

TRIKOMPONENČIŲ DEGALŲ PANAUDOJIMO GALIMYBĖS DYZELINIAME VARIKLYJE

THREE COMPONENTS FUEL USES IN DIESEL ENGINE

¹⁾Marius Mažeika, ²⁾Jonas Matijošius

¹⁾Lietuvos žemės ūkio universitetas, ²⁾Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. paštas: ¹⁾marius.mazeika@yahoo.com; ²⁾jonas.matijosius@ti.vgtu.lt

Gauta 2010-04-12, pateikta spaudai 2010-09-06

Brangstant iškastinės kilmės degalams ir vis labiau stengiantis tausoti aplinką, vis didesnis dėmesys atkreipiamas į biologinės kilmės degalus, priklausantiems atsinaujinančių energijos šaltinių grupei. ES reikalavimai diegti ir plėtoti atsinaujinančios energijos naudojimą, griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai susiję su šiltnamio efektą sukeliančių emisijų bei atliekų mažinimu, verčia kuo plačiau panaudoti vietinius atsinaujinančios energijos išteklius, tame tarpe ir biodegalus. Kaip žinoma gaminant tradicinius degalus šiuo metu yra privaloma į juos papildomai maišyti biologinės kilmės priedų (etanolio, RME ar REE), skatinant šį procesą. Straipsnyje nagrinėjamas trikomponenčių degalų, sudarytų iš dyzelino – biodyzelino - butanolio panaudojimo galimybės dyzeliniame variklyje. Apžvelgti eksperimentiniai darbai. Pasirinktos degalų kombinacijos yra šios: 60% dyzelino, 40% biodyzelino (RME) mišinys; bei 50% dyzelino, 30% biodyzelino (RME) ir 20% butanolio mišinys. Bandymo rezultatai rodo, kad mišinio, kuriame yra butanolio kietųjų dalelių emisijos rodikliai geresni 33% ir 39% atitinkamai prie 1400 min⁻¹ ir 2200 min⁻¹ variklio sūkių, bet dėl mažesnio mišinio šilumingumo degalų suvartojama 3% ir 4% daugiau prie aukščiau minėtų sūkių.

Butanolis, biodyzelinas, dyzelinas, vidaus degimo variklis.

Ivadas

Dyzeliniai varikliai yra plačiai naudojami transporte, žemės ūkyje, ir kitose pramonės šakose. Dyzelinių variklių tipai varijuoja nuo mažų greitaeigių netiesioginio įpurškimo iki lėtaeigių tiesioginio įpurškimo variklių. Jie yra populiarūs dėl savo ekonomiško, sąlyginai didelio efektyvumo, bet šiuolaikiniai aplinkosauginiai reikalavimai skatina juos pastoviai tobulinti. Mažėjantys iškastinio kuro šaltiniai ir jau minėti ekologiniai reikalavimai sąlygoja mažinti mineralinių degalų vartojimą bei toksiškų išmetamų dujų emisiją. Šie reikalavimai gali būti įgyvendinti tobulinant esamą degalų degimo technologiją dyzeliniame variklyje. Dabartiniu metu egzistuoja daugybė alternatyvių degalų tokių kaip natūralios dujos (skirstomos į gamtines dujas CNG ir suskystintas naftos dujas LPG), spiritai (metanolis, etanolis, propanolis, butanolis), eteriai (rapsų metilo

esteris (RME), rapsų etilo eteris (REE)), vandenilis įvairių autorių buvo tirti dyzeliniame variklyje. Natūralios dujos yra jau seniai vartojamos, jų vartojimo efektas yra gerai žinomas ir įvairių autorių labai plačiai nušviestas. Bene perspektyviausiais alternatyviais degalais šiuo metu laikomi spiritai ir esteriai, pavienis jų vartojimas yra gerai išnagrinėtas įvairių autorių, bet kompleksinis jų vartojimas dar iki galo nėra ištirtas.

Literatūros apžvalga

Lietuvoje apie trikomponenčių degalų vartojimą dyzeliniame variklyje yra paskelbta tik viena disertacija[1]. Jos autorius Lorencas Raslavičius nagrinėjo etanolio-RME-mineralinio dyzelino trikomponentį mišinį. Atlikus tyrimus pateikta, kad variklio D 144 stendinių bandymų metu, priklausomai nuo pasirinkto kintamo parametro, ištirtos apkrovos ir mišinio sudėties charakteristikos. Nustatyta, kad efektyviausia naudoti 5–7% etanolio priedą, mišiniuose, kuriuose yra 5–30% RME. Jei mišinyje yra 50–80% RME, autorius rekomendavo naudoti 2,5% etanolio priedą. Mineralinį dyzeliną pakeitus grynu RME gauta kad, variklio dūmingumas sumažėjo 6–49% priklausomai nuo apkrovos. Nustatyta, kad kietųjų dalelių kiekio sumažėjimas, bei išaugusi NO_x emisija deginiuose yra tiesiog proporcingi RME ir etanolio procentiniam kiekiui mišinyje. Panaudojus 2,5–7,0% etanolio priedą, PM autoriui pavyko sumažinti 2,0–6,3%. Bandymų metu nesudegusių angliavandenilių kiekis deginiuose neviršijo 10–25 ppm, t.y. dyzeliniam varikliui būdingo CH emisijos lygio. Lauko bandymų metu nustatė, kad optimalus etanolio kiekis mišinyje – 5%, o RME – 30%[1]. Šie rezultatai gerai sutapo su nustatytais stendinių bandymų metu. 5% etanolio priedas neturėjo įtakos dyzelinio variklio galios sumažėjimui bei lėmė 4,0–8,5% degalų sąnaudų ekonomiją, lyginant su tos pačios rūšies mišiniu be etanolio. Tyrimai parodė, kad 18 kW ir 58 kW galios traktoriai, dirbdami mišiniais, sudarytais iš mineralinio dyzelino su biologinės kilmės degalais, išmetamuose deginiuose turi didesnę kiekį NO_x . Etanolio priedo įtaka angliavandenilių ir anglies monoksido kiekiui deginiuose atitiko paklaidos ribas, tačiau parodė aiškia tendenciją apie nežymų emisijos mažėjimą. RME ir etanolio cheminėje sudėtyje esantis deguonis, teigiamai veikė degimo procesą, smarkiai sumažindamas deginių dūmingumą.

Daug autorių[2,3,4] tyrė dvikomponenčius degalų mišinius tiek su spiritais, tiek ir su eteriais, tad paminėsime vieną iš tokių. Cenik Sayin[2] naudojo metanolio – dyzelino mišinius dyzeliniame variklyje. Atlikę bandymus autoriai gavo, kad geriausias efektyvumas buvo gautas panaudojus 5% metanolio priedą dyzeline. Augant įpurškiamų degalų slėgiui nuo 180 iki 230 barų autoriai gavo anglies monoksido emisijos sumažėjimą 26,7%, 40% ir 50% naudojant atitinkamą 5%, 10% ir 15% metanolio priedą. Šį efektą autoriai aiškina tuo, kad metanolis veikia mišinį kaip oksidatorius, tiekdamas papildomą deguonį, reikalingą pilnam anglies sudegimui. Taipogi autoriam pavyko sumažinti nesudegusių angliavandenilių emisiją 19%, 35% ir 48% atitinkamai vartojant 5%, 10% ir 15% metanolio priedą dyzeline. Pasak autorių toks efektas susidaro dėl to paties papildomo deguonies

esančio metanolyje ir gerinančiame degimo procesą tuo, kad metanolio molekulės esančios poliarinės ir negali absorbuoti nepoliarinių dyzelino molekulių kas skatina mažesnes nesudegusių angliavandenilių emisijas. Dideliam autorių nusivylimui bendroji azoto oksidų emisija panaudojus 5%, 10% ir 15% metanolio priedus dyzeline augo atitinkamai 14,3%, 39% ir 45%. Šį augimą autoriai siejo su tuo, kad padidėjus deguonies kiekiui pakyla maksimali degimo temperatūra, kas iššaukia aukštatemperatūrinių azoto oksidų papildomą formavimąsi [3]. Panaudojus 5%, 10% ir 15% metanolio priedą gautas 12,5%, 14,6% ir 17,7% kietųjų dalelių sumažėjimo efektas, kurį autoriai aiškina tuo, kad metanolis skatina dyzelino pirolizę ilgindamas mišinio gaišaties trukmę. Iš kitos pusės deguonis esanti metanolyje aktyviai dalyvauja kietųjų dalelių oksidacijos procese.

Tyrimų tikslas ir uždaviniai

Tyrimų tikslas – ištirti dyzelinio variklio darbo efektyvumo ir deginių emisijos rodiklius maitinant variklį dyzelino – biodyzelino – butanolio mišiniais.

Tikslui pasiekti suformuoti šie uždaviniai:

1. Palyginti trikomponenčio mišinio sudaryto iš dyzelino – biodyzelino – butanolio (D-RME-B) ir dvikomponenčio mišinio sudaryto iš dyzelino – biodyzelino (D-RME) ekonomiškumus.
2. Palyginti aukščiau minėtų mišinių ekologinius rodiklius.

Tyrimų metodika ir įranga

Bandymai atlikti 50 kW galios varikliu Perkins 1104C-44 Varšuvos technologijos universiteto Automobilių ir darbo mašinų katedros laboratorijoje, sumontuotu stende Shenk.

Išbandant variklį buvo matuojami ir registruojami šie parametrai:

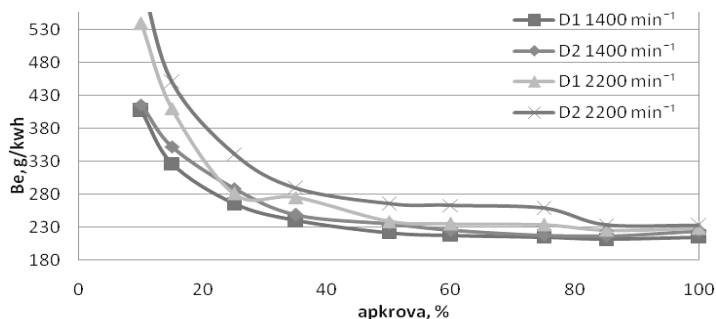
1. Variklio alkūninio veleno sukimosi dažnis min^{-1} ;
2. Efektyvusis sukimo momentas Nm;
3. Degalų sąnaudos kg/h;
4. Deginių temperatūra °C;
5. Anglies viendeginio kiekis CO ppm;
6. Nesudegusių angliavandenilių kiekis CH ppm;
7. Bendroji azoto oksidų emisija NO_x ppm;
8. Aplinkos temperatūra bandymo metu °C.

Bandymams buvo panaudoti dvikomponenčiai D1 (D-RME) ir trikomponenčiai D2 degalų mišiniai (D-RME-B). Dvikomponentis degalų mišinys sumaišytas proporcija – 60% dyzelinas, 40% biodyzelinas (RME); trikomponenčiai – 50% dyzelinas, 30% biodyzelinas ir 20% butanolis.

Bandymai atlikti maitinant variklį minėtais degalais, matuojant maksimalų efektyvųjį sukimo momentą prie 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} variklio sūkių.

Tyrimo rezultatai

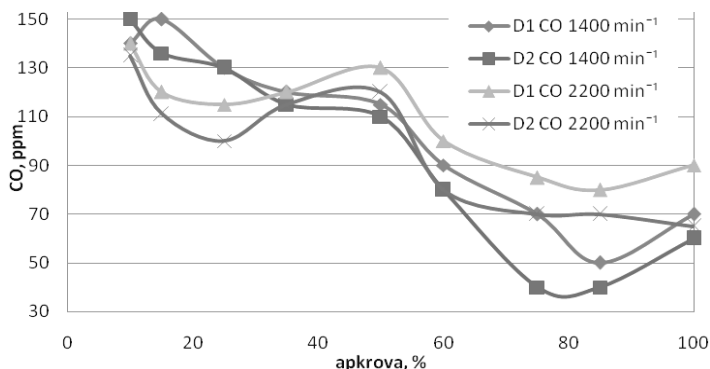
Pamatus D1 ir D2 mišinius pastebėta, kad variklį maitinant D2 mišiniu variklio degalų sąnaudos (1 pav.) padidėjo 3% ir 4% esant pastoviams 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} sūkiams palyginus su D1 mišiniu. Tai galima paaiškinti tuo, kad butanolis turi mažą cetaninį [4] skaičių ir mažesnę šilumingumą [5], kas savo ruožtu įtakoja ir degalų sąnaudas [4].



1 pav. Efektyviųjų degalų sąnaudų priklausomybė nuo apkrovos, esant pastoviams (1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1}) sūkiams

Fig. 1. The effective fuel consumption with load at constant (1400 min^{-1} and 2200 min^{-1}) speed

Analizuojant anglies viendeginio kitimą (2 pav.) deginiuose pastebėta, kad D2 mišinyje jo koncentracija mažėja 16% ir 15% esant pastoviams 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} sūkiams palyginus su D1 mišiniu, tai galima paaiškinti papildomu deguonimi iš butanolio[4], kuris pagerina degimo sąlygas.

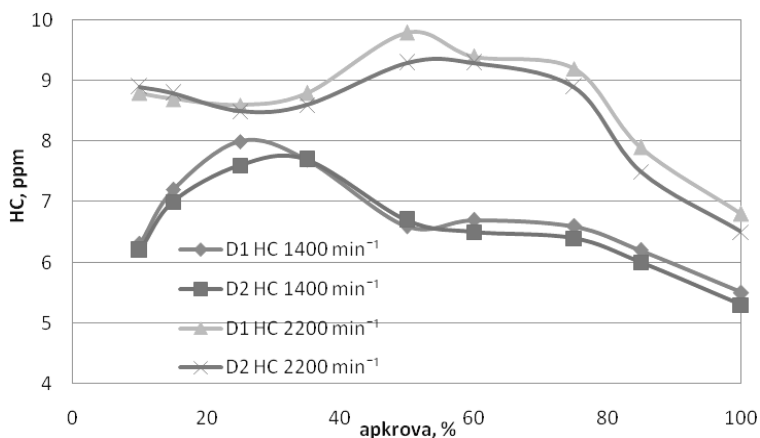


2 pav. Anglies viendeginio priklausomybė nuo apkrovos, esant pastoviams (1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1}) sūkiams

Fig. 2. Carbon monoxide with load at constant (1400 min^{-1} and 2200 min^{-1}) speed

Nesudegusių angliavandenilių emisijos (3 pav.) analizė parodo 3% ir 5%, esant pastoviams 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} sūkiams, mažėjimą mišinyje D2, kurį

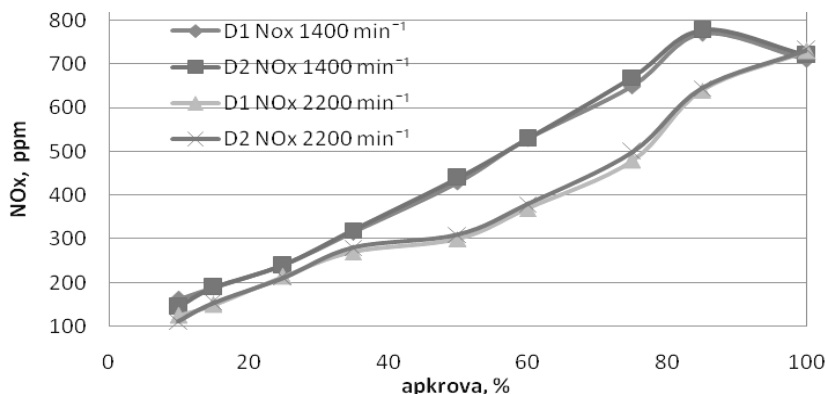
galima paaiškinti kad skirtingas butanolio ir dyzelino molekulių poliariškumas neskatina CH formavimosi[2].



3 pav. Nesudegusių angliavandenilių emisijos priklausomybė nuo apkrovos, esant pastoviems (1400min⁻¹ ir 2200 min⁻¹) sūkiams

Fig. 3. Unburned hydrocarbon emissions with load at constant (1400min⁻¹ and 2200 min⁻¹) speed

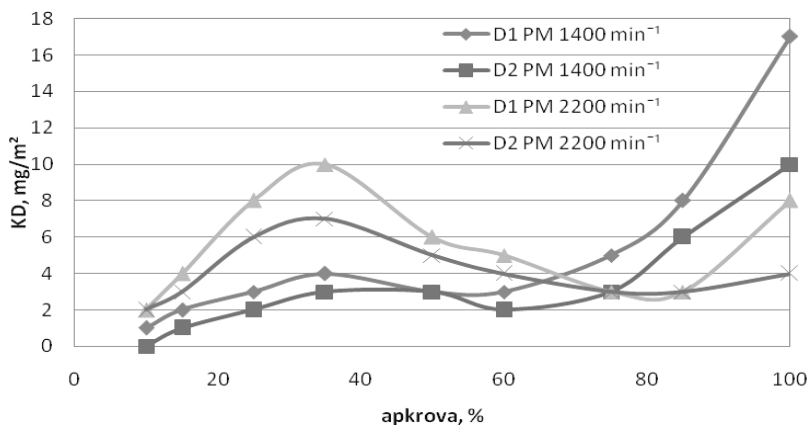
Išaugusi bendroji azoto oksidų emisija (4 pav.) D2 mišinyje 4% ir 3%, esant pastoviems 1400 min⁻¹ ir 2200 min⁻¹ sūkiams, paaiškinama tuo, kad deguonis, esantis butanolyje skatina aukštesnę degalų degimo temperatūrą [6], ko pasekoje formuojasi daugiau aukštatemperatūrinių azoto oksidų [7].



4 pav. Bendrosios azoto oksidų emisijos priklausomybė nuo apkrovos, esant pastoviems (1400min⁻¹ ir 2200 min⁻¹) sūkiams

Fig. 4. General nitrogen oxide emissions with load at constant (1400min⁻¹ and 2200 min⁻¹) speed

Kietųjų dalelių mažesnis formavimasis (5 pav.) D2 mišinyje 33% ir 39%, esant pastovioms 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} sukiamams, taipogi paaiškinamas papildomu deguonimi iš butanolio, kas gerina degimo procesą [8].



5 pav. Kietųjų dalelių emisijos priklausomybė nuo apkrovos, esant pastovioms (1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1}) sukiamams

Fig. 5. Particulate emissions from the dependence of the load at constant (1400 min^{-1} and 2200 min^{-1}) speed

Išvados

1. Naudojant trikomponenčius (D-RME-B) degalus padidėja 3% ir 4% degalų sąnaudos palyginus su dvikomponenčiais (D-RME) degalais prie 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} variklio sukčių.
2. Pastebėtas aplinkai kenksmingo anglies viendeginio 16% ir 15% ir nesudegusių angliavandenilių emisijos 3% ir 5% mažėjimas D2 mišinyje palyginus su D1 mišiniu atitinkamai prie pastovių 1400 min^{-1} ir 2200 min^{-1} variklio sukčių.
3. Dėl papildomo oksidatoriaus (butanolio) panaudojimo D2 mišinyje išsiskiria 4% daugiau azoto oksidų prie aukščiau minėtų variklio sukčių.
4. Svariai juntamas kietųjų dalelių formavimosi mažėjimas 33% ir 39% D2 mišinyje, kurį įtakoja degimo proceso gerėjimas[4].

Literatūra

1. Raslavičius, L. *Trikomponenčio degaus mišinio taikymas dyzeliniuose varikliuose. Daktaro disertacija.* Kaunas, 2009, p. 108.
2. Sayin, C., Ozsezen, A., Canacki, M. *The influence of parameters on the performance and emissions of a DI diesel engine using methanol-blended-diesel fuel*, Fuel, vol. 47, 2009, p. 11-16.
3. Saleh, H., Selim, M. *Shok tube investigation of propane-air mixtures with a pilot diesel fuel or cotton methyl ester.* Fuel, vol. 89. 2010, p. 494-500.

4. Reijnders, L., Huijbregts, M. Biofuels for road transport. Green energy and technology, Springer 2009, p. 174.
5. Pukalskas, S., Bogdanovičius, Z., Sendžikienė, E., Makarevičienė, V., Janulis, P. *The mixture of biobutanol and petrol for otto engines* Transport, Vol. 24. Vilnius 2009, p. 301-307.
6. Matijošius, J., Mažeika, M. *Naftos degalų ir etilo spirito mišiniais veikiančio variklio darbo rodiklių tyrimas*. Mokslas - Lietuvos ateitis. Transportas Nr.6, 2009, p. 72-76.
7. Matijošius, J., Mažeika, M., Pukalskas, S. *Calculation methodology of working cycle parameters of the diesel engine operating on multicomponent mixture*. RURAL DEVELOPMENT. Vol. 4, Book 2, 2009, p. 355-359.
8. Matijošius, J., Sokolovskij, E. *Research into the quality of fuels and their biocomponents*. Transport, Vol. 24, Book. 3, 2009, p. 212-217.

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРИКОМПОНЕНТНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

Марюс Мажейка, Йонас Матийошюс

Резюме

Рост цен на ископаемые виды топлива и активизация усилий по защите окружающей среды, все больше и больше внимания обращается на топлива биологического происхождения. Принадлежащие группе источников возобновляемой энергии. Требования ЕС в области развития и использования возобновляемых источников энергии, более жесткие экологические требования, связанные с выбросов парниковых газов и уменьшения количества отходов, делает возможным более широкое использование местных возобновляемых источников энергии, включая биотопливо. Как известно в производстве новых видов топлива, в настоящее время необходимо иметь дополнительное сочетание добавок биологического происхождения (этанол, РМЭ или РЭЭ), в содействии развитию этому процессу. Статья посвящена использованию трикомпонентных топлив, состоящего из дизеля, биодизеля, бутанола в дизельном двигателе. Избранные комбинации топлива являются следующие: 60% дизельного топлива, 40% биодизеля (на основе РМЭ), и смеси из 50% дизельного топлива, 30% биодизеля (на основе РМЭ) и 20% бутанола. Результаты испытаний показывают, что смеси, содержащей бутанол выбросов твердых частиц лучше на 33% и 39% соответственно, на 1400 мин⁻¹ и 2200 мин⁻¹ скоростях, но смесь имеет более низшую теплоемкость на 3% и 4%.

Бутанол, биодизельное топливо, дизельное топливо, двигателей внутреннего сгорания.

THREE COMPONENTS FUEL USES IN DIESEL ENGINE

Marius Mazeika, Jonas Matijosius

Abstract

Increasing prices of fossil fuels and growing efforts to protect the environment, more and more attention is paid to the biological origin of the fuel, belonging to renewable energy group. EU requirements for the incultation and development of renewable energy, tightening environmental requirements related to greenhouse emissions and waste reduction, encourages a wider use of local renewable energy resources, including biofuels. As is known, in the manufacture of traditional fuels are currently required to make an additional mixing bio-degradable additives (ethanol, RME or REE) for process promotion. In this paper is researched ternary fuel consisting of diesel – biodiesel – butanol uses in diesel engine. There analysis of biofuel using in the diesel engines was performed. Chosed combinations of fuel are these: blend of 60% diesel, 40% biodiesel (RME basis); 50% diesel, 30% biodiesel (RME basis) and 20% butanol mixture. Researches shows, that blend of butanol particular emission index is 33% better and 39% according to 1400 min⁻¹ and 2200 min⁻¹ engines speed, but fuel consumptions increases by 3% and 4% in 1400 min⁻¹ and 2200 min⁻¹ engines speed as concerns of less mixture calorific value.

Butanol, biodiesel, diesel, internal combustion engine.