



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

LENGVOJO AUTOMOBILIO VARIKLINĖS ALYVOS ŠARMINGUMO IR PLIŪPSNIO TEMPERATŪROS KITIMAS EKSPLOATACIJOS LAIKOTARPIU

Ernestas Miklušis^{1,3}, Jonas Matijošius², Bronislovas Spruogis³

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹ernis888@gmail.com, ²jonas.matijosius@vgtu.lt, ³bronislovas.spruogis@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama lengvojo automobilio variklinės alyvos kokybės parametų priklausomybė nuo ridos, t. y. nuo šviežios alyvos įpylimo iki transporto priemonės gamintojo numatyto alyvos keitimo intervalo pabaigos. Tyrimų metu nustatyta, kad eksploatacijos metu naudojamoje variklinėje alyvoje žymiai pakito pliūpsnio temperatūra ir nedaug pasikeitė šarminis skaičius. Automobiliui pravažiavus 10000 km pliūpsnio temperatūra sumažėjo 35 %, o šarminis skaičius tik 16 %. Dėl tokio žymaus pliūpsnio temperatūros sumažėjimo alyva praranda plaunančiąsias, antikoroazines ir rūgščių neutralizavimo savybes, dėl ko gali sumažėti variklio eksploataavimo resursas.

Reikšminiai žodžiai: alyva, pliūpsnio temperatūra, šarmingumas, eksploatacija, kokybės rodikliai.

Įvadas

Lietuvoje šiuo metu yra apie 1,5 mln. lengvųjų automobilių, kurie pagaminti įvairiose pasaulio šalyse. Dėl variklyje judančių detalių ir siekiant užtikrinti aušinimą, varikliams būtina alyva, kuri atlieka šias bei daugelį kitų funkcijų. Transporto priemonių variklinėms alyvoms yra keliami skirtingi gamintojo reikalavimai, dėl to alyva turi atitikti variklio eksploatacijos sąlygas. Skirtingų gamintojų alyvos pasižymi skirtingomis savybėmis, dėl to skiriasi alyvų kokybės rodikliai ir tarnavimo laikas. Todėl darbo kokybės užtikrinimas ir ilgi alyvos keitimo intervalai yra aktualūs ne tik techniniu, bet ir ekonominiu požiūriu. Dėl sudėtingų procesų, vykstančių vidaus degimo varikliuose, alyvos darbo sąlygos yra gerokai apsunkinamos, ji gerokai įkaista, kontaktuoja su metalinėmis variklio detalėmis, bei neretai patenka deginiai ir degalai, kurie sumažina alyvos kokybės parametrus.

Vieni iš parametų, apsprendžiančių variklinių alyvų kokybės parametrus yra pliūpsnio temperatūra ir šarminumas.

Alyvos pliūpsnio temperatūra yra pati žemiausia temperatūra, kurioje kaitinamo naftos produkto garai su aplinkos oru sudaro tokį mišinį, kuris priartinus prie jo

atvirą ugnį pliūpteli (plyksteli) ir vėl užgęsta. Toliau alyva nedega, kadangi dar yra nepakankamas garų kiekis. Pasiiekus užsiliepsnojimo temperatūrą, alyva dega pastoviai (Baltėnas *et al* 1998).

Pliūpsnio temperatūra beveik visada yra nurodoma tipinių charakteristikų sąrašė. Ši temperatūra yra svarbi keliais požiūriais. Pirma, tai yra alyvos gaisringumo rodiklis ir todėl pageidaujama, kad ji būtų kuo aukštesnė. Pagal tai degūs skysčiai skirstomi į kategorijas, kuriomis remiantis turi būti imamas tam tikrų saugos priemonių jas gabenant ir laikant. Antra, ji rodo lakesnių frakcijų, kurios greičiau išgaruoja veikiančiame variklyje, buvimą alyvoje. Trečia, analizuojant eksploatuojamas alyvas, iš sumažėjusios pliūpsnio temperatūros lengvai galima nustatyti alyvos atsiskiedimą degalais (Baltėnas *et al* 1998).

Šviežios variklinės alyvos pliūpsnio temperatūros intervalas yra nuo 215° iki 230° C, priklausomai nuo alyvos gamintojo ir alyvoje esančių priedų kiekio ir kokybės (Jučas 2006).

Bendrasis šarmų skaičius TBN (Total Base Number) rodo bendrą alyvos šarmingumą, įskaitant plovimo priedus ir dispergentus, kurie pasižymi šarminėmis savybėmis. Tai kalio hidroksido (KOH) kiekis (mg), ekvivalentiškas visų

šarminių komponentų kiekiui, esančiam 1 g alyvos (mg KOH/g). Tačiau šarmingumas dar gali būti nusakomas pH vienetais, jeigu alyvos šarmingumas tiriamas pH matuokliu. Veikiant varikliui, priedai palengva suvartojami, tiek neutralizuojant rūgštis, susidariusias iš degalų deginių, tiek ir oksiduojantis alyvai. Todėl alyvos šarmų skaičius eksploatacijos metu palaipsniui mažėja, o plovimo savybės – blogėja. (Baltėnas *et al* 1998).

Kad gerai veiktų variklis, alyvoje visada turi būti tam tikras šarmų kiekis, tik tada ji ne tik gali plauti variklį, bet ir neutralizuoti susidariusias rūgštis bei slopinti korozijos procesus. Pagal TBN mažėjimą ir likutį eksploatuojamoje alyvoje sprendžiama apie likusį alyvos naudojimo resursą. Kai alyvos šarmingumas sumažėja iki kritinės ribos, kuri prilygsta maždaug 50% pradinio lygio, alyva toliau nebetinka vartoti ir turi būti pakeista. (Baltėnas *et al* 1998).

Lengvųjų automobilių variklinių alyvų kokybės parametrų kitimo tyrimai eksploatacijos laikotarpiu leidžia pamatyti, kaip kinta alyvos savybės ir ar galima prailginti alyvos keitimo intervalą nesukeliant variklio detalių trinties atsiradimo. Tokie tyrimai yra aktualūs ne tik techniniu bet ir ekonominiu požiūriu.

Tyrimų tikslas – ištirti lengvojo automobilio variklinės alyvos kokybės rodiklių (pliūpsnio temperatūros ir šarmingumo) kitimą nuo jos eksploatacijos pradžios iki transporto priemonės gamintojo nustatyto keitimo.

Literatūros šaltinių apžvalga

Straipsnyje (Gaurys 2005) pateikia traktorių hidraulinių sistemų alyvos kokybės parametrų kitimą eksploatacijos metu. Alyva hidraulinėje sistemoje yra užteršiama mechaniniais teršalais. Eksploatacijos eigoje alyvos klampa ir šarmingumas kinta nežymiai. Klampa daugiausia sumažėjo hidraulinėse sistemose, o šarmingumas daugiausia sumažėjo pavarų dėžės hidraulinėje sistemoje.

Straipsnyje (Owring *et al.* 2008) nagrinėjamos mineralinės ir sintetinės alyvos oksidacija. Variklinės alyvos senėjimas gali turėti įtakos variklio parametrų, pavyzdžiui nuosėdų, atsirandančių degimo metu, formavimuisi ant vidinių indelių sienelių bei kietųjų dalelių išmetimo kiekiui. Atlikus skaičiavimus paaiškėjo, kad prieš oksidacijos bandymą deguonies kiekis sintetinėje alyvoje buvo žymiai didesnis negu mineralinėje alyvoje, o po oksidacijos bandymo sintetinėje alyvoje liko šiek tiek mažesnis deguonies kiekis nei mineralinėje alyvoje. Matyti, kad mineralinė alyva variklyje senėja ir oksiduojasi dėl alifatinių formavimosi.

Straipsnyje (Cerny *et al.* 2000) nagrinėja variklinių alyvų SAE 15W40 klampumo klasę ir oksidaciją. Tepimo priemonių oksidacijos testas susideda iš trijų etapų, kurie yra labai svarbūs, nustatant alyvos senėjimą. Pirmasis etapas yra slopinimo periodas. Šiame etape alyvos savybės yra santykinai stabilios ir žemas oksidacijos laipsnis. Slopinimo trukmei įtakos turi temperatūra ir antioksidantų koncentracija. Šis etapas baigiasi kai pašalinami sintetiniai antioksidantai ir tuomet alyvos oksidacija sustiprėja. Antrojo oksidacijos etapo neįtakoją sintetiniai antioksidantai. Didžiausią poveikį oksidacijai sukelia natūralių oksidacijos inhibitorių koncentracija alyvos sudėtyje. Padidėjęs oksidacijos lygis pablogina alyvos savybes. Atlikus bandymus pastebėta, kad oksidacijos stabilumas turi įtakos alyvos kokybei jos keitimo intervalų metu. Testo rezultatai parodė, kad alyvą būtina keisti kaip tai numato transporto priemonės gamintojai, kurie yra 10–15 tūkst. km.

Straipsnyje (Vekteris *et al.* 2008) atliekami industriinės alyvos su skystaisiais kristalais tribologiniai tyrimai. Bandymu metu nustatyta, kad trijų tipų skystieji kristalai yra tirpūs mineralinėje alyvoje (2 % koncentracija alyvoje): valerijono rūgšties cholesterolio esteriai (Val), „Capron“ rūgšties cholesterolio esteriai (Cap) bei „Miristine“ rūgšties cholesterolio esteriai (Mir). Visi išbandyti skystųjų kristalų priedai teigiamai paveikė industrinės alyvos antifrikcines savybes, t.y. sumažino trintį. Naudojant skystuosius kristalus pramoninėje alyvoje buvo sumažintas plieninių trinties porų trinties koeficientas. Skystųjų kristalų tirpumas mineralinėje alyvoje priklauso nuo alyvos molekulinės masės.

Eksperimentų tyrimo metodika ir įranga

Bandymai atlikti Vilniaus Gedimino Technikos universitete, Transporto inžinerijos fakultete, Automobilių katedros, Automobilių eksploatavimo mokomojoje laboratorijoje.

Tyrimo objektas – lengvojo automobilio pusiau sintetinė 10W–40 variklinė alyva.

1 lentelė. Šviežios pusiau sintetinės variklinės alyvos 10W–40 kokybės rodikliai

Rodiklis	Vertė	Testo metodas
Pliūpsnio temperatūra, °C	230	DIN EN 2592
Šarminis skaičius, pH	6,38	DIN ISO 3771

Tyrimams buvo pasirinktas 1994 metų Toyota Celiaca lengvasis automobilis su 170 000 km rida. Bandymo pradžioje į variklį buvo įpilta šviežia alyva ir variklinės alyvos eksploatacinės savybės buvo nustatinėjamos eks-

perimentiniais tyrimais imant šviežios alyvos bandinį (prieš ją įpilant) ir jai išdirbus 2 500, 5 000, 7 500, 10 000 kilometrų.

Naudotos alyvos bandiniai buvo imami su specialia alyvos paėmimo pompa, ištraukiant šiltą alyvą (apie 70°–80° C) iš variklio pro alyvos lygio matavimo angą, su vamzdeliu nesiekiant variklio karterio. Bandiniai buvo surenkami į prie pompos tvirtinamus 80 ml talpos indelius, ant kurių buvo užrašoma alyvos išdirbis. Ištyrus bandinių alyvą, nustatyta jos pliūpsnio temperatūra ir šarmingumas.

Pliūpsnio temperatūra nustatyta pliūpsnio temperatūros matavimo prietaisu Normalab NCL 120 rankiniu pusiau automatinio atviro tigelio metodu. Tyrimas buvo atliekamas tokia seka: alyvos mėginys buvo įpilamas į specialią vonelę, kuri buvo dedama ant pliūpsnio matavimo prietaiso ir kaitinama elektrine krosnele, o į vonelę su alyvos mėginiu panardinamas termometras taip, kad neliestų vonelės kraštų. Kol alyva buvo kaitinama, tuo pat metu buvo uždegtas specialus degiklis, maitinamas dujomis. Pradėjus alyvai garuoti, degiklis su liepsna nuolatos, pusiau automatinio būdu priartinamas virš kaitinamos alyvos ir stebima prie kokios temperatūros alyvos garai pliūptels ir užges. Tas pats veiksmas kartojamas su visais mėginiais.

Antrasis, ne mažiau svarbus, alyvos kokybės parametras šarminis skaičius nustatytas pH matuokliu Five Go. Bandytas buvo atliekamas pagal šią metodiką: alyvos mėginys pakaitinamas vonelėje su vandeniu iki 21°C temperatūros ir tuomet panardinamas pH matuoklio specialus antgalis, kurį panardinus į alyvą, matuoklio ekrane pasirodo šarmingumo kiekis pH vienetais. Prieš kitą matavimą, prietaiso antgalis yra praplaunamas su

tirpalu ir palaukiama, kol jutiklis nugaruos ir išdžius. Vėliau kartojami visi, anksčiau minėti, veiksmai.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

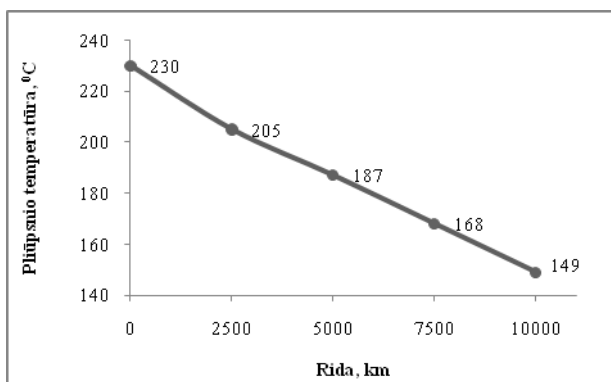
Vieni iš pagrindinių variklinių alyvų parametrų yra pliūpsnio temperatūra ir šarmingumas. Šviežios alyvos parametrai pateikti 1 lentelėje.

Iš 1 paveikslėlio matyti, kad alyvos pliūpsnio temperatūra eksploatacijos metu pradėjo nuosekliai mažėti nuo pat eksploatacijos pradžios. Tyrimų duomenys rodo, kad tolimesnis šios alyvos naudojimas yra negalimas, kadangi pliūpsnio temperatūra per staigiai kinta, dėl to tolimesnis jos eksploatavimas yra pavojingas gaisrinio atžvilgiu.

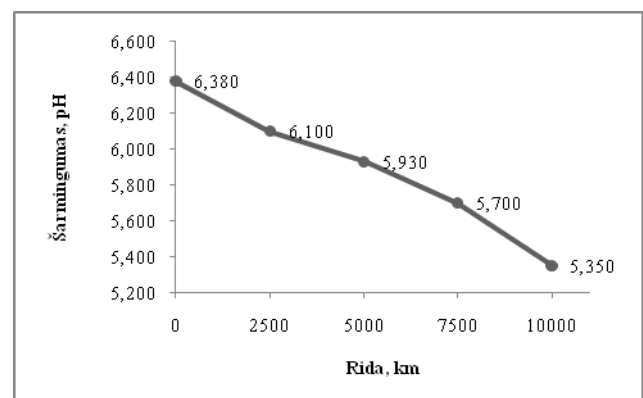
Tokį alyvos pliūpsnio temperatūros pastovų mažėjimą galima paaiškinti, kad į alyvą patenka degalų arba aušinimo skysčio, dėl to alyva yra praskiedžiama ir užtai sumažėja alyvos pliūpsnio temperatūra. Dalinai alyvos pliūpsnio temperatūra sumažėja dėl eksploatavimo, kadangi eksploatacijos metu alyvoje mažėja priedų kiekis – kinta alyvos cheminės, fizinės savybės.

Variklinės alyvos šarmingumo, kuris parodo plovimo, antikoroazines, rūgščių neutralizavimo savybes, kitimas eksploatacijos metu pavaizduotas 2 paveiksle.

Iš 2 paveikslėlio matyti, kad alyvos šarmingumas mažėjo nuosekliai per visą eksploatacijos laikotarpį. Toks šarmingumo mažėjimas paaiškinamas dėl alyvoje esančių priedų sueikvojimo. Dalis priedų jungiasi su alyvoje esančiomis rūgštimis bei oksidacijos produktais ir nusėda dervų pavidalu variklio ertmėse ir filtre.



1 pav. Alyvos pliūpsnio temperatūros kitimas eksploatacijos metu



2 pav. Alyvos šarmingumo kitimas eksploatacijos metu

Išvados

1) Eksploatacijos laikotarpiu žymiai sumažėjo alyvos pliūpsnio temperatūra. Parametro mažėjimas buvo pastovus visoje eksploatacijos eigoje. Po 10000 km ridos pliūpsnio temperatūra lyginant su šviežia alyva sumažėjo beveik 35%. Tai yra gana didelis sumažėjimas, dėl to galima daryti išvadas, kad alyva yra atskiedžiama degalais arba aušinimo skysčiu dėl to taip žymiai mažėja šis kokybės rodiklis. Pliūpsnio temperatūros mažėjimui įtakos turi ir alyvos priedų sumažėjimas. Todėl suprastėja alyvos variklio plovimo ir antikorozinės savybės. Alyvai esant tokios būklės, būtina atlikti automobilio variklio diagnostiką ir pašalinti rastus gedimus ir tik pašalinus juos, variklį užpildyti nauja alyva.

2) Variklinės alyvos šarmingumo tyrimas parodė, kad esant tokiems šarmingumo parametrams, alyva galėtų būti ir toliau eksploatuojama, kadangi šarmingumo sumažėjimas eksploatacijos laikotarpiu leistinas iki 50 % nuo

pradinės reikšmės. Tačiau šiuo atveju dėl degalų ar aušinimo skysčio patekimo į alyvą, būtina keisti alyvą ir tolimesnė eksploatacija nerekomenduojama, kadangi nebus užtikrinama visapusiška variklio apsauga.

Literatūra

- Baltėnas, R.; Sologubas, L.; Sologubas, R. 1998. Automobilių degalai ir tepalai. Vilnius: TEV. 415 p.
- Cerny, J.; Strnad, Z. 2000. Composition and oxidation stability of SAE 15W-40 engine oils. *Tribology International*.
- Gaurys, V. 2005. Changing of oil's quality parameters in the tractors hydraulic systems. *Research papers of IAg Eng LUA & LU of Ag*, vol 37: 135-143.
- Jučas, P. 2006. *Chemotologija*. Kaunas: Akademija. 132 p.
- Owring, F.; Mattsson, H.; Olsson, J.; Pedersen, J. 2004. Investigation of oxidation of a mineral and a synthetic engine oil. *Thermochimica Acta*, vol 413: 241-248 p.
- Vekteris, V.; Mokšins, V. 2008. Tribological research of industrial oil with liquid-crystal additives. *Materials Science*, vol. 44.