

variklį eksploatuojant maža apkrova (miesto sąlygomis). Tačiau eksploatuojant variklį didesne nei 50 % apkrova (nuo leidžiamosios, nurodytos gamintojo), padidėja bazinės degalų sąnaudos (g/kWh). Taip pat naudojant mažos klamos alyvas – mažesni mechaniniai nuostoliai eksploatuojant variklį visomis sąlygomis.

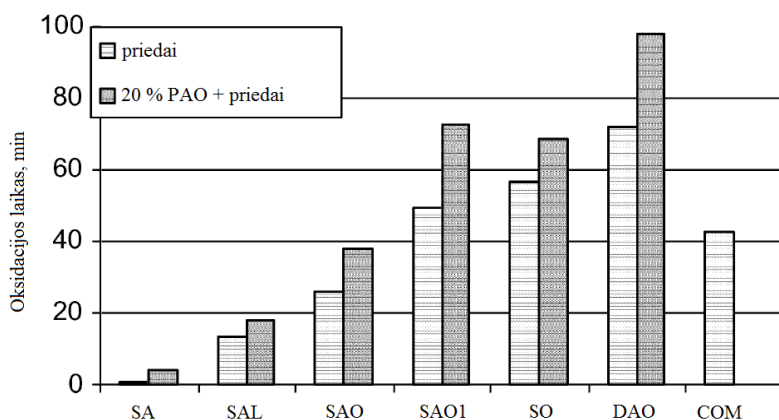
Chemijos inžinerijos departamento (JAV) mokslininkai teigia, kad augalinės kilmės alyvos yra perspektyva įprastoms iš naftos pagamintoms alyvoms. Šios alyvos yra daug geresni ekologiniai rodikliai ir neprastesni tepimo savybių parametrai įprastų alyvų (Erhan, Sharma, Perez 2006).

Gapinski, Jeseoph, Layzell (1994) pateikia išvadą: augalinės kilmės alyvos turi puikias temperatūros ir klamos savybes. Poliarinės esterų grupės, esančios alyvose, geba prisijungti prie metalų darbo metu ir užtikrinti tepimą. Tačiau būtina padidinti bioalyvų oksidacinį stabilumą.

Bet Wander et al. (2011) savo darbe teigia, jog tyrinėjant bioalyvų poveikį degalų sistemai ir varikliui nustatyta, kad naudojant bioalyvas, mažėja variklio resursas, nes degimo kameroje susidaro daugiau suodžių, prilimpa kompresiniai žiedai prie stūmoklio, tepimo žiedai užsikemša degimo produktais ir neatlieka tepimo funkcijos, taip pat suodžiai aplimpa aplink degalų purkštuvą, taip trikdomas jo darbas.

Bartz (1998) moksliniame darbe, kuriame analizavo alyvų gamybos ir panaudojimo poveikį aplinkai ir ekologijos problemas, teigia, kad alyvų pramonėje vyksta progresas, siekiant pailginti alyvų ilgaamžiškumą ir mažinti alyvų suirimo laiką. Gaminant alyvas, atitinkančias aukštesnius ekologinius reikalavimus, siekiant ekologinės naudos, alternatyva yra matoma, gaminant alyvas iš sintetinių esterų ir augalų bei jų sėklų (pvz.: palmių, sojų, rapsų). Siekiant padidinti ekologinį saugumą, privaloma diegti inovacijas naftos perdirbimo procese, kurios gerintų technologinį lygį.

Bandomosios bioalyvos terminio oksidavimosi stabilumo ir ribinio tekumo savybės pagerintos, įmaišant nano vario oksidą (CuO), kaip priedą, kuris taip pat gerina tepimo savybes (Arumugam, Sriram, Ellappam 2014).



1 pav. Oksidacijos laiko priklausomybė, naudojant skirtingus tiriamuosius skysčius

Šaltinis: Erhan, Sharma, Perez

Erhan, Sharma, Perez (2006) nustatė, kad geriausias oksidacijos savybes (ilgiausią trukmę) parodė dygmių aliejus su oleinu (DAO), įmaišius priedų cinko diamyl ditiokarbamato (ZDDK), stibio dialkilditiokarbamato (SDDK) ir 20 % apolialpaolefino (PAO). Iš 1 pav. matyti, jog įmaišant POA, kaip sudedamąją dalį ir priedus, ilgėja visų tiriamų alyvų oksidacijos laikas.

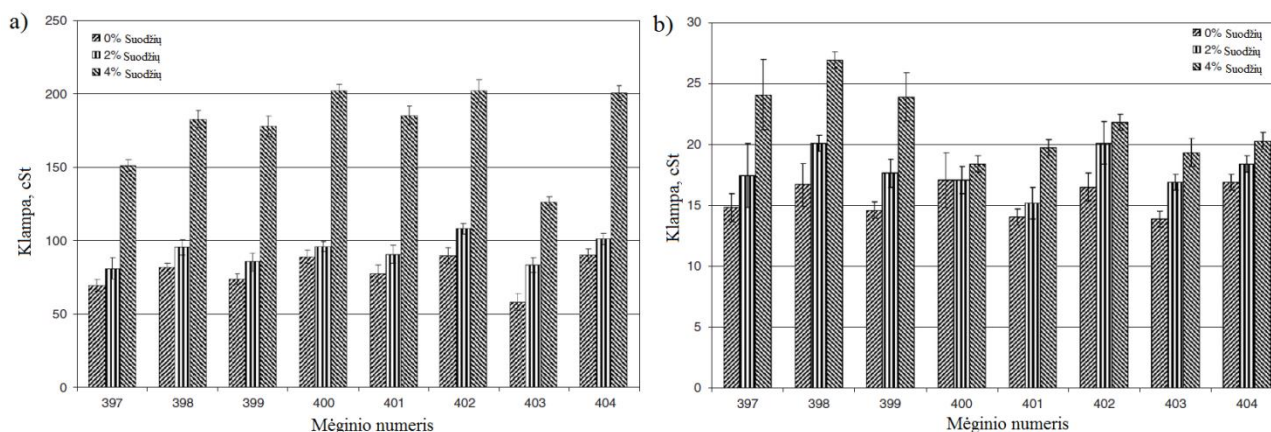
2. Kietųjų dalelių įtaka alyvos kokybei

Viena iš aktualiausių tepimo problemų – tai susidarę suodžiai alyvoje degimo metu. Suodžių įtaką alyvos savybėms nagrinėjo mokslininkai Vakarų Virdžinijos universitete. Jie tyrė, kaip suodžiai, patekę į dyzelinio variklio alyvos talpą, veikia alyvos klamos savybes ir kokią įtaką daro variklio detalių nusidėvėjimui (George et al. 2006).

Autoriai teigia, kad sunkiajame transporte naudojamuose dyzeliniuose varikliuose dėl patekusių suodžių – alyva tirštėja. Ankstesniais tyrimais įrodyta, kad varikliai, kurie išskiria labai mažą kiekį kietųjų dalelių, kaupia didelį kiekį suodžių alyvoje. Suodžiai alyvoje daro įtaką variklio dėvėjimuisi.

Atlikus bandymą pastebima, jog alyvų klampa didėja nuo suodžių koncentracijos alyvoje, esant 40 °C temperatūrai ir 90 °C temperatūrai. Tiriant klampą esant 40 °C, esant 0 %, 2 % ir 4 % suodžių koncentrijai, klamos priklausomybė nuo suodžių koncentracijos yra nelinejinė (2 pav. a), esant 90 °C temperatūrai, priklausomybė tampa beveik visais atvejais linijinė (2 pav. b).

Kita svarbi problema – kietųjų dalelių emisijos priklausomybė nuo alyvos. Kinijos mokslininkai Dong, Shu, Liang (2012) atliko bandymą, siekdami nustatyti kietųjų dalelių pasiskirstymą, naudojant skirtingas alyvas dyzeliniame variklyje.



2 pav. a) Klamos priklausomybė nuo suodžių koncentracijos, esant 40 °C, b) Klamos priklausomybė nuo suodžių koncentracijos, esant 90 °C

Šaltinis: George *et al.* 2006

Fizinės ir cheminės alyvos savybės daro įtaką kietųjų dalelių susidarymui ir jų kiekiui dyzelinio variklio emisijoje. Pagrindinis dalelių susidarymui įtakos turintis faktorius yra alyvos sąnaudos darbo metu. Sudegant alyvai degimo kameroje susidaro kietosios dalelės (Dong, Shu, Liang 2012).

Tiriant kietųjų dalelių dydžio pasiskirstymą, esant skirtingoms apkrovoms ir sūkiams, naudojant API CI specifikaciją atitinkančią alyvą, kietosios dalelės visais atvejais susidarė mažesnės, nei naudojant API CF specifikaciją atitinkančią alyvą.

3. Alyvų priedų įtaka variklinės alyvos kokybiniams rodikliams

Alyvų priedai – vienas iš efektyviausių būdų gerinti alyvos savybes. Šiam tikslui Rio De Žaneiro federalinio universiteto darbuotojai atliko tyrimą siekdami nustatyti alyvos klamos ir alyvos klamos priedų įtaką degalų sąnaudoms dyzeliniame variklyje (Souza *et al.* 2010).

Naudojant nanopriedų turinčias alyvas pagerėjo variklyje esančių detalių darbo paviršiai, padidėjo variklio efektyvumas, sumažėjo degalų sąnaudos (Dorany, Nezhaad 2009).

Nanopriedų įmaišymas į bazines alyvas yra sudėtingas procesas (Vasheghani *et al.* 2011). Taikant netinkamą technologiją, alyvų savybės nepagerėja arba pagerėja labai nedaug.

Taikydami elementų kompozicijos ir skiriamosios analizės metodus Korėjos mokslininkai Kim *et al.* (2013) sudarė statistinę metodiką ir bandė identifikuoti naudotą alyvą, automobilį ir naudojamą variklį. Identifikuota pagal alyvoje esančius priedus (Ca, Zn, P) bei variklyje esančių detalių dilimo produktus (Ag, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mo, Na, Ni, Pb, Sn). Pagal sudarytą bandymu metų gautą statistinę metodiką spėjimai pasitvirtino: 82,9 % nustatant variklio tipą, 92,1 % nustatant naudotą alyvą ir automobilio tipą.

4. Alyvos rodiklių įtaka variklio darbo resursui

Nagrinęjant variklio dėvėjimosi problemą, Oukridžo mokslininkai Truhan, Qu, Blau (2005) atliko išskirtinį bandymą, siekdami nustatyti ir įvertinti sunkiajame transporte naudojamų dyzelinių variklių stūmoklio žiedų ir cilindro trintį ir nusidėvėjimą. Imituojant tepimą ir stūmoklio žiedų darbą specialiu stendu.

Buvo lyginami naujų detalių ir detalių po bandymo svoriai (4 pav.). Matyti, jog detalės daugiausia nusidėvėjo naudojant *JET A* aviacinius degalus, mažiausiai naudojant naudotą alyvą 15W – 40, kaip ir autoriai tikėjosi, nes anksčiau atliktuose bandymuose naudota alyva parodė mažiausią trinties koeficientą.

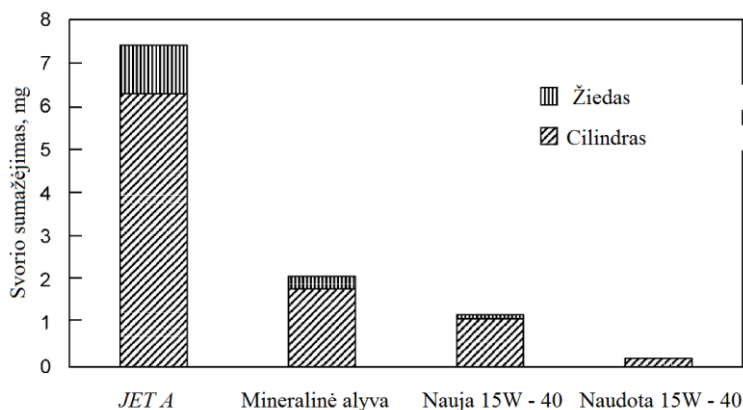
Cilindras nusidėvėjo daug daugiau nei žiedas, daroma prielaida, taip yra dėl mažesnio kontakto paviršiaus ir skirtingų detalių kietumo (cilindro įanglintas plienas minkštesnis už žiedą, padengtą chromu).

Įprastą alyvą ir alyvą, sumaišytą su palmių aliejaus trimetilolpropano esteriu (TMP), tyrė Zulkifli *et al.* (2013).

Iš atliktų tyrimų matyti, kad:

- Į įprastą mineralinę alyvą įmaišius TMP, sumažėja dilimo dydis ir trinties koeficientas.
- Esant TMP koncentracijai alyvoje 3 % – nustatomas mažiausias dilimo dydis (0,28 mm).

- Esant TMP koncentracijai alyvoje 7 % – nustatomas mažiausias trinties koeficientas (0,52) ir paviršiaus šiurkštumas – 0,031 μ m.
- Naudojant TMP be alyvos (100 % koncentracija), dilimo dydis ir trinties koeficientas gerokai padidėja.
- Norint naudoti TMP priedą variklinėje alyvoje, reikia nustatyti ir įvertinti oksidacines, termines ir klamos savybes.



3 pav. Žiedo ir cilindro svorio sumažėjimas naudojant skirtingas alyvas

Šaltinis: *Truhan, Qu, Blau 2005*

Ankstesnės atliktos mokslinės analizės, nagrinėjant klasikinę literatūrą ir praktinių bandymų rezultatus, rodo, jog literatūroje nurodomas etaloninės alyvos absorbcinės plėvelės storis 2,5 μ m. Atliekant tyrimus, nustatyta, kad dabartinis plėvelės storis svyruoja 0,5 μ – 1,0 μ intervale. Toks progresas atsirado dėl gerėjančios detalių paviršiaus apdirbimo technologijos ir progresuojančio alyvų kokybės rodiklių gerinimo (Priest, Taylor 1998).

Analizuojant vidaus degimo variklių mazgų darbą ir jų būklės kitimą, mokslininkai Ruddy, Dowson, Economou (1992) pateikia išvadą, kad stūmoklių žiedai yra labiausiai komplikotos variklio detalės. Žiedą veikia kintamosios apkrovos, temperatūros ir greičiai. Žiedui kontaktuojant su cilindru, įvairiais ciklo etapais vyksta ribinė, mišri ir tepamoji trintis. Dažniausiai mažiausias plėvelės storis susidaro, stūmokliui esant viršutiniame rimties taške.

Booker (1998), nagrinėdamas vidaus degimo variklyje esančius slydimo guolius, pastebi, kad tinkamai tepami slydimo guolių įdėklai išdirba gamintojo numatytą įdirbį. Autorius teigia, kad padidėjęs įdėklų dilimas gali atsirasti dėl nežymios, sunkiai pastebimos ir nustatomos alkūninio veleno deformacijos, taip pat ant tepimo sistemos sienelių prilipus suodžiams, prastėja alyvos prieinamumas iki tepimo vietų.

Išvados

1. Alyvos kokybei įtakos turi joje esantys biologinės kilmės pakaitalai. Juos naudojant alyvos tepimo savybės išlaikomos tokios pat, arba net pagerėja.
2. Reglamentuojami alyvų kokybės rodikliai remiantis API standartu pasiteisina, nes aukštesnės specifikacijos alyvos rodo mažesnę kietųjų dalelių susidarymą.
3. Degimo proceso metu susidarę suodžiai blogina alyvos kokybę, mažindami jos tepimo savybes ir tuo pačiu skatindami dilimo procesą.
4. Naudojami alyvose nanopriedai gerina alyvos kokybinius rodiklius: tepalo sluoksnio formavimasi ant detalės paviršiaus, tai leidžia varikliui efektyviau dirbti, tuo pat metu mažinant jo degalų sąnaudas.
5. Atliekant variklio bandymus su skirtingomis alyvomis išaiškėjo, kad mažiausias detalių nusidėvėjimas pagal svorį gaunamas naudojant naudotą alyvą. Palmių aliejaus įtaka variklinei alyvai taip pat pastebima: iki 7 % koncentracijos pasiekiamas trinties koeficiento mažėjimas, iki 3 % – dilimo dydžio mažėjimas.

Literatūra

1. Arumugam, S.; Sriram, G.; Ellappan, R. 2014. Bio–lubricant–biodiesel combination of rapeseed oil: An experimental investigation on engine oil tribology, performance, and emissions of variable compression engine, *Energy* 72: 618–627.
2. Bartz, W. J. 1998. Lubricants and the environment, *Tribology International* 31: 35–47.
3. Booker, J. F. 1998. Dynamically loaded journal bearings: mobility method of solution, *Trans ASME* 187: 537–546.

4. Dong, L.; Shu, G.; Liang, X. 2012. Effect of lubricating oil on the particle size distribution and total number concentration in a diesel engine, *Fuel Processing Technology* 109: 78–83.
5. Dorany, A.; Nezhaad, G. R. 2009. Investigation of the effect of multiwalled carbon nanotubes on the viscosity index of lube oil cuts, *Chemical Engineering Communications* 196 (9): 997–1007.
6. Erhan, S. Z.; Sharma, B. K.; Perez, J. M. 2006. Oxidation and low temperature stability of vegetable oil-based lubricants, *Industrial Crops and Products* 24: 292–299.
7. Gapinski, R. E.; Joseph, I. E.; Layzell, B. D. 1994. Avegetable oil based tractor lubricant, *SAE Tech Paper* 941785: 1–9.
8. George, S., *et al.* 2007. Effect of diesel soot on lubricant oil viscosity, *Tribology International* 40: 809–818.
9. Kim, Y., *et al.* 2013. Classification and individualization of used engine oils using elemental composition and discriminant analysis, *Forensic Science International* 230: 58–67.
10. Macian, V., *et al.* 2014. Assessment of the effect of low viscosity oils usage on a light duty diesel engine fuel consumption in stationary and transient conditions, *Tribology International* 79: 132–139.
11. Nagendramma, P.; Kaul, S. 2012. Development of ecofriendly/biodegradable lubricants, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 764–774.
12. Priest, M.; Taylor, C. M. 1998. Automobile engine tribology – approaching the surface, in *AUSTRIB '98 : Tribology at Work, Australia, 1998*. The Institution of Engineers, 353–363.
13. Rounds, F. G. 1977. Carbon: cause of diesel engine wear?, in *SAE paper*. 770829.
14. Rudy, B. L.; Dowson, D.; Economou, P. N. 1992. A review of studies of piston ring lubrication, in *Proceeding of 9th Leeds – Lyon Symposium on Tribology: Tribology of Reciprocating Engines, 1992*. Paper V (i), 109–121.
15. Souza, M. J., *et al.* 2010. Lubricant viscosity and viscosity improver additive effects on diesel fuel economy, *Tribology International* 43: 2298–2302.
16. Truhan, J. J.; Kodali, P. 2001. A comparison of rig and engine testing to measure in – cylinder wear in heavy duty diesel engines, in *Proceedings of the fourth International Filtration Conference, San Antonio, TX: Southwest Research Institute, 2001*, 76.
17. Truhan, J. J.; Qu, J.; Blau, P. J. 2005. A rig test to measure friction and wear of heavy duty diesel engine piston rings and cylinder liners using realistic lubricants, *Tribology International* 38: 211–218.
18. Wander, P. R., *et al.* 2011. Durability studies of monocylinder compression ignition engines operating with diesel, soy and castor oil methyl esters, *Energy* 36: 3917–3923.
19. Zulkifli, N. W. M., *et al.* 2013. Wear prevention characteristics of a palm oil – based TMP (trimethylolpropane) ester as an engine lubricant, *Energy* 54: 167–173.

INFLUENCE FACTORS ON ENGINE OIL QUALITY DURING THE VEHICLE OPERATION

Summary

Exploiting vehicles it is important to determine oils used basic characteristics which causing the vehicle longevity, need for routine maintenance and reliability. In this paper analyzed the engines oil quality changing parameters of the vehicle during operation. Very important to make analysis of oil quality based on ecological parameters, such as particle formation, soots formation and the possibility of partial or complete replacement of using oil biological substitutes. In engine oils are important components used, which improve its performance, therefore, this article examines the above influence of additives to the quality of engines oil. During exploitation occurs aggregates of friction processes, which may deteriorate the quality of the oil – it leads engines resource.

The oil quality is affected by the added biological substitutes. Using biological substitutes oil lubrication properties maintained the same, or even better. Regulated oil quality indicators based on the API standard is justified because of higher oil specifications indicate a particle formation. In process of combustion, generated soots worsen the quality of the oil, reducing its lubrication properties and at the same time encouraging the process of wear. In engine oils used nano additives improves oil quality indicators: the formation of a layer of grease on the surface of the part, it allows the engine to operate more efficiently, at the same time reducing its fuel consumption. The engine tests with different oils revealed that the smallest wear of details by weight obtained by using used oil.

Key words: engine oil, ecology, additives, soot, resource.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Gintaras Valeika.

Mokslo laipsnis ir vardas: magistrantas.

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros magistrantas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Alyvos, eksploatacija, kiti eksploataciniai skyščiai.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 671 82473, valeika.g@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Jonas Matijošius.

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas.

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Gintaras Valeika.

Science degree and name: master student.

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty Automobile Transport department master student.

Author's research interests: Oils, exploitation, exploitation materials.

Telephone and e-mail address: +370 671 82473, valeika.g@gmail.com

Author name, surname: Jonas Matijošius.

Science degree and name: doctor, associated professor.

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty Automobile Transport department associated professor.

Author's research interests: Transport ecology, alternative energetics.

Telephone and e-mail address: +370 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

AUTOMOBILIO PADANGŲ ĮTAKA STABDYMO EFEKTYVUMUI

Darius Astrauskas
Šiaulių valstybinė kolegija

Anotacija

Eismo saugumas jau seniai laikomas rimta tarptautinio masto problema. Kelių eismo saugumas priklauso nuo veiklos įvairiuose srityse: vairuotojų ir kitų eismo dalyvių švietimo, kelių kokybės ir automobilių techninės būklės. Vienas iš automobilio komponentų yra padangos. Šiame darbe yra išnagrinėtos sukibimo koeficiento charakteristikos ir atlikti eksperimentiniai tyrimai, siekiant nustatyti: eksploatuojamų padangų būklę ir tipą; padangų tipų įtaką stabdymo efektyvumui.

Reikšminiai žodžiai: padangos ir kelio sąveika, padangų tipai, stabdymo efektyvumas, lėtėjimo pagreitis, sukibimo koeficientas.

Įvadas

Didesnis kelių eismo saugumas priklauso nuo veiklos įvairiuose srityse: vairuotojų ir kitų eismo dalyvių švietimo, kelių kokybės ir automobilių techninės būklės. Vienas iš automobilio komponentų yra padanga. Per daugiau kaip šimtą metų nuo pirmosios pneumatinės padangos sukūrimo, visi jau suspėjo įvertinti šio atradimo privalumus. Tačiau, geriau įsigilinę į padangos raidą, galime pastebėti kad labai žymių išorinių konstrukcinių pokyčių neįvyko, pakito tik pati gamybos technologija ir naudojamų medžiagų savybės. Tačiau padangų eksploatacinės savybės pakito radikalai. Keičiasi ir transporto priemonės. Automobiliuose jau tapo įprasta stabdžių antiblokavimo sistema, traukos kontrolės sistema. Visi paminėti eksploatacijos sąlygų pokyčiai daro įtaką ir automobilio rato sąveikai su keliu, o tai skatina tobulinti teik automobilių padangas, tiek ir automobilių kelių eksploatacinius parametrus, nes didėja reikalavimai ryšio kelias – padanga parametrų stabilumui.

Padangos tai tik vienas iš daugelio veiksnių, įtakančių autoįvykių rizikos laipsnį. Ratas su padanga automobiliui turi lemiamą reikšmę, nes ji yra tampri atrama, suteikia automobiliui variklio traukos jėga ir stabdymo jėgą, suteikia automobiliui važiavimo kryptį, varžo automobilio slydimą. Važiuojant šlapiu keliu, nepakankamai gilus padangų protektoriaus rašto gylis žymiai sumažina automobilio padangų sukibimą su kelio paviršiumi. Todėl minimalus protektoriaus gylis nustatymo tikslas – užkirsti kelia autoįvykiams, įvykstantiems tokiais sąlygomis, kurios sumažina sukibimą su keliu. Protektoriaus rašto gylis turi būti tokio dydžio, kad būtų garantuotas pakankamas sukibimas su keliu, netgi pačių blogiausių sąlygų atveju. Nuo 1989 m. birželio 1d. ES patvirtintas reikalavimas, pagal kurį minimalus protektoriaus gylis turi būti 1,6 mm.

Padangos darbui didelės įtakos turi ir kelio parametrai. Kelio dangos paviršiaus struktūra lemia važiavimo patogumą, pasipriešinimą riedėjimui, stabdymo savybes, automobilio padangų keliamą triukšmą. Kelias – neatskiriama antroji sistemos (padanga – kelio paviršius) dalis, nuo kurios priklauso visos sistemos savybės, todėl turi būti nagrinėjamas kompleksiskai.

Labai svarbu, kad automobiliai būtų eksploatuojami su padangomis, kurių sukibimo su kelio danga savybės atitiktų oro sąlygas, t.y. vasarą būtų naudojamos vasarinės padangos, o žiemą – žieminės. Todėl savo darbe atlikau tyrimus, įvertinančius skirtingų tipų padangų sukibimo su kelio paviršiumi savybes.

Straipsnio temos aktualumui atskleisti iškeliamas pagrindinis **tikslas** – ištirti automobilio padangų tipų įtaką stabdymo efektyvumui vasaros metu. Tikslui įgyvendinti formuluojami pagrindiniai **uždaviniai**:

1. Nustatyti kokiomis padangomis eksploatuojami automobiliai vasaros metu;
2. Nustatyti automobilio stabdymo efektyvumą su skirtingo tipo padangomis.

1. Tyrimų metodika

Lėtėjimas stabdant, taip pat, kaip ir greitėjimas įsibėgėjant, lemia automobilio valdomumą. Svarbu užtikrinti kuo trumpesnę stabdymo kelią (didesnę lėtėjimą), kad automobilis neprarastų pusiausvyros ir būtų vairuojamas. Stabdymo kelias labiausiai priklauso nuo stabdžių konstrukcijos bei padangų sukibimo su kelio paviršiumi.

Lietuvoje įvedus privalomą žieminų padangų naudojimą nuo lapkričio 10 d. iki balandžio 1 d., kai kurie vairuotojai važinėja ir šiltuoju metų laiku automobiliais su žieminėmis padangomis. Yra žinoma, kad automobilis su žieminėmis padangomis šiltuoju metų laiku nėra taip efektyviai stabdomas kaip automobilis su vasarinėmis padangomis. Darbo uždavinys ištirti kiek automobilių važinėja žieminėmis padangomis šiltuoju metų laiku. Uždaviniui įgyvendinti buvo apžiūrimos automobilių padangos ir nustatomas jų tipas, išmatuojamas jų protektoriaus gylis. Padangų tikrinimas vyko 2014 m. liepos mėnesį. Sekantis darbo uždavinys realiomis eismo sąlygomis nustatyti automobilio lėtėjimo pagreičio reikšmes, tarp skirtingų

lengvojo automobilio padangų tipų bei skirtingos meteorologinės būklės kelio dangos. Stabdymo automobilio lėtėjimo pagreičio reikšmė ne tik nusako stabdymo efektyvumą, bet ir apibrėžia realias padangų sukibimo charakteristikas. Tyrimas buvo atliekamas, fiksuojant lengvojo automobilio lėtėjimo pagreitį stabdymo metu, specialiu firmos MBH Maschinenbau Haldenwang GmbH prietaisu „MAHA“ VZM 100 (decelerometru).

2. Padangų sukibimo su kelio paviršiumi teorinių aspektų analizė

Padanga – yra vienas iš automobilio elementų, nuo kurio priklauso eismo saugumas, degalų sąnaudos, komfortas keleiviams. Sukibimo koeficientas yra pagrindinis parametras, prognozuojant automobilio elgseną stabdymo ir kitų kritinių situacijų metu bei projektuojant aktyvaus saugumo sistemas. Kelio dangos ir padangų kontakto savybės nulemia ir vairuotojo elgseną kritinėje situacijoje bei jos pasekmes [2].

Išilginis sukibimas – tai automobilio padangos savybė perduoti išilginę traukos arba stabdymo jėgą kontakto dėmės plote riedėjimo paviešiui. Kai riedėjimo metu varančiojo rato padanga perduoda išilginę jėgą sąlyčio paviršiui, tarp padangos ir kelio kontakto atsiranda persislinkimas, t.y. kinematiniai nuotoliai. Varančiojo rato išorinės dalies linijinis greitis lietimosi taške su keliu traukos metu yra didesnis, nei pačio automobilio svorio centro greitis. Šis reiškinys vadinamas santykinu praslydimu ir žymimas s . Praslydimas išilgine kryptimi s_L (%) apskaičiuojamas [5]:

$$s_L = [(V_R - V_o) / V_o] \cdot 100 \% ; \quad (1)$$

čia: V_R – varančiojo rato išorinės dalies greitis, m/s; V_o – automobilio greitis, m/s.

arba:

$$s_L = [(S_R / S_o) - 1] \cdot 100 \% ; \quad (2)$$

čia: S_R – rato periferijos persislinkimas, m; S_o – nuvažiuotas atstumas, m.

Kuo padanga veikia į kelio paviršių didesnę jėgą, arba kuo mažesnis kelio paviršiaus slydimo trinties koeficientas, tuo didesnis yra praslydimas. Nors padanga santykinai praslysta, tačiau tarp jos ir kelio paviršiaus egzistuoja trintis, kuri apibūdinama sukibimo koeficientu μ_k :

$$\mu_k = F_L / F_R ; \quad (3)$$

čia: F_L – išilginė jėga, F_R – normalinė apkrova.

Sukibimo koeficientas apibūdinamas kaip kelio paviršių veikiančios rato traukos išilginės jėgos ir ratą slegiančios normalinės apkrovos santykis.

Nagrinėjant mokslinius straipsnius [1, 3, 4, 6, 9, 10, 12] pastebėta, kad tyrimų metu nustatinėjant vidines trinties jėgas stenduose, bandant kelyje tenka priiminti daugybę prielaidų ir supaprastinimų, tiesiogiai veikiančių galutinio rezultato patikimumą. Labai dažnai nėra kreipiamas dėmesys ir į padangų sąveikos trukmę, nors esant pakankamai ilgiems ir dažniems bandymo intervalams keičiasi temperatūriniai ir deformaciniai procesai. Eksperimento metu pakinta padangos gumos charakteristikos. Laboratorinėse sąlygose sukibimas nustatomas stenduose, tiriamajai padangai riedant būgno paviršiumi, kurio diametras vos keliskart didesnis už padangos. Tokiose sąlygose padangos ir atramos kontaktas neatitinka realių sąlygų. Laboratoriniai bandymai stenduose ar dirbtinėse kelio sąlygose dažnai duoda iškreiptus rezultatus. Bandymai, atliekami realiomis kelio sąlygomis, teikia patikimesnius rezultatus.

Padangos sukibimas su kelio paviršiumi yra vienas pagrindinių jos efektyvumo rodiklių, įtakančių eismo saugumą. Tobulinant padangų konstrukcijas, medžiagas, leidžiančias pagerinti pagrindinius padangos sukibimo su kelio paviršiumi rodiklius (sukibimo ir slydimo trinties koeficientus), sukurti nauji protektoriaus raštai, specialieji protektoriaus gumos mišiniai. Kurie žymiai pagerina padangos sukibimą su šlapiu bei slidžiu kelio paviršiumi, padangos elastingumą esant žemoms aplinkos temperatūroms (-8 °C ir žemiau) [8]. Automobilių konstrukcijos tobulinimas (antiblokavimo bei traukos kontrolės sistemos, aktyvios ir pusiau aktyvios pakabų sistemos ir kt.) daro įtaką automobilio rato sąveikai su keliu. Nemažesnę įtaką negu padanga, į ryšio kelias – padangą parametru optimalumą ir stabilumą, turi kelio danga (medžiagos, tekstūra, techninė būklė, meteorologinės sąlygos – vanduo, sniegas, ledas).

Vienas pagrindinių padangos sukibimo su kelio paviršiumi rodiklių laikomas protektoriaus praslydimas. Nuo išilginio praslydimo priklauso sukibimo koeficiento reikšmės. Ši priklausomybė pavaizduota paveiksle (1 pav.), esant įvairioms kelio dangos meteorologinėms sąlygoms [11].

Iš grafiko matyti, kad sausame kelyje, esant ratų praslydimui apie 14 %, sukibimas yra didžiausias ir jo dydis siekia $\mu_k = 0,99$.

Šlapiame kelyje μ_k reikšmė sumažėja apie 20 %, o sniegu padengtame kelyje – apie 60 % ($\mu_k \approx 0,40$) ir ledu padengtame kelyje – apie 82 % ($\mu_k \approx 0,18$).

Didėjant padangos praslydimui, jos protektoriaus sukibimo su kelio paviršiumi efektyvumas mažėja. Praslydimui pasiekus kritinę ribą, tai yra 100 %, išilginė liečiamoji jėga, veikianti padangos kontakto su keliu plotelyje, pasidarys lygi trinties tarp protektoriaus ir kelio paviršiaus jėgai. Tai įvyksta stabdant