

Eksperimentinio tyrimo eiga ir metodika.

VGTU Automobilių transporto katedros Variklių bandymo laboratorijoje atlikti bandymai su 1,9 TDI IZ variklio bendrųjų standu. Dėl bandymo sąlygų vienodumo EGR (angl. *exhaust gas recirculation*) vožtuvas visą laiką laikomas uždarytas. Varikliui maitinti naudoti baziniai dyzeliniai degalai, atitinkantys LST EN 590 standartą, bei įvairių proporcijų biodyzelino, nitrometano ir ricinos aliejaus mišiniai.

Bandomasis variklis yra sujungtas su apkrovos standu – kardaniniu velenu. Apkrovos standą sudaro elektros variklis, sujungtas su svarstykliniu dinamometru. Variklio apkrova keičiama reguliuojant srovės stiprį trifazio elektros variklio statoriuje vandeniniu reostatu. Dėl variklio dvejojimo veikimo su šiuo standu galima išmatuoti variklio mechaninius nuostolius.

Degalų suvartojimas matuojamas svoriniu metodu su svarstyklėmis SK-5000 bei chronometru.

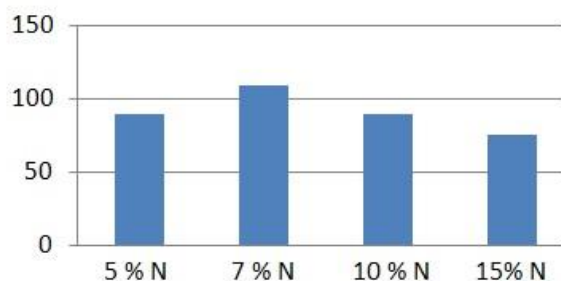
Deginių CO, CO₂, CH, NO_x koncentracijai deginiuose ir λ parametru matuoti naudojamas išmetamųjų dujų analizatorius AVL DiCom 4000.

Purškimo paskubos kampo matavimo prietaisas AVL DiCom 4000, kurio pjezo elektrinis jutiklis prijungtas prie variklio skirstomojo siurblio aukšto slėgio vamzdelio.

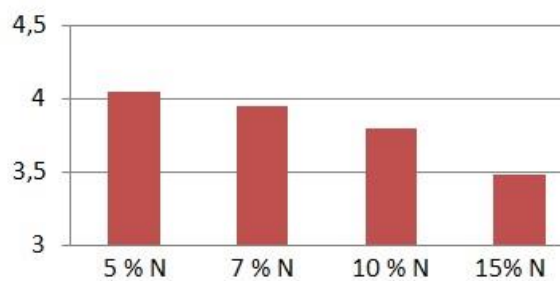
Bandymų metu variklis sukamas 2000 min⁻¹ dažniu jį apkraunant elektros varikliu – generatoriumi 30, 60, 90 Nm momentu bei reguluojant įpurškimo paskubos kampą diapazone 0° – 16° iki VRT (viršutinio rimties taško) kiekvienam bandymui atskirai. Fiksuojami ir analizuojami duomenys.

Tyrimas

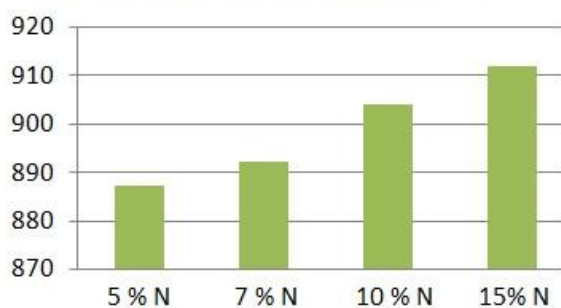
Atlikus chimatologinius tyrimus gauti šie rezultatai:



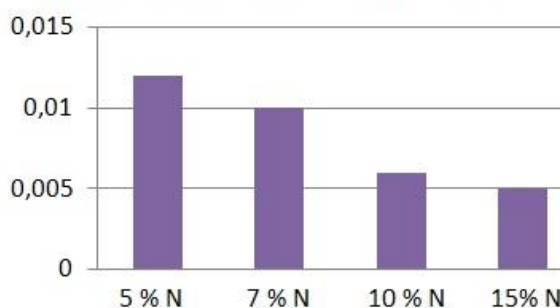
1 pav. Mišinių pliūpsnio temperatūra, °C



2 pav. Mišinių kinematinė klampa, mm²/s



3 pav. Mišinių tankis, kg/m³

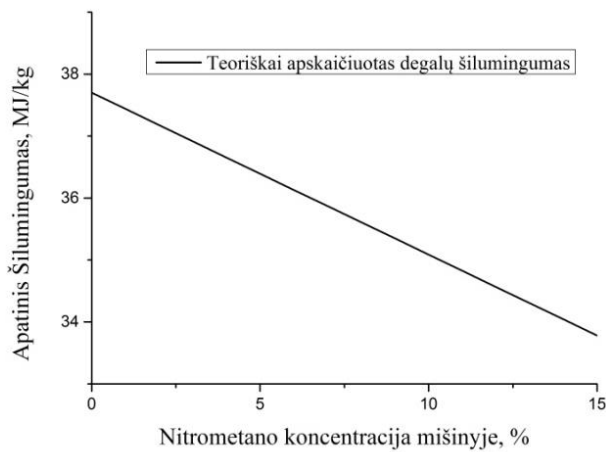


4 pav. Peleningumas, %

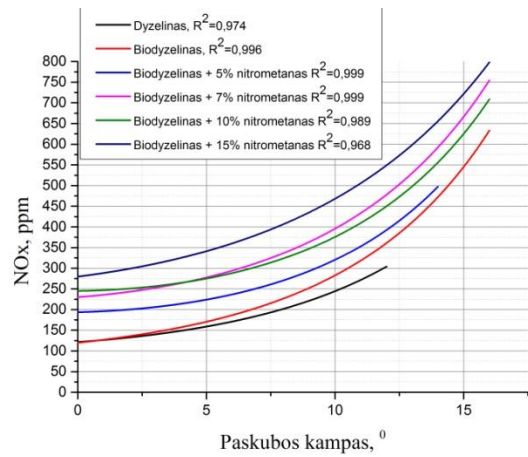
Gryno nitrometano pliūpsnio temperatūra 35 °C. Mišinyje su biodyzelinu ir ricina iki tam tikros ribos (7 % tūrio) pliūpsnio temperatūra auga, vėliau pradeda kristi. Kinematinės klamos rodiklis didinant nitrometano koncentraciją mišinyje mažėja, degalai skystėja. CH₃NO₂ tankis 20 °C temperatūroje – 1140 kg/m³, biodyzelino 15 °C temperatūroje – 875–900 kg/m³, ricinos aliejaus 25 °C – 956,1 kg/m³.

Peleningumas – tai rodiklis nedegusių medžiagų kiekiui degaluose įvertinti. Pelenais yra vadinama tai, kas lieka sudeginus medžiagą. Prie tokių priemaišų priklauso silicio, geležies, aliuminio ir kitokių metalų oksidai bei įvairios neorganinės druskos. Degalų, kuriuose nėra priedų, peleningumas nustatomas juos sudeginant. Po to apskaičiuojamas pelenų kiekis. Jei pelenų kiekis neviršija 0,002 %, laikoma, kad jų nėra. Šiuo atveju, didinant nitrometano kiekį biodyzeline, jo peleningumas mažėja

Eksperimentinių tyrimų rezultatai.



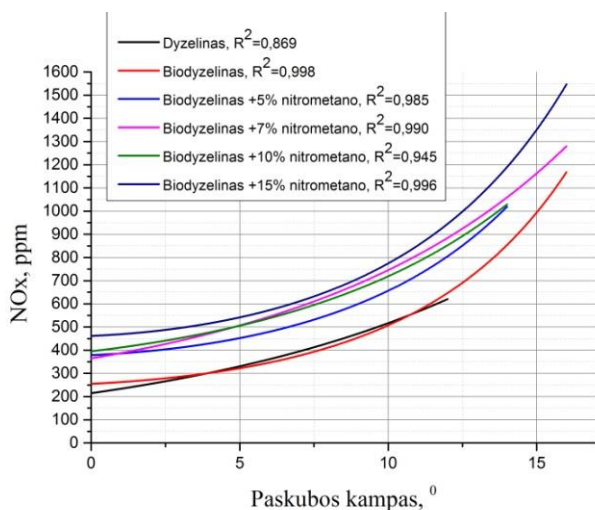
5 pav. Mišinio šilumingumas priklausomai nuo oksigenatų koncentracijos



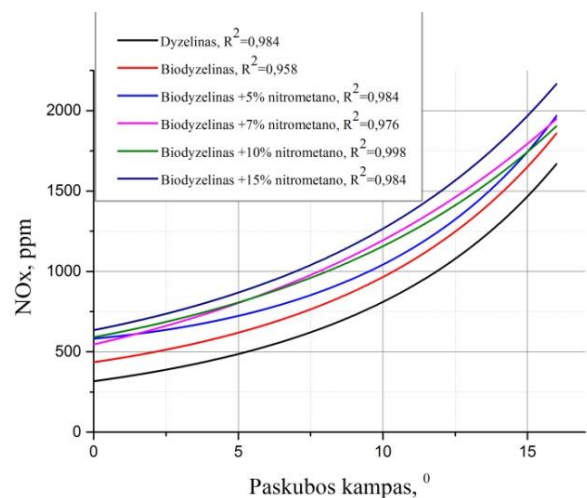
6 pav. NO_x emisijos esant 30 Nm apkrovai

Kaip matome iš 5 pav. pateikto grafiko didėjant nitrometano koncentracijai mažėja šilumingumas. Palyginus su grynu biodyzelinu 5 % oksigenatų mišinio žemutinis šilumingumas 3,5 % mažesnis, 15% – 10,5 %. Šį faktą lemia tai, kad pats nitrometanas pasižymi mažu apatiniu šilumingumu, kuris yra 11,3 MJ/kg.

Mažiausi azoto oksidų išmetimai matomi dyzelinių degalų deginiuose. NO_x emisijų kreivės lyginant dyzeliną su biodyzelino ir 15 % nitrometano mišiniu auga nuo 70 % ties 12^o paskuba iki 100 % ties 0^o. Gryno biodyzelino emisijos ankstinant įpurškimo kampą auga iki 20 % ties 12^o paskuba. Ties 8^o paskuba skirtumas sudaro apie 4 %. 7 % ir 10 % nitrometano mišinių NO_x emisijos pasiskirsčiusios beveik vienodai visoje paskubos reguliavimo amplitudėje. Išmetimai vidutiniškai pusantro karto didesni negu biodyzelino.



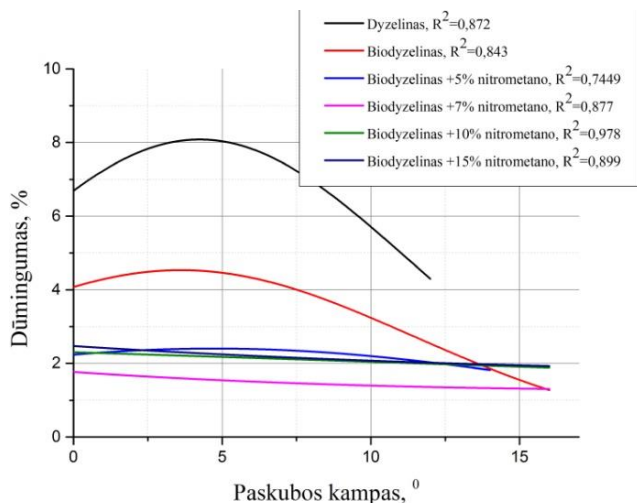
7 pav. NO_x emisijos esant 60 Nm apkrovai



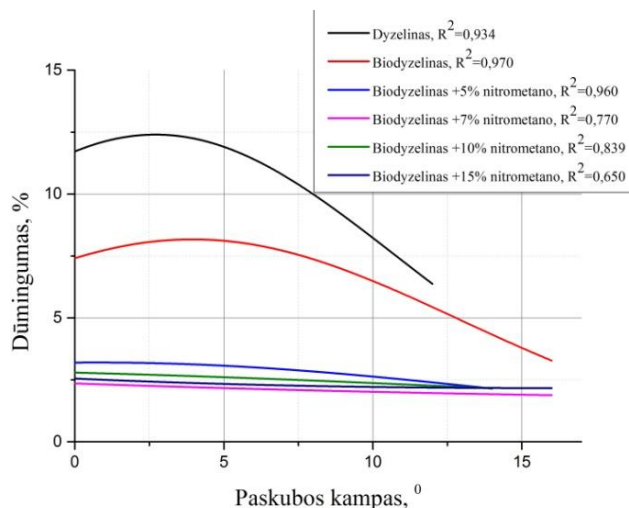
8 pav. NO_x emisijos esant 90 Nm apkrovai

Esant vidutinėms apkrovoms (7 pav.) NO_x emisijos biodyzelinui ir dyzelinui tampa beveik vienodos. Ankstinant įpurškimą pastebimas nežymus biodyzelino emisijų sumažėjimas lyginant su dyzelinu. Nitrometano mišinių emisijos esant 5 % nitrometano kinta 50 % ties 0^o paskuba iki 25 % ties 12^o paskuba. 15 % mišiniams šis skirtumas išauga iki 90 % ties 0^o paskuba ir 50 % ties 12^o paskuba lyginant su dyzelinu.

Variklį apkrovus 90 Nm apkrova (8 pav.) biodyzelino NO_x kinta nuo 40 % – 0^o iki 15 % – 16^o lyginant su dyzelinu. 5 % nitrometano degalų mišinio skirtumas lyginant su biodyzelinu ties 8^o paskuba siekia tik 15 %. 7 % ir 10 % nitrometano degalų mišinio emisijos pasiskirsto beveik vienodai, maždaug ties 6^o paskuba 7 % koncentracijos mišinio NO_x viršija didesnės koncentracijos nitrometano mišinį. 15 % koncentracijos biodyzelino ir nitrometano mišinys viršija biodyzelino azoto oksidų emisiją nuo 13 % esant 16 laipsnių paskubos iki 50 % esant 0 laipsnių paskubos.



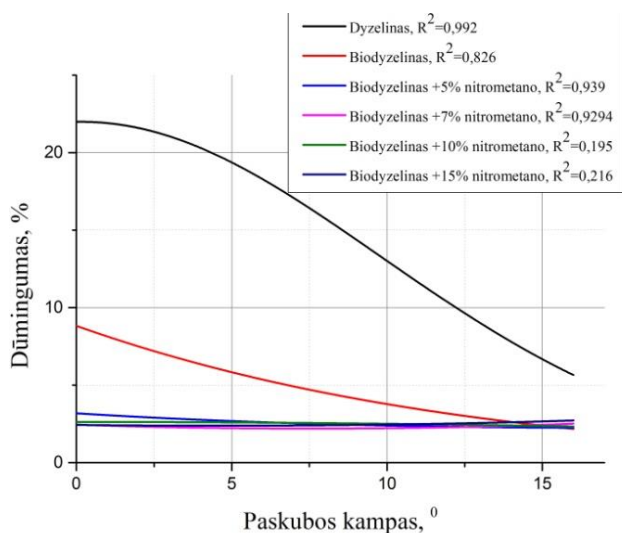
9 pav. Dūmingumas esant 30 Nm apkrovai



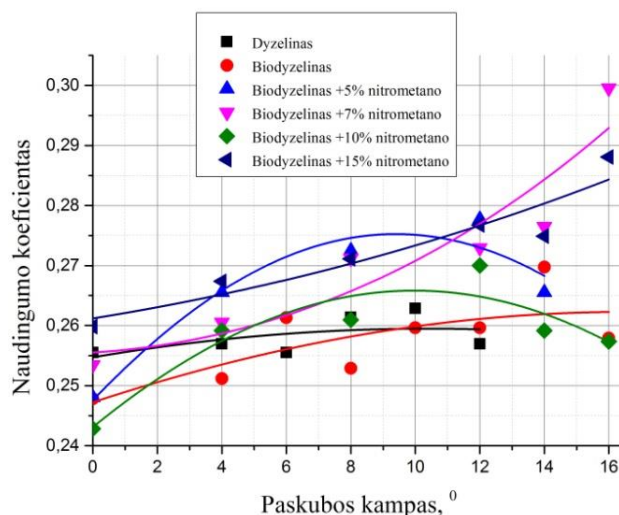
10 pav. Dūmingumas esant 60 Nm apkrovai

Dūmingumas, esant 30 Nm apkrovai ir 2000 min⁻¹ variklio apsisukimų dažniui, veikiant dyzeliniais degalais, siekia 6,7% esant 0⁰ įpurškimo paskubai. Didinant įpurškimo paskubą iki 4⁰, dūmingumas didėja ir siekia beveik 8%. Toliau ankstinant įpurškimą, pastebimas palaiptinis suodžių išmetimo mažėjimas. Panašios tendencijos pastebimos varikliui dirbant grynu biodyzelinu, tačiau pikinis dūmingumas, esant 4⁰ paskubai, 44 % mažesnis nei dirbant grynu dyzelinu. Toliau didinant įpurškimo paskubą, biodyzelino dūmingumas susilygina su nitrometano mišinių dūmingumu. Nitrometano mišiniams dūmingumo tendencijos nesikartoja, labiausiai išsiskiria 7 % nitrometano ir biodyzelino mišinys, kurio dūmingumas ties 0⁰ – 1,8 % , 16⁰ – 1,3 %. Palyginus su dyzelinu dūmingumo sumažėjimas iki 80 %, lyginant su grynu biodyzelinu iki 66 %.

Padidinus variklio apkrovą iki 60 Nm ir išlaikant tokias pačias apsuksas, pastebimos (dirbant dyzelinu ir biodyzelinu) tokios pačios išmetimų kitimo tendencijos kaip ir apkraunant variklį 30 Nm apkrova. Tačiau matomas žymus padidėjimas dyzelinui iki 40 %, biodyzelinui iki 44 %. Biodyzelino dūmingumas lyginant su dyzelinu 40 % mažesnis. Nitrometano mišinių dūmingumas visame paskubos reguliavimo diapazone išlieka beveik vienodas (paklaidų ribose) ir siekia vidutiniškai 2 %. Lyginant su dyzelinu, dūmingumas sumažėja 85 %, lyginant su biodyzelinu – 75 %.



11 pav. Dūmingumas esant 90 Nm apkrovai



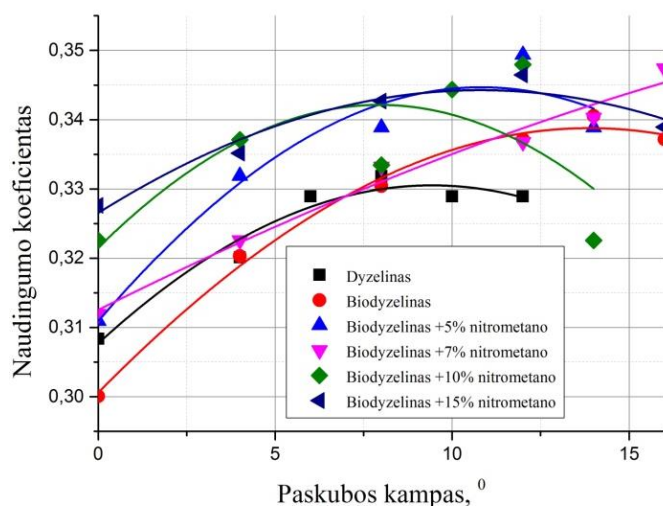
12 pav. Variklio naudingumas esant 30 Nm apkrovai

Dyzelino dūmingumas esant 90Nm (11pav.) apkrovai beveik tiesiškai kinta nuo 22 % esant 0⁰ paskubai iki 6 % esant 16⁰ paskubai. Biodyzelino atveju kietųjų dalelių išmetimas nuo 9 % esant 0⁰ paskubai iki 2 % esant 16⁰ paskubai. Maitinant variklį biodyzelino ir nitrometano mišiniais mažiausi kietųjų dalelių išmetimai matomi esant 7% koncentracijai ir siekia apie 2,3% nepriklausomai nuo paskubos kampo.

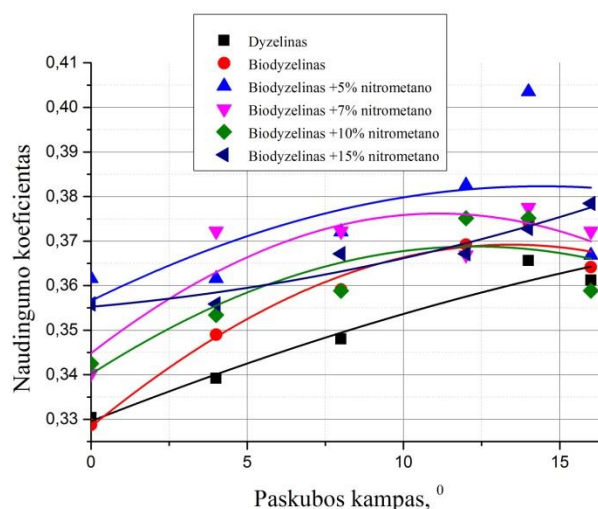
Dyzeliniais degalais varomame variklyje naudingumo koeficientas (12 pav.) išlieka beveik vienodas visame paskubos reguliavimo diapazone, vidutiniškai siekia 0,26, naudingumo pikas prie 10^0 paskubos. Mažų apkrovų režime grynu biodyzelinu maitinamas variklis naudingiausiai dirba ties 14^0 paskuba. Bendras naudingumo koeficiento išsibarstymas biodyzelinui beveik lygus dyzelinui. Su nitrometano mišiniais didžiausias naudingumas pasiekiamas 7 ir 15 % koncentracijos mišiniuose ankstinant ipurškimą iki 16^0 .

Didžiausi nitrometano mišinių naudingumo koeficientai prie 30 Nm apkrovos:

- 5% nitrometano mišiniui ties 12^0 paskuba – 0,277 naudingumas;
- 7% nitrometano mišiniui ties 16^0 paskuba – 0,299 naudingumas;
- 10% nitrometano mišiniui ties 12^0 paskuba – 0,273 naudingumas;
- 15% nitrometano mišiniui ties 16^0 paskuba – 0,288 naudingumas.



13 pav. Efektyvusis variklio naudingumas esant 60 Nm apkrovai



14 pav. Variklio naudingumas esant 90 Nm apkrovai

Vidutinių apkrovų sąlygom (13 pav.) veiksmingiausiai variklis dirba, varomas biodyzelinu su 5 % nitrometano degalais, ties 12^0 paskuba. Dyzelinis degalų atveju ties 8^0 paskuba. Naudingumo koeficiento skirtumas lyginant 5 % nitrometano mišinį su dyzelinu 5,3 %. 7 % nitrometano mišinio naudingumo koeficientas vidutiniame paskubos reguliavimo ruože sutampa su dyzelino ir biodyzelino naudingumu. Didžiausias efektyvumas pasiekiamas su 7 % mišiniu prie 16^0 paskubos.

Didžiausi nitrometano mišinių naudingumo koeficientai esant 60 Nm apkrovos:

- 5% nitrometano mišiniui ties 12^0 paskuba – 0,349 naudingumas;
- 7% nitrometano mišiniui ties 16^0 paskuba – 0,347 naudingumas;
- 10% nitrometano mišiniui ties 12^0 paskuba – 0,348 naudingumas;
- 15% nitrometano mišiniui ties 12^0 paskuba – 0,346 naudingumas.

Maksimalių apkrovų režimu (14 pav.) veikiančiame variklyje matomas didžiausias naudingumo veiksmo koeficiento išaugimas. Dyzeliniais degalais maitinamas variklis didžiausią naudingumą išvysto ties 14^0 laipsnių paskuba. Biodyzelinių degalų atveju šis rodiklis pasiekiamas esant 12^0 paskubai. 5 % nitrometano mišinio naudingumo koeficiento rodiklis visame paskubos kampo reguliavimo diapazone rodo padidėjusį naudingumą lyginant su biodyzelinu, ties 14^0 paskuba naudingumo pikas skiriasi net 9,3 %. 7 % tūrio pagal masę nitrometano mišinio vidutinis naudingumas lyginant su 5 % nitro mišiniu krenta maždaug 4%.

Išvados

1. Optimali nitrometano koncentracija biodyzeliniuose degaluose nustatyta atlikus chimatologinius ir eksperimentinius degalų tyrimus yra 5–7 %. Esant tokiai koncentracijai gaunamas didžiausias ekologinis efektas bei degalų chimatologinės savybės atitinka norminių teisės aktų keliamus reikalavimus.

2. Atlikus eksperimentus su nitrometano mišiniais nustatyta:

- Esant 7 % nitrometano, 91,6 % biodyzelinas ir 1,4 % ricinos aliejaus mišiniui kietųjų dalelių emisija sumažėja iki 85 % lyginant su dyzeliniais degalais ir iki 75 % lyginant su biodyzeliniais degalais;
- nustatyta, kad norint pritaikyti naudoti nitrometano mišinius su biodyzelinu reikalingas variklio elektroninio valdymo bloko perprogramavimas siekiant paankstinti degalų įpurškimo kampą 2–4° priklausomai nuo apkrovos. Šis pakeitimas padidintu efektyvųjį naudingumo koeficientą iki 3%;

- mišinių NO_x emisijos esant degalų įpurškimo paskubai, prie kurios pasiekiamas didžiausias efektyvusis naudingumo koeficientas, išauga vidutiniškai 20 % lyginant su biodyzelinu.

Literatūra

1. Albuquerque, M. C. G.; Machado Y. L.; Torres, A. E. B.; Azevedo, D. C. S.; Cavalcante, C. L. Jr.; Firmiano, L. R.; Parente, E. J. S. Jr. 2009 m.. Properties of biodiesel oils formulated using different biomass sources and their blends, *Renewable Energy* 34. 857–859.
2. Are Biofuels the potential solution to energy security? [interaktyvus]. 2012 m. Sustainability Outlook [žiūrėta 2015 m. sausio 12 d.] <<http://www.sustainabilityoutlook.in/content/are-biofuels-potential-solution-energy-security>>.
3. Biodegalai [interaktyvus]. Lietuvos energetikos institutas [žiūrėta 2014 m. gruodžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lei.lt/img/up/File/atvir/bioenerlt/index_files/Biodegalai_galut.pdf>.
4. Janulis P.; Makarevičienė V. 2001 m. Biodyzeliniai degalai: gamyba, kokybė, perspektyvos / Mokslas ir gyvenimas, Nr. 6 (522), ISSN 013–3084.
5. Matijošius, J. 2011 m. *Dyzelinio variklio ekologinių rodiklių gerinimas naudojant biobutanolio ir biodyzelino mišinius*. Daktaro disertacija. Vilnius: Technika. 109p.
6. Nitrometanas [interaktyvus]. Vikipedija – Laisvoji enciklopedija [žiūrėta 2015 m. kovo 15 d.] Prieiga per internetą: <<http://lt.wikipedia.org/wiki/Nitrometanas>>.
7. Sreenivas, P.; Mamilla, V. R.; Sekhar K. C. 2011m. Development of Biodiesel from Castor Oil, *International Journal of Energy Science*. No 3. 192–197.
8. Tyson; Shaine, K. 2001 m. Biodiesel handling and use guidelines, *National Renewable Energy Laboratory*. Report No. NREL/TP–580–30004.
9. Xue, J.; Grift, T. E.; Hansen, A. C. 2009 m. Effect of biodiesel on engine performances and emissions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 1098–1116.

OXYGENATES INFLUENCE ON PROPERTIES OF BIODIESEL FUEL

Summary

The paper analyses influence of nitromethane and castor oil additive to biodiesel's energetic and ecological characteristics. While adjusting injection timing and torque these separate tests has been performed – emissions of exhaust gases and comparative fuel consumption.

Key words: diesel engine, emissions, biodiesel fuel, nitromethane, castor oil.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Lukas Jančauskas.

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: Degalai ir jų mišiniai.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 676 38572, l.jancauskas@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Jonas Matijošius.

Mokslo laipsnis ir vardas: technikos mokslų daktaras, docentas.

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

Autoriaus mokslinių interesų sritys: alternatyvieji degalai.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 5 274 4793, jonas.matijosius@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Alfredas Rimkus.

Mokslo laipsnis ir vardas: technikos mokslų daktaras, docentas.

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

Autoriaus mokslinių interesų sritys: alternatyvieji degalai, vidaus degimo varikliai.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 5 274 4793, alfredas.rimkus@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Lukas Jančauskas.

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: fuel blend's.

Telephone and e-mail address: +370 676 38572, l.jancauskas@gmail.com

Author name, surname: Jonas Matijošius.

Science degree and name: doctor of technical science, associated professor.

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

Author's research interests: alternative fuel.

Telephone and e-mail address: +370 5 274 4793, jonas.matijosius@vgtu.lt

Author name, surname: Alfredas Rimkus.

Science degree and name: doctor of technical science, associated professor.

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

Author's research interests: alternative fuel, internal combustion engine.

Telephone and e-mail address: +370 5 274 4793, alfredas.rimkus@vgtu.lt

HIBRIDINIO AUTOMOBILIO PRITAIKYTO DUJINIAMS DEGALAMS DINAMINIŲ CHARAKTERISTIKŲ TYRIMAS

Darius Juodvalkis, Andrius Dargužis, Ramūnas Skvireckas

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Nafta ir jos produktai nuolat brangsta, dėl to brangsta ir automobilių degalai. Be to, nuolat griežtėja ekologiniai reikalavimai, keliami automobiliams. Vienas iš pagrindinių automobilių tobulinimo tikslų yra siekimas ekonomiškiausius ir mažiau aplinką teršiančius automobilius. Hibridinių jėgainių panaudojimas automobiliuose leidžia žymiai sumažinti suvartojamų degalų bei į aplinką išmetamų deginių kiekį. Hibridinį automobilį pritaikius dujiniais degalais, galima žymiai sumažinti eksploatacines išlaidas degalams.

Šiame straipsnyje išnagrinėta TOYOTA PRIUS III hibridinės jėgainės sandara ir jos darbo režimai. Atlikti natūriniai eksperimentai, kurių metu nustatytos PRIUS III, varomo dujiniais degalais, dinaminės charakteristikos.

Reikšminiai žodžiai: hibridinis automobilis, dujiniai degalai, automobilio dinaminės charakteristikos.

Įvadas

Automobilių degalai, kurie gaminami iš naftos - benzinai, dyzeliniai ir suskystintos naftos dujos nuolat brangsta. Vienas iš pagrindinių šiuolaikinių automobilių tobulinimo tikslų yra pasiekti, kad automobiliai būtų kiek įmanoma ekonomiškiau ir mažiau terštų aplinką. Minėti automobilių parametrai pagrįdžiai priklauso nuo variklio charakteristikų. Šiuolaikinių automobilių jėgainę dažniausiai sudaro klasikinis vidaus degimo variklis. Vidaus degimo varikliai tobulinami ir šiuolaikinio benzininio (Otto) ar dyzelinio variklio traukos, ekonomiškumo ir ekologiškumo charakteristikos nesulyginamai geresnės nei ankstesnės kartos variklių. Hibridinių jėgainių panaudojimas leidžia žymiai pagerinti šias automobilio charakteristikas. Pastaruoju metu vis daugiau žymiausių pasaulio automobilių gamintojų atlieka tyrimus ir pradeda hibridinių automobilių serijinę gamybą su šiluminėmis-elektromechaninėmis jėgainėmis. Šios jėgainės sudarytos iš tipinio vidaus degimo variklio (VDV), elektros variklio-generatoriaus ir didelės talpos akumuliatorių baterijos. Hibridinių ir elektrinių automobilių srityje tyrimai atliekami ir Lietuvoje, nes Lietuva turi potencialą, kuris leistų išvystyti hibridinių ar elektrinių automobilių jėgainių gamybą. Kauno technologijos universitete, transporto inžinerijos katedroje sukurtas ir išbandytas hibridinis automobilis, turintis benzininį ir elektrinį variklius (Starevičius, 2007: 8). Su šiuo automobiliu atliekami tyrimai ir jis nuolat tobulinamas. Lietuvos kompanija UAB „Elinta“ yra sukūrusi elektromobilį ir elektrinį motorolerį.

Hibridinių automobilių jėgainės pagrindą dažniausiai sudaro benzinu varomas vidaus degimo variklis. Dyzelinių variklių, kurie yra efektyvesni už benzininius, panaudojimas, dėl tam tikrų priežasčių, hibridiniuose automobiliuose problemiškas. TOYOTA PRIUS III kartos automobilyje naudojamas 1,8 ltr darbinio tūrio vidaus degimo variklis. Siekiant maksimalios kuro ekonomijos, TOYOTA inžinieriai šį variklį perdirbo, kad jis dirbtų Atkinsono ciklu. Atkinsono ciklu dirbantis variklis turi asimetrines variklio fazes (darbo eiga ilgesnė už suspaudimą), dėl to sumažėja variklio išvystoma efektyvi galia, bet padidėja variklio degalinis ekonomiškumas. Kadangi šis variklis pritaikytas 95 oktaninio skaičiaus benziniui, yra galimybė jį pritaikyti darbui naudojant suskystintos naftos dujas (LPG). LPG degalai yra žymiai pigesni ir dėl to eksploatacinės išlaidos degalams žymiai sumažėja. LPG trūkumas – padidėja degalų sąnaudos ir sumažėja variklio galia, dėl ko pablogėja automobilio dinaminės charakteristikos.

Šiame straipsnyje apžvelgsime TOYOTA PRIUS III hibridinės jėgainės sandarą ir darbo režimus. Nustatysime PRIUS III pritaikyto dujiniais degalais dinamines charakteristikas.

Tyrimo objektas – TOYOTA PRIUS III pritaikytas dujiniais degalais (LPG).

Darbo tikslas – nustatyti PRIUS III varomo dujiniais degalais dinamines charakteristikas ir palyginti su gamyklinėmis.

Tikslui pasiekti iškelti šie uždaviniai:

- TOYOTA PRIUS III hibridinės jėgainės sandaros ir darbo režimų analizė;
- Atkinsono ciklu dirbančių variklių analizė;
- TOYOTA PRIUS III pritaikyto dujiniais degalais dinaminės charakteristikų nustatymas ir palyginimas su gamyklinėmis.

1. Hibridinio automobilio jėgainės charakteristikų analizė

Šiuolaikinių hibridinių automobilių jėgainės sudarytos iš klasikinio, dažniausiai benzinu varomo, vidaus degimo variklio, elektros variklio-generatoriaus ir didelės talpos akumuliatorių baterijos (Westbrook, 2001: 15). Vienas iš seniausiai hibridinius automobilius masiškai gaminančių ir šiuo metu rinkoje lyderiaujančių yra japonų gamintojas TOYOTA. TOYOTA jau nuo 1997 m. gamina hibridinį automobilį