

TRIKOMPONENČIŲ DEGALŲ, SUDARYTŲ IŠ DYZELINO, BIODYZELINO IR PROPANOLIO, TAIKYMAS DYZELINIAME VARIKLYJE

Jonas Matijošius¹, Marius Mažeika², Alfredas Rimkus³

^{1,3}Vilniaus Gedimino technikos universitetas

²Lietuvos žemės ūkio universitetas

El. paštas: ¹jonas.matijosius@vgtu.lt; ²marius.mazeika@yahoo.com; ³alfredas.rimkus@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjamas trikomponenčių degalų, sudarytų iš dyzelino, biodyzelino ir propanolio, naudojimo galimybės dyzeliniame variklyje. Apžvelgti eksperimentiniai darbai. Pasirinktos šios degalų kombinacijos: 20 % dyzelino, 70 % biodyzelino (pagrindas RME) ir 10 % propanolio mišinys; 20 % dyzelino, 60 % biodyzelino (pagrindas RME) ir 20 % propanolio mišinys. Bandymo rezultatai rodo, kad mišinio, kuriame daugiau propanolio, emisijos rodikliai yra apie 20 % geresni, bet dėl mažesnio mišinio šilumingumo maksimali apkrova – 4 % mažesnė.

Reikšminiai žodžiai: dyzelinis variklis, trikomponentis degalų mišinys, dyzelinas, biodyzelinas, propanolis.

Įvadas

Šių dienų būtinybė mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimą vis labiau skatina nagrinėti degalų iš atsinaujinančių energijos šaltinių degimo proceso ypatybes. Biodegalai, turintys deguonies, ypač alkoholiai ir neorganinių rūgščių paveikti jų produktai – esteriai, gali būti plačiai naudojami, nes jie gerokai mažiau skatina šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimą. Plačiausiai šiuo metu yra naudojami metanolis, etanolis, propanolis ir butanolis bei jų esteriai. Alkoholiai maišomi į tradicinius degalus kaip priedai siekiant sumažinti hidrokarbonatinių junginių ir kietųjų dalelių išsiskyrimą vykstant degimo procesui. Etanolis plačiai naudojamas tradiciniams degalams kaip biodegalams priklausantis priedas. Metanolis ir butanolis yra kiek mažiau populiarūs, bet taip pat tinka kaip priedai į tradicinius degalus. Mažiausiai iš paminėtų alkoholių yra naudojamas propanolis, tad jo naudojimo galimybės dyzeliniame variklyje yra mažiausiai ir ištirtos. Iš esterių kaip priedai tradiciniams degalams plačiausiai naudojami metilo ir etilo esteriai (Matijošius, Mažeika 2009; Matijošius, Sokolovskij 2009).

Biodyzelinas į dyzeliną pradėtas maišyti turint tikslą mažinti išmetamąsias toksiškas dujas, taip pat dujas, skatinančias šiltnamio efekto emisijas. Bet dėl padidėjusios mišinio virimo temperatūros ir mažesnio garų šiluminio laidumo pailgėja uždegimo vėlavimo periodas, kurio pasekmė yra blogesnis degimo procesas, didinantis azoto oksidų emisiją. Šiai problemai spręsti buvo pasirinktas

propanolis, kuris kaip ir visi alkoholiai ankstina uždegimo vėlavimo periodą. Į jo sudėtį įeinanti deguonis, kurios masė yra mažesnė už angliavandenilinių junginių, turėtų teigiamai veikti degimo procesą ir mažinti negalutinio degimo produktų išsiskyrimą.

Trikomponenčių degalų naudojimo problematiką nagrinėjo L. Raslavičius (2009), kuris tirdamas dyzelino, biodyzelino ir etanolio trikomponenčius degalus nustatė mažesnes išmetamųjų dujų emisijas, išskyrus bendrąją azoto oksidų emisiją, kuri stendiniuose bandymuose padidėjo 7,5 %, o lauko bandymuose – 5 %.

Bandymais nustatyta teigiama isopropanolio degimo kinematika, kuri rėmėsi tiek eksperimentiniais, tiek modeliavimo rezultatais lyginant propanolio naudojimą su metanoliumi ir etanoliumi (Frassoldati *et al.* 2010).

Teigiamas propanolio, kaip degalų priedo, naudojimo perspektyvas patvirtina ir A. Zdziennicka (2009), tyrusi propanolio ir eksperimentinių degalų „Triton X 100“ tūrio kitimus ir adsorbciją degimo proceso metu.

Pasak degimo proceso tyrėjų amerikiečių (Kasper *et al.* 2009), ištyrusių propanolį ir jo izomerus fotojonizacijos ir masių spektrometrijos būdais, propanolyje esanti deguonis gerina degimo procesą ir daro patį propanolį puikiu oksigenatu, skatinančiu kokybiškesnę degalų degimo procesą.

Aiškesnę liepsnos struktūrą ir nykstamai mažą kietųjų dalelių koncentraciją gavo Kalifornijos universiteto (JAV) mokslininkai (Dee, Shaw 2004), ištyrę propanolio ir glicerolio mišinių degimo procesų ypatumus.

Taip pat puikias propanolio kaip elektrolito kuro celėms naudojimo perspektyvas ateityje išstudijavo Albertos universiteto (Kanada) mokslininkai (D. Cao *et al.* 2003).

Biodyzelino ir dyzelino mišinio naudojimas šiuo metu yra labai populiarus būdas dyzelinio variklio išmetamųjų dujų taršai mažinti. Šią problematiką nagrinėjo Kastilijos universiteto (Ispanija) mokslininkai (Lapuerta *et al.* 2008), kurie tyrė biodyzelio (pagrindas RME) maišymosi ir degimo charakteristikas dyzeline.

Naudojant dyzelino mišinį su labai mažu sieros kiekiu ir iki 75 % biodyzelino, gauto iš maisto pramonės atliekų, taip pat pastebėtos sumažėjusios išmetamųjų dujų emisijos, išskyrus bendrąją azoto oksidų emisiją, kuri padidėjo 4 % (Di *et al.* 2009).

Atliekant karbonilo junginių tyrimus dyzelino ir biodyzelino mišiniuose Pekino technologijos universitete (Kinija), pastebėta, kad karbonilo junginių emisija mažėja didėjant biodyzelio kiekiui dyzeline.

Kaip alternatyvų dyzelinui buvo ieškoma ir naudojant medvilnės aliejaus ir mineralinio dyzelino mišinį. Gautas nedidelis variklio galios sumažėjimas (apie 3 %) ir lauktas išmetamųjų dujų emisijos sumažėjimas.

Šio darbo tikslas – išanalizuoti trikomponenčio degalų mišinio, sudaryto iš dyzelio, biodyzelino ir propanolio, taikymo galimybes dyzeliniame variklyje.

Užsibrėžtam tikslui realizuoti keliami šie uždaviniai:

1. Parengti tyrimų metodiką ir įrangą.
2. Atlikti stendinius dyzelinio variklio sukčių plataus diapazono bandymus ($1000\text{--}2200\text{ min}^{-1}$), naudojant šiuos degalų mišinius: 1) 20 % dyzelino, 70 % biodyzelio (pagrindas RME) ir 10 % propanolio (D20 + B70 + P10); 2) 20 % dyzelino, 60 % biodyzelio (pagrindas RME) ir 20 % propanolio (D20 + B60 + P60).
3. Apdoroti tyrimų rezultatus ir juos tarpusavyje palyginti.

Tyrimo metodika

Varšuvos technologijos universiteto Automobilių ir darbo mašinų katedros laboratorijos atlikti bandymai veikiančiu 50 kW galios varikliu „Perkins 1104C-44“, naudojant stendą Shenk.

Išbandant variklį buvo matuojami ir registruojami šie parametrai:

1. Variklio alkūninio veleno sukimosi dažnis, min^{-1} ;
2. Efektyvusis sukimo momentas, Nm;
3. Deginių temperatūra, °C;
4. Anglies viendeginio kiekis, CO ppm;

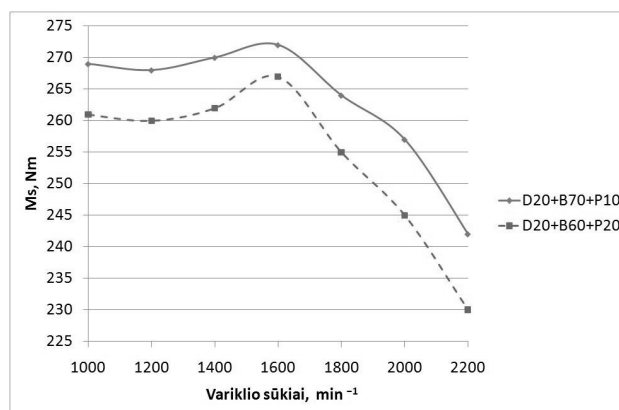
5. Anglies dvideginio kiekis, CO_2 %;
6. Deguonies kiekis, O_2 %;
7. Nesudegusių angliavandenilių kiekis, CH ppm;
8. Bendroji azoto oksidų emisija, NO_x ppm;
9. Kietųjų dalelių emisija, ppm;
10. Oro pertekliaus koeficientas, α ;
11. Aplinkos temperatūra bandymo metu, °C.

Bandymams buvo panaudoti šie trikomponenčiai degalų mišiniai: 1) 20 % dyzelino, 70 % biodyzelio (pagrindas RME) ir 10 % propanolio (D20 + B70 + P10); 2) 20 % dyzelino, 60 % biodyzelio (pagrindas RME) ir 20 % propanolio (D20 + B60 + P60).

Bandymai atlikti dyzeliniame variklyje naudojant minėtus degalų mišinius, matuojant maksimalų efektyvųjį sukimo momentą esant plačiam dyzelinio variklio sukčių diapazonui ($1000\text{ min}^{-1}\text{--}2200\text{ min}^{-1}$).

Tyrimo rezultatai

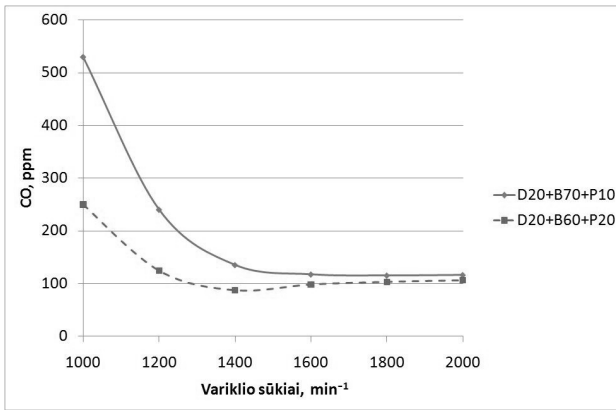
Tiekiant į dyzelinį variklį minėtuosius degalų mišinius, esant plačiam variklių sukčių diapazonui ($1000\text{ min}^{-1}\text{--}2200\text{ min}^{-1}$), matomas apie 4 % variklio maksimalios apkrovos mažėjimas (1 pav.), paaiškinamas D20 + B60 + P20 mišinio mažesniu šilumingumu nei D20 + B70 + P10 mišinio.



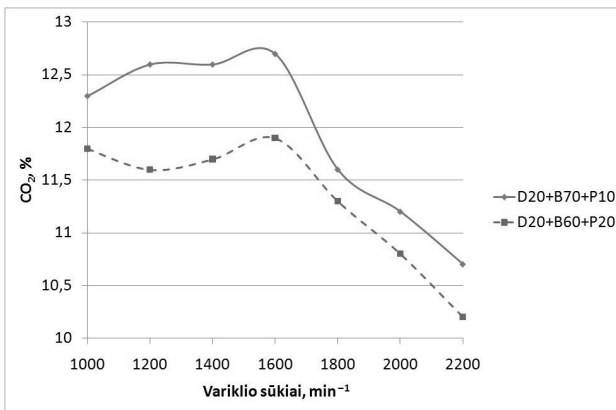
1 pav. Maksimalios apkrovos priklausomybė nuo variklio sukčių
Fig. 1. The dependence of maximum load on engine speed

Analizuojant anglies viendeginio emisiją (2 pav.) pastebima, kad ji beveik nekito. Tai galima paaiškinti tuo, kad anglies viendeginio formavimuisi mažai įtakos turi mišinio sudėtis ir kiekis. Ji labiau priklauso nuo variklio reguliavimo charakteristikų.

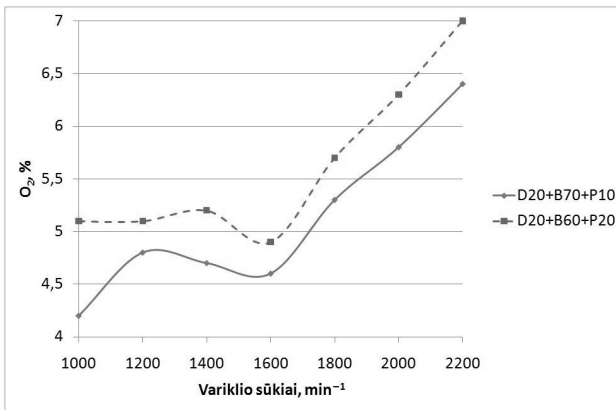
Anglies dvideginio mažėjimą (3 pav.) galima paaiškinti mažesnėmis degalų sąnaudomis, ypač tai pastebima, esant mažiems ir vidutiniams variklio sukčiams, kai degalų ekonomija turėtų būti didžiausia, o esant dideliams variklio sukčiams, šis skirtumas nėra jau toks akivaizdus.



2 pav. Anglies viendeginio priklausomybė nuo variklio sūkių
Fig. 2. The dependence of carbon monoxide on engine speed



3 pav. Anglies dvideginio priklausomybė nuo variklio sūkių
Fig. 3. The dependence of carbon dioxide on engine speed

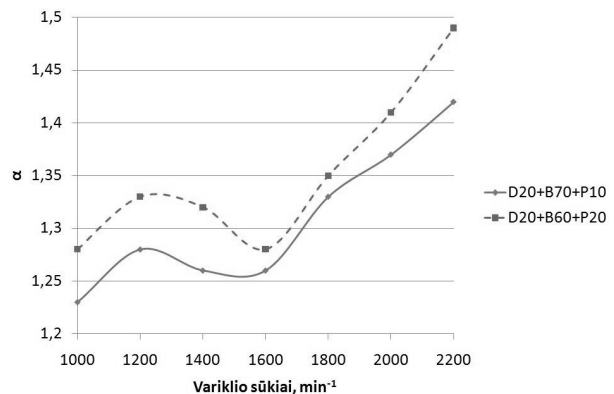


4 pav. Deguonies priklausomybė nuo variklio sūkių
Fig. 4. The dependence of oxygen on engine speed

Deguonies kiekis tolygiai didėja (4 pav.) didinant tiek sūklus, tiek propanolio kiekį mišinyje. Jis priklauso nuo tiekiamo propanolio kiekio, kuris didėja didinant sūklus ir koncentraciją mišinyje. Kita vertus, didelis deguonies kiekis skatina azoto oksidų formavimąsi.

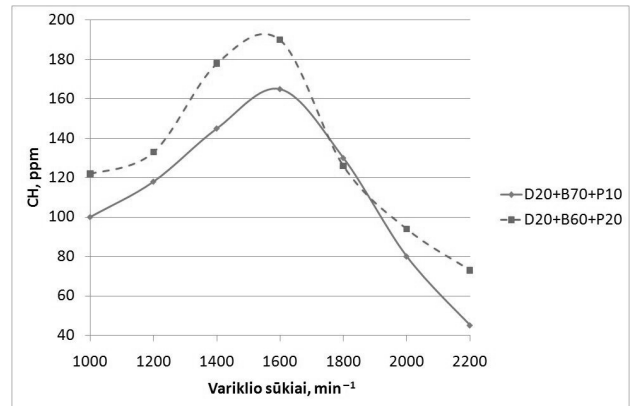
Iš grafiko (5 pav.) matome, kad oro pertekliaus koeficientas didėja panašiai kaip ir deguonies kiekis. Tai rodo, kad norint pagerinti variklio emisijos rodiklius reikia perreguluoti variklio maitinimo sistemą.

Nesudegusių angliavandenilių emisijos didėjimą (6 pav.) galima susieti su apkrovos kitimu visame sūklių diapazone.



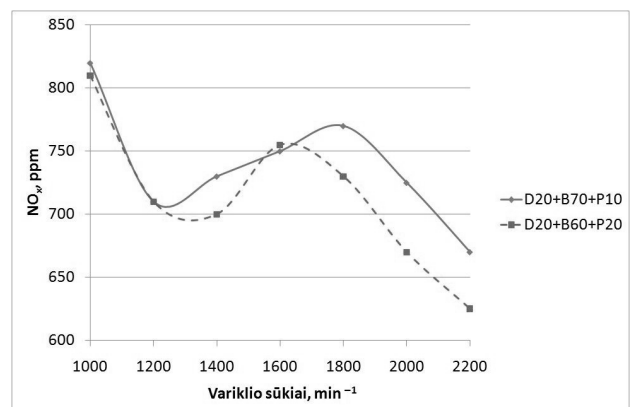
5 pav. Oro pertekliaus koeficiento priklausomybė nuo variklio sūkių

Fig. 5. The dependence of the air excess coefficient on engine speed



6 pav. Nesudegusių angliavandenilių priklausomybė nuo variklio sūkių

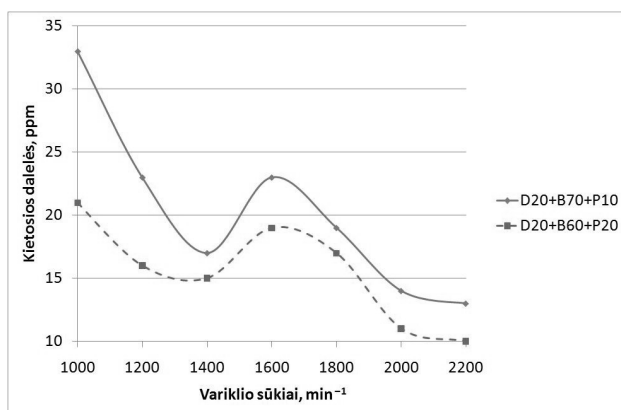
Fig. 6. The dependence of unburned hydrocarbon on engine speed



7 pav. Bendros azoto oksidų emisijos priklausomybė nuo variklio sūkių

Fig. 7. The dependence of the total nitrogen oxides emission on engine speed

Didėjant deguonies kiekiui degimo proceso temperatūra pakyla ir pradeda formotis aukštemperatūriai azoto oksidai, turintys įtakos bendrai azoto oksidų emisijai (7 pav.). Pradėjus veikti išmetamųjų dujų recirkuliacijos sistemai degimo proceso temperatūra numušama, nustoja gamintis minėtieji azoto oksidai, bendra emisija mažėja.



8 pav. Kietųjų dalelių priklausomybė nuo variklio sūkių

Fig. 8. The dependence of particles on engine speed

Didėjant propanolio kiekiui didėja ir deguonies kiekis mišinyje, kuris sąlygoja papildomą kietųjų dalelių oksidaciją, dėl kurios gaunama mažesnė kietųjų dalelių emisija (8 pav.) lyginant abu degalų mišinius.

Išvados

Atlikus bandymus su D20 + B70 + P10 ir D20 + B60 + P20 degalų mišiniais dėl mažesnio D20 + B60 + P20 mišinio šilumingumo maksimali apkrova sumažėjo 4 %.

Didėjant propanolio kiekiui mišinyje dyzelino emisijos rodikliai pagerėja beveik 20 %.

Bandymo rezultatai rodo, kad mišinio, kuriame daugiau propanolio, emisijos rodikliai yra apie 20 % geresni, bet dėl mažesnio mišinio šilumingumo maksimali apkrova – 4 % mažesnė.

Literatūra

- Cao, D.; Bergens, S. 2003. A direct 2-propanol polymer electrolyte fuel cell, *3rd Journal of Power Sources* 124: 12–17.
- Chao, H.; Yunshan, G.; Jianwei, T.; Kewei, Y.; Xunkun, H. Carbonyl compound semissions from diesel engine fueled with biodiesel and diesel, *Atmospheric Environment* 43: 3657–3661.
- Dee, V.; Shaw, B. D. 2004. Combustion of propanol–glycerol mixture drop lets in reduced gravity, *Heat and Mass Transfer* 47: 4857–4867.
doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2004.05.025

Di, Y.; Cheung, C. S.; Huang, Z. 2009. Experimental investigation on regulated and unregulated emissions of a diesel engine fueled with ultra-low sulfur diesel fuel blended with biodiesel from waste cooking oil, *Science of the Total Environment* 407: 835–846.

Frassoldati, A.; Cuoci, A.; Faravelli, T.; Niemann, U.; Ranzi, E.; Seiser, R.; Seshadri, K. 2010. An experimental and kinetic modeling study of n-propanol and iso-propanol combustion, *Combustion and Flame* 157: 2–16.
doi:10.1016/j.combustflame.2009.09.002

Kasper, T.; Oswald, P.; Struckmeier, U.; Kohse-Hoinghaus, K.; Taatjes, C. A.; Wang, J.; Cool, T. A.; Law, M. E.; Morel, A.; Westmoreland, P. R. 2009. Combustion chemistry of the propanol isomers – investigated by electron ionization and VUV-photoionization molecular-beam mass spectrometry, *Combustion and Flame* 156: 1181–1201.
doi:10.1016/j.combustflame.2009.01.023

Lapuerta, M.; Armas, O.; Rodriguez-Fernandez, J. 2008. Effect of bio diesel fuels on diesel engine emissions, *Progress in Energy and Combustion Science* 34: 198–223.

Matijošius, J.; Sokolovskij, E. 2009. Research into the quality of fuels and their biocomponents, *Transport* 24(3): 212–217.
doi:10.3846/1648-4142.2009.24.212-217

Mažeika, M.; Matijošius, J. 2009. Naftos degalų ir etilo spirito mišiniai veikiantio variklio darbo rodiklių tyrimas, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 1(6): 72–76.
doi:10.3846/mla.2009.6.15

Raslavičius, L. 2009. *Trikomponenčio degaus mišinio taikymas dyzeliniuose varikliuose*: daktaro disertacija, KTU. 108 p.

Zdziennicka, A. 2009. Adsorption and volumetric properties of Triton X-100 and propanol mixtures, *Journal of Colloid and Interface Science* 336: 423–430.

THREE COMPONENT FUEL MIXTURE CONTAINING DIESEL–BIODIESEL–PROPANOL APPLICATION IN THE DIESEL ENGINE

J. Matijošius, M. Mažeika, A. Rimkus

Abstract

The article analyses three-component fuel consisting of diesel–biodiesel–propanol mixture used in the diesel engine. The choice of fuel combinations was as follows: 20% of diesel, 70% of biodiesel (RME basis) and 10% of propanol while the second mixture contained 20% of diesel, 60% of biodiesel (RME basis) and 20% of propanol. Test results show that the mixture having more propanol has better emission rates in about 20%; however, the maximum load value of the mixture is 4% less.

Keywords: diesel engine, three component fuel mixture, diesel, biodiesel, propanol.