

DETALIŲ PAVIRŠIAUS REGENERUOJANČIO PRIEDO ĮTAKOS VARIKLIO DARBO RODIKLIAMS TYRIMAS

Kęstutis ŠILEIKA, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas kestutis.sileika@vdu.lt

Tomas MICKEVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas tomas.mickevicius1@vdu.lt

Santrauka

Chemijos pramonei vis labiau skverbiantis į kasdienį gyvenimą, siūloma dar viena variklio priežiūros alternatyva – alyvos priedai. Daugelis šių priedų gamintojų teigia, kad šis mišinys difunduoja metalo paviršiuje, esant ribinėms tepimo sąlygoms bei dideliame slėgiui ir aukštai temperatūrai. Iš alyvos priedo komponentų formuojasi keraminis sluoksnis. Kai mikrotūriuose yra didelis slėgis ir aukšta temperatūra, šis sluoksnis iš dalies kompensuoja cilindro paviršių sudilimą ir sumažina tarpelį tarp stūmoklio ir cilindro. Tyrimo tikslas – įvertinti regeneruojančio alyvos priedo įtaką variklio darbo rodikliams. Eksperimentiniams tyrimams atlikti buvo parengta tyrimo metodika ir įranga. Atlikti variklio darbo rodiklių matavimai. Atlikus eksperimentinius matavimus, panaudojus regeneruojantį alyvos priedą, buvo nustatyta padidėjusi variklio kompresija, sumažėjusios 3,3 proc. vidutinės degalų sąnaudos. Variklio galios ir sukimo momento rezultatuose ryškių pasikeitimų nepastebėta. Panaudojus regeneruojantį alyvos priedą esant 2000 min⁻¹ sukų dažniui, azoto oksidų emisija padidėjo 9,1 proc., o anglies viendeginio emisija 10,2 proc. sumažėjo.

Reikšminiai žodžiai: vidaus degimo variklis, alyvos priedas, variklio darbo rodikliai, deginių emisija, dūmingumas

Įvadas

Šiais laikais automobilis tampa neatsiejama kasdienybės dalimi. Lietuvos Respublikos kelių transporto priemonių registre, VĮ „Regitros“ duomenimis, įregistruotų M1 klasės lengvųjų automobilių skaičius (iki 2023 m. sausio 1 d.) buvo 1558977. Šios klasės automobilių amžiaus vidurkis – 14,1 metų. Lietuvoje iš viso registruotų transporto priemonių yra 1995612 ir jų vidutinis amžius 16 metų („Regitra“, 2023).

Automobiliai miesto gatvėmis per dieną nuvažiuoja dešimtis, kartais ir šimtus kilometrų. Normalu, kad jie genda ir dėvisi. Variklis yra vienas iš svarbiausių automobilio agregatų. Variklis per transmisiją perduoda sukuriamą sukimo momentą į varančiuosius ratus, taip priversdamas automobilį judėti. Norint, kad variklis ilgiau tarnautų, reikia jį tinkamai prižiūrėti. Dažniausiai užtenka naudoti kokybiškus degalus, atlikti reguliary remonto – prižiūrėti eksploatacinių skysčių lygį ir periodiškai juos keisti, taip pat naudinga atlikti gamintojo nurodytą susidėvįnčių mazgų remontą. Tepimo alyva yra viena iš pagrindinių priemonių, padedančių sklandžiai veikti mechanizmams. Alyva turi puikiai prilipti prie detalių paviršių, sukurti tvirtą plėvelę, nuo detalių paviršių nuplauti teršalus, esant plačiam temperatūrų diapazonui, ir užtikrinti tempimą. (Baltėnas ir kt., 1998)

Efektyvūs variklio rodikliai priklauso nuo variklio konstrukcijos, naudojamų medžiagų ir detalių gamybos technologijos. Kad ir kiek yra tobulinami varikliai, eksploatacijos metu atsiranda daug pašalinių veiksnių, kurie mažina variklio ekonomiškumą. Tai gali būti eksploatacijos metu naudojami degalai, alyva, aušinimo skystis, įvairūs sandarinimo elementai. (Wong et al., 2016) Be to, eksploatacijos metu dyla ir pačios besitrinančios ar terminų ir cheminių procesų veikiamos variklio detalės ir elementai. Šiais laikais gaminami varikliai yra technologiskai sudėtingesni ir tikslesni.

Chemijos pramonei vis labiau skverbiantis į kasdienį gyvenimą, siūloma dar viena variklio priežiūros alternatyva – alyvos priedai. Kaip teigia daugelis šių priedų gamintojų, šis alyvos priedo mišinys difunduoja metalo paviršiuje, esant ribinėms tepimo sąlygoms bei dideliame slėgiui ir aukštai temperatūrai. Iš alyvos priedo komponentų formuojasi keraminis sluoksnis, kai mikrotūriuose yra didelis slėgis ir aukšta temperatūra. Šis sluoksnis iš dalies kompensuoja cilindro paviršių sudilimą ir sumažina tarpelį tarp stūmoklio ir cilindro. (Aulin et al., 2019)

Tyrimo tikslas – įvertinti regeneruojančio alyvos priedo įtaką variklio darbo rodikliams.

Tyrimo uždaviniai

1. Paruošti tyrimo metodiką ir įrangą;
2. Atlikti dyzelinio variklio cilindro kompresijos matavimus;
3. Atlikti dyzelinio variklio darbo rodiklių ir deginių emisijos matavimus.

Tyrimų objektas ir metodai

Bandymai buvo atliekami su dyzeliniu Fiat Doblo 2006 m. laidos automobiliu. Tyrimams buvo naudota nauja sintetinė variklinė alyva WOLVER Super tec, SAE 5W30, ACEA S/C. Tyrimams naudotas alyvos priedas (revitalizantas). Tai remontinis atstatomasis mišinys (metalo kondicionierius). Šis priedas specialiai sukurtas dyzeliniams

lengvųjų ir krovininių automobilių varikliams. Tinkamas naudoti su visų variklių alyvos rūšimis. Priedo granulės ištirpsta alyvoje, esant įprastai variklio darbinei temperatūrai. Revitalizacijos procesas baigiamas po 1–1,5 tūkst. kilometrų ridos.

Eksperimentinių tyrimų metu kompresimetru buvo matuojami *Fiat Doblo* dyzelinio variklio kompresijos pokyčiai. Automobilio variklio cilindų kompresijos matavimai buvo atliekami po 3 kartus. Gauti duomenys susisteminti ir apdoroti *Microsoft Excel 2016* programa.

Variklio galios matavimams atlikti buvo naudotas būgninis automobilių galios matavimo stendas. Galios matavimo bandyma, automobiliui *Fiat Doblo* buvo atlikti 4 pavara, nuo 50 km/h iki 160 km/h greičio diapazone, stendo pagalba sukuriant apkrovą. Sukimo momento ir galios matavimai buvo atliekami prieš alyvos priedo naudojimą, ir po pilnos variklio regeneracijos po alyvos priedo naudojimo.

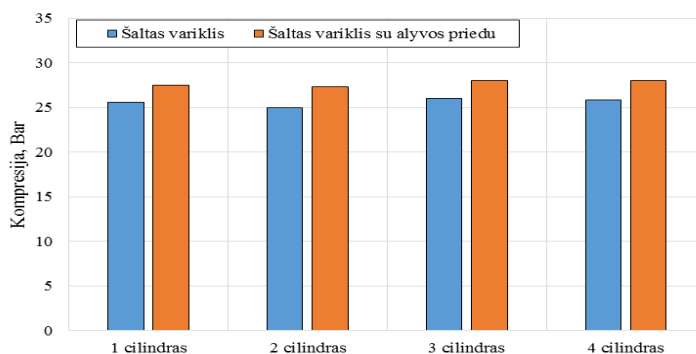
Vidutinių degalų sąnaudų parametrus registruoti, prieš priedo naudojimą variklyje ir po buvo naudojamas iOBD2 diagnostikos prietaisas.

Degimo proceso metu susiformavęs anglies viendeginis (CO), anglies dvideginis (CO₂), azoto oksidai (NO_x) ir dūmingumas (D) buvo matuojami deginių analizatoriumi Testo XL 350. Variklis buvo pašildytas iki darbinės temperatūros (alyvos temperatūra buvo 85–95 °C, o aušinimo skysčio 80–90 °C). Matavimai buvo atlikti varikliui dirbant tuščiąja eiga ir esant 2000 min⁻¹ sūkių dažniui. Varikliui veikiant nusistovėjusiais režimais buvo fiksuojama išmetamųjų dujų emisija ir dūmingumas. Statistiškai apdorojus gautus duomenis, buvo sudaryti išmetamųjų deginių emisijos grafikai.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Slėgis cilindre suslėgimo takto pabaigoje dar vadinamas variklio kompresija. Variklio kompresija apibūdina didžiausią slėgį, kurį gali sukelti stūmoklis judėdamas variklio cilindre. Bendrą variklio stovį nustatyti galima išmatuojant kompresiją, tai puiki integralinė variklio charakteristika. Eksperimentiniuose tyrimuose buvo fiksuota kompresija cilindruose prieš alyvos priedo naudojimą ir po jo.

Pateiktame 1 paveiksle matyti *Fiat Doblo* dyzelinio variklio kompresijos pokyčiai, esant šaltam varikliui. Iš pateiktų grafikų galima pamatyti, kad po regeneruojančio priedo naudojimo, automobilio *Fiat Doblo* visuose variklio cilindruose kompresija buvo didesnė: 1 cilindre kompresija padidėjo 7,4 , 2 cilindre – 9,2 , 3 cilindre –7,7 ir 4 cilindre 8,5 proc.



1 pav. *Fiat Doblo* kompresijos matavimo rezultatai

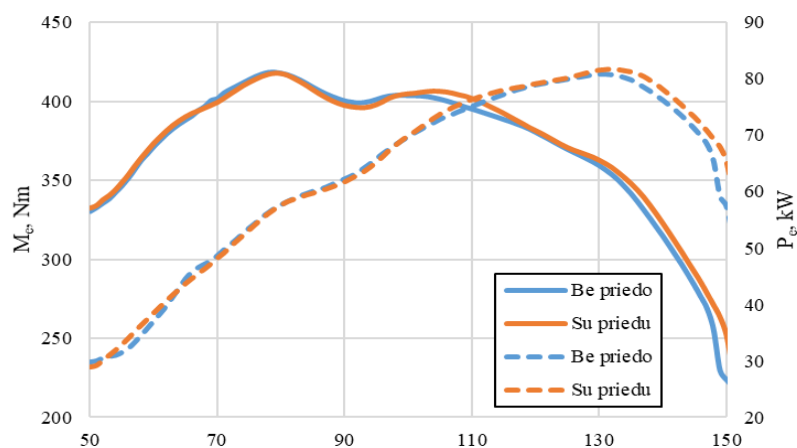
Fig. 1. *Fiat Doblo* engine compression measurement results

2 pav. pateikti *Fiat Doblo* automobilio galios ir sukimo momento matavimų kitimo rezultatai. Kaip matyti didžiausias galios pokytis fiksuotas galios piko metu. Dyzelinis variklis, dirbęs su alyvos priedu, pasiekia 2 proc. didesnę galią nei variklis, dirbęs be alyvos priedo.

Sukimo momento grafike (2 pav.) matyti, kad po variklį regeneruojančio alyvos priedo naudojimo kreivė nežymiai kito. Iš bandymo rezultatų matyti, kad reikšmingai didesnių galios ar sukimo momento reikšmių nepasiekta, tačiau galios ir sukimo momento kreivės, naudojant regeneruojantį alyvos priedą, tapo tolygesnės, kas parodo geresnį variklio darbą. Tai patvirtina ir kitų autorių gauti tyrimų rezultatai. (Tkaczyk et al., 2019).

Prieš priedo naudojimą ir po regeneruojančio priedo naudojimo buvo stebimos vidutinės *Fiat Doblo* automobilio degalų sąnaudos mieste, važiuojant darbo dienomis tuo pačiu stiliumi ir maršrutu. Analizuojant, gautus duomenis buvo pastebėta, kad degalų sąnaudos po alyvos priedo naudojimo gautos 3,3 proc. mažesnės, kadangi padidėjus kompresijai pagerėjusiam degimui reikia mažiau degalų tam pačiam energijos kiekiui išgauti.

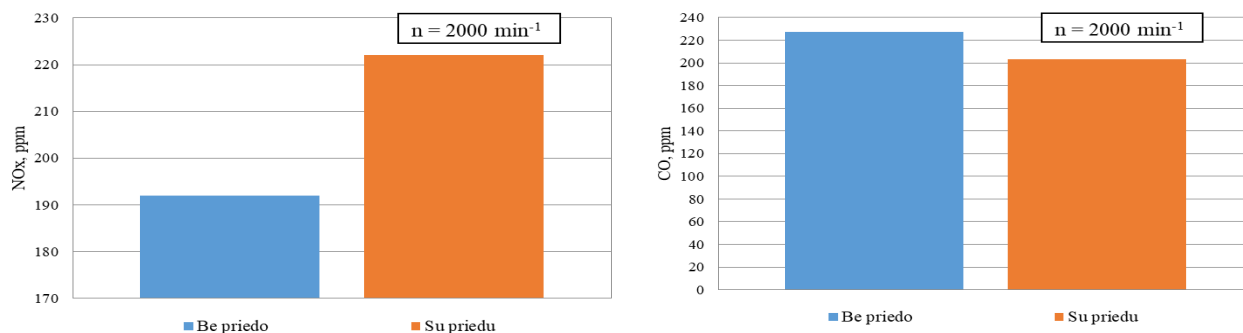
Fiat Doblo dyzelinio variklio azoto oksidų (NO_x) emisijos kitimas, prieš regeneruojančio alyvos priedo naudojimą ir po jo pateiktas 3 paveiksle. Azoto oksidų (NO_x) išmetamosiose dujose kiekis prieš alyvos priedo naudojimą buvo mažesnis. Esant 2000 min⁻¹ sūkių dažniui, naudojant alyvos priedą variklyje, azoto oksidų emisija 9,1 proc. padidėjo. Tai paaiškinama alyvos priedo naudojimo atveju. Iš pateikto 1 paveikslo matyti, kad panaudojus alyvos priedą, dyzeliniame variklyje padidėjo cilindų kompresija, taip pat padidėjo ir temperatūra cilindre, pagerėjo degimas, o tai lemia didesnę išmetamą azoto oksidų kiekį.



2 pav. Fiat Doblo automobilio galios ir sukimo momento matavimų kitimo rezultatai
Fig. 2. Fiat Doblo vehicle power and torque measurement results

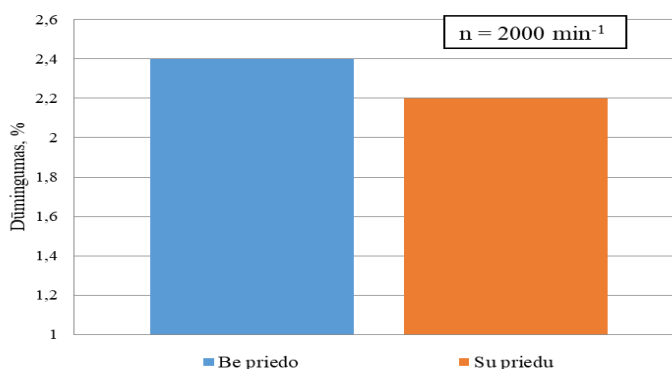
3 paveiksle pateiktas Fiat Doblo dyzelinio variklio anglies viendeginio (CO) išmetamosiose dujose emisijos kitimas, varikliui veikiant 2000 min⁻¹ sūkių dažniu, prieš regeneruojančio alyvos priedo naudojimą ir po jo.

Iš grafiko matyti, kad naudojant revitalizanto priedą variklinėje alyvoje anglies viendeginio emisija sumažėjo 10,2 proc., kadangi degusis mišinys geriau sudegdavo. Tai sutampa ir su kitų autorių gautais tyrimų rezultatais (Olkhovatsky et al., 2010).



3 pav. Fiat Doblo automobilio azoto oksidų ir anglies viendeginio emisijos kitimas esant 2000 min⁻¹
Fig. 3. Fiat Doblo alteration of vehicle nitrogen oxide and carbon monoxide emissions, when 2000 rpm

Fiat Doblo dyzelinio variklio dūmingumo kitimo rezultatai prieš regeneruojančio alyvos priedo naudojimą ir po jo pateikti 4 paveiksle.



4 pav. Fiat Doblo automobilio dūmingumo kitimas esant 2000 min⁻¹
Fig. 4. Fiat Doblo alteration of vehicle exhaust emissions, when 2000 rpm

Iš pateiktų grafikų matyti, kad prieš alyvos priedo panaudojimą dūmingumas buvo didesnis. Varikliui dirbant 2000 min⁻¹ sūkių dažniu, supylus alyvos priedą į variklį ir su juo pravažiavus revitalizacijos proceso ridą, dūmingumas sumažėjo 10,5 proc., t. y. gauti panašūs kaip ir kitų emisijų rezultatai, išskyrus azoto oksidų, nes pagerėjus degiojo mišinio sudegimui esant didesnei kompresijai, kai pasiekama didesnė temperatūra, kietosios dalelės geriau sudegdavo, todėl mažesnis jų kiekis buvo išmetamas į aplinką.

Išvados

1. Naudojant regeneruojantį alyvos priedą, automobilio *Fiat Doblo* variklio kompresija atitinkamai didėjo: 1 cilindre – 7,4, 2 cilindre – 9,2, 3 cilindre – 7,7 ir 4 cilindre – 8,5 proc., galimai dėl alyvos revitalizanto poveikio ant cilindrų sienelių susidariusio paviršiaus sluoksnio, mažinančio trintį ir didinančio sandarumą tarp cilindro sienelių ir stūmoklio.

2. Panaudojus regeneruojantį alyvos priedą variklio galios ir sukimo momento rezultatai reikšmingai nepakito. Varikliui išdirbus 1500 km su regeneruojančiu alyvos priedu, jo galia padidėjo 2 proc., tačiau tam galėjo turėti įtakos ir galios stendo paklaidos variacijos.

3. Dyzeliniam varikliui dirbant su regeneruojančiu alyvos priedu, vidutinės degalų sąnaudos buvo 3,3 proc. mažesnės, nes padidėjus kompresijai ir pagerėjus degimui reikalinga mažiau degalų tam pačiam energijos kiekiui išgauti.

4. Panaudojus regeneruojantį alyvos priedą esant 2000 min⁻¹ sūkių dažniui, dėl padidėjusios kompresijos ir temperatūros variklio cilindruose, azoto oksidų emisija padidėjo 9,1 proc., o geriau sudegus degiajam mišiniui anglies viendeginio emisija sumažėjo 10,2 proc.,.

5. Panaudojus variklinį alyvos priedą varikliui dirbant tuščiosios eigos režimu, veikiantis variklis dūmino 10,5 proc. mažiau, palyginus su atveju, kai buvo naudojama nauja alyva be priedo, nes didesnėje temperatūroje kietosios dalelės geriau sudegdavo.

Literatūra

1. Aulin, V., Hrynkiv, A., Lysenko, S., Lyashuk, O., Zamota, T., Holub, D. 2019. Studying the tribological properties of mated materials C61900-A48-25BC1. 25BNo. 25 in composite oils containing geomodifiers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5(12), p. 38–47.
2. Olkhovatsky, A. K., Lyalyakin, V. P., Soloviev, R. Y., Mazalov, Y. A., Gitelman, D. A. 2010. Nanomaterials in the Technical Service of Agricultural Machines.
3. Baltėnas, R., Sologubas, L. Sologubas, R. 1998. Automobilių degalai ir tepalai. Vilnius, P. 58–63.
4. Tkaczyk, M., Skrętowicz, M., Krakowian, K. 2019. Analysis of influence of using catalyst and polar additives on engine performance and exhaust emission. *Combustion Engines*, Vol. 177(2), p. 3-6.
5. Valstybės įmonė „Regitra“ [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2023-02-20]. Žiniatinklis: http://www.regitra.lt/lt/registrai/_st
6. Wong, V. W., Tung, S. C. 2016. Overview of automotive engine friction and reduction trends–Effects of surface, material, and lubricant-additive technologies. *Friction*, Vol. 4, p. 1–28.

STUDY OF THE INFLUENCE OF PARTS SURFACE REGENERATING ADDITIVE ON ENGINE PERFORMANCE INDICATORS

Summary

As the chemical industry increasingly affects daily life, another alternative to engine maintenance is being offered - oil additives. According to many manufacturers of these additives, under extreme lubrication conditions and at high pressures and high temperatures, this mixture diffuses into the metal surface. At high pressures and high temperatures, a ceramic layer is formed from the components of the oil additive. This layer partially compensates for the wear of the cylinder surfaces and reduces the gap between the piston and the cylinder. The research aim was to evaluate the influence of regenerating oil additive on engine performance. Research methodology and equipment were prepared for conducting experimental studies. Experimental measurements showed an increase in engine compression and 3.3% reduction in average fuel consumption after using the regenerative oil additive. No significant changes were observed in the engine power and torque results. At engine speed of 2000 rpm, after using the regenerating oil additive, the emission of nitrogen oxides increased by 9.1%, and the emission of carbon monoxide decreased by 10.2%.

Keywords: internal combustion engine, oil additives, engine performance, emissions, vehicle exhaust emissions