému.



Obr.6. Vplyv zloženia oleja na index mazania ložísk (BLIX)

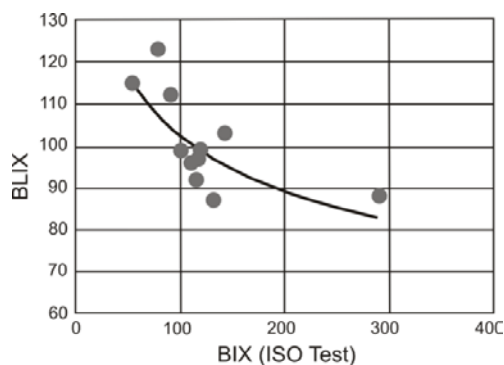
4. VZŤAH MEDZI TESTMI MAZIVOSTI LOŽÍSK A ISO SKÚŠKAMI

Hoci vyvinutý test ložísk mal dobrú opakovateľnosť a reprodukovateľnosť, problémy boli s prestavbou motora pre potreby merania teploty na veľkom konci ojnice. Tiež životnosť meraných častí bola veľmi malá. Následne sa skúmalo, či mazivosť ložísk možno získať z výsledkov vyšetrení podľa testov ISO. Výsledky sú zobrazené na obrázkoch 7 a 8.

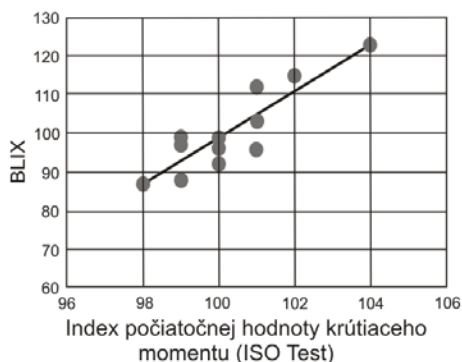
Pomerne vysoká korelácia je viditeľná medzi indexom mazivosti ložísk a indexom testov podľa ISO. V snahe získať index mazivosti 100 alebo viac musia vybrať oleje spĺňať nasledujúce požiadavky:

- (1) Index dekarbonizácie motora: 120 alebo menej
- (2) Index počiatočnej hodnoty krútiaceho momentu: 100 a viac

U olejov, ktoré nedosahujú požadované hodnoty vyššie uvedených troch indexov, sa predpokladá relatívne nízky mazací výkon. A naopak, u olejov, ktoré spĺňajú oba indexy sa predpokladá vysoký mazací výkon.



Obr.8 Vzťah medzi indexom mazania ložísk a indexom dekarbonizácie motora (BIX)



Obr.9 Vzťah medzi indexom mazania ložísk a indexom počiatočnej hodnoty krútiaceho momentu

5. ZÁVER

Skúšobná metóda bola vyvinutá pre hodnotenie mazivosti olejov s ohľadom na ložiská na veľkom konci ojnice. Pri testovaní rôznych druhov olejov na báze polybuténu, minerálnych olejov a olejov na báze esterov, boli získané nasledujúce výsledky:

- 1) Použitie motorového oleja s obsahom polybuténu bolo nevyhnutné pre zachovanie pôvodnej účinnosti motora.
- 2) Minerálne oleje a oleje na báze esterov sú účinné pri zlepšovaní mazivosti ložísk. Tu je vhodnejšie znížiť obsah polybuténu za predpokladu, že požadovaná úroveň výkonu pre zabránenie blokovania výfukového systému a emisii spodín sú splnené.
- 3) Z hľadiska mazivosti ložísk nieje žiaduce, aby bol použitý polybutén s vysokou molekulovou hmotnosťou, a to najmä 1000 a viac.
- 4) Mazivosť ložísk možno stanoviť analýzou spomínaných dvoch indexov " dekarbonizácie motora a počiatočnej hodnoty krútiaceho momentu"

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-19-0328.

Zdroje

1. JUANG L.-H.: Finite element modelling for a piezoelectric ultrasonic system, Measurement 2010, 43 (10): 1387-1397.
2. PUŠKÁR, M.; BIGOŠ, P.: Output Performance Increase of Two-stroke Combustion Engine with Detonation Combustion Optimization, Strojarstvo 2010: Vol. 52, no. 5 (2010), p. 577-587, ISSN 0562-1887
3. PUŠKÁR, M.; BIGOŠ, P.: Method for accurate measurements of detonations in motorbike high speed racing engine, Measurement 2012, Vol. 45, no. 3 (2012), p. 529-534, ISSN 0263-2241
4. PUŠKÁR, M.; BIGOŠ, P.; PUŠKÁROVÁ, P.: Accurate measurements of output characteristics and detonations of motorbike high-speed racing engine and their optimization at actual atmospheric conditions and combusted mixture composition, Measurement 2012, Vol. 45, no. 5 (2012), p. 1067-1076, ISSN 0263-2241
5. TOMAN, R., POLÓNI, M., CHRÍBIK, A.: Preliminary study on combustion and overall parameters of syngas fuel mixtures for spark ignition combustion engine. In Acta Polytechnica. Vol. 57, no. 1 (2017), s. 38-48. ISSN 1210-2709.
6. CHRÍBIK, A., POLÓNI, M., LACH, J., RAGAN, B. The effect of adding hydrogen on the performance and the cyclic variability of a spark ignition engine powered by natural gas. In Acta Polytechnica. Vol. 54, No. 1 (2014), s. 10-14. ISSN 1210-2709.
7. Nedeliaková, E., Babin, M., Barta, D., 2011. Rationalization of static transport [Racionalizácia statickej dopravy], Transport and the environment (Vol. 2), proceedings of the 9th SoNorA University Think Tank Conference (Bologna). 19th of October 2011, s. 15-33, ISSN 1868-8411.
8. Czech P. Diagnosis of Industrial Gearboxes Condition By Vibration and Time-Frequency, Scale-Frequency, Frequency-Frequency Analysis. METALURGIJA. Volume: 51, Issue: 4, 2012, Pages: 521-524.
9. Czech P. Identification of Leakages in the Inlet System of an Internal Combustion Engine with the Use of Wigner-Ville Transform and RBF Neural Networks. 12th International Conference on Transport Systems Telematics Location: Katowice Ustron, Poland. October 10-13, 2012. Edited by Jerzy Mikulski. TELEMATICS IN THE TRANSPORT ENVIRONMENT. Book Series: Communications in Computer and Information Science. Volume: 329, 2012, Pages: 414-422.