



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Arnas Kašauskas

**EKSPLOATACINIŲ PRIEDŲ ĮTAKOS DYZELINIO VARIKLIO
PARAMETRAMS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Ramūnas Skvireckas

KAUNAS, 2016

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**EKSPLOATACINIŲ PRIEDŲ ĮTAKOS DYZELINIO VARIKLIO
PARAMETRAMS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

Vadovas

Doc. dr. Ramūnas Skvireckas

Recenzentas

Doc. dr. Darius Juodvalkis

Projektą atliko

Arnas Kašauskas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS KATEDRA

Suderinta:

2015 m. rugsėjo mėn. 5 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui: *Arnui Kašauskui*

1. Projekto tema:

„Eksploatacinių priedų įtakos dyzelinio vidaus degimo variklio parametrų tyrimas“

Patvirtinta: 2016 m. gegužės mėn. 3 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-7

2. Projekto tikslas:

Nustatyti eksploatacinių priedų įtaką dyzelinio vidaus degimo variklio parametrų.

3. Projekto uždaviniai ir reikalavimai:

- išnagrinėti dyzelinių vidaus degimo variklių eksploatacinius priedus;
- atsižvelgiant į panašius atliktus tyrimus parengti tyrimų metodiką;
- panaudoti eksploatacinius dyzelinių vidaus degimo variklių priedus ir ištirti jų poveikį variklio parametrų;
- palyginti eksperimentiškai gautus duomenis;
- pateikti išvadas ir rekomendacijas.

4. Projekto konsultantai (nurodant projekto skyrius)¹:

5. Užduoties išdavimo terminas: 2015 m. rugsėjo mėn. 5 d.

Užbaigto projekto pateikimo terminas: 2016 m. gegužės mėn. 20 d.

Vadovas: Ramūnas Skvireckas

(vardas, pavardė)

(parašas)

Užduotį gavau: Arnus Kašauskas

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

¹ Esant reikalui, suderinus su katedros vedėju



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Arnas Kašauskas

(Studento vardas,pavardė)

Transporto priemonių inžinerija M5036M21

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Eksploatacinių priedų įtakos dyzelinio variklio parametrams tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. Gegužės 18 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Arno Kašausko**, baigiamasis projektas tema „Eksploatacinių priedų įtakos dyzelinio variklio parametrams tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Kašauskas, Arnas. Eksploatacinių priedų įtakos dyzelinio vidaus degimo variklio parametrams tyrimas. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Ramūnas Skvireckas; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, Transporto inžinerija (03T)

Reikšminiai žodžiai: tyrimas; dyzelinis vidaus degimo variklis; eksploataciniai priedai; alyva; degalai.

Kaunas, 2016. 63 p.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas išanalizuoti dyzelinių vidaus degimo variklių eksploatacinių priedų įtaką variklio parametrams. Tikslui pasiekti išsikelti tokie uždaviniai: išnagrinėti dyzelinių vidaus degimo variklių eksploatacinius priedus, parengti būsimų tyrimų metodiką, panaudoti eksploatacinius dyzelinių vidaus degimo variklių priedus, palyginti rezultatus gautus prieš priedų naudojimą ir po jų naudojimo.

Bandymams pasirinktas automobilis Nissan Primera (P11), turintis 1974 cm³ darbo tūrio, 4 cilindrų, SDI turbokompresorinį variklį. Naudojant alyvos ir degalų papildus atlikti praktiniai tyrimai, kurių metu nustatyta jų įtaka variklio parametrams.

Pirmiausia atlikta literatūros analizė, susipažinta su dažnai pasitaikančiais gedimais ir jų priežastimis – degalų sistemos užterštumu, nuodėguliais. Apžvelgti degalų ir konkrečiai dyzelino priedai ir jų komponentai. Sužinoti dyzelino kokybę apibrėžiantys rodikliai. Susipažinta su emisijų standartais ir automobilių variklių Euro standartų atitikimu pagal kilmės šalį ir gamybos metus.

Atsižvelgiant į analogiškus tyrimus sudaryta darbo atlikimo metodika. Tyrimams pasirinkti eksploataciniai priedai. Tyrimą sudarė trys etapai. Pirmajame etape pamatuotos parametrų reikšmės pagal kurias buvo vertinama eksploatacinio priedo įtaka dyzeliniam vidaus degimo varikliui. Antrajame etape pakeista variklio alyva ir supiltas alyvos papildas. Nuvažiavus 15 tūkst. kilometrų, alyva pakeista dar kartą ir pamatuotas parametrų pokytis. Trečiajame etape automobiliui pripiltas pilnas bakas degalų ir supiltas priedas valantis degalų sistemą. Išvažinėjus degalus sumaišytus su priedu vėl pamatuotas stebimų parametrų pokytis. Pokyčiams stebėti buvo naudojami išmetamųjų dujų analizatorius, dūmingumo matuoklis, optinis dūmomatis, kompresimetras, diagnostinis stendas ir garso matuoklis.

Apibendrinant galima teigti, kad geresnius rezultatus parodė degalų sistemos valiklis, kuris padidino ir sulygino kompresiją. Taip pat visų bandymų metu beveik 6 kartus sumažėjo optinis deginių skaidrumas ir 3 kartus sumažėjo deginių absorbcijos koeficientas. Ryškesnių variklio skleidžiamo garso pokyčių nepastebėta.

Šis darbas iš kitų išsiskiria tuo, kad bandymams buvo naudojamas automobilis, kurio amžius panašus kaip vidutinio Lietuvoje eksploatuojamo automobilio, bandymai užtruko apie metus laiko, per kuriuos nuvažiuota daugiau nei 16 tūkst. kilometrų. Taip pat bandymams vietoje galios nustatymo galios stendu buvo matuojamas kompresijos pokytis.

Kašauskas, Arnas. *Investigation Of Influence Of Operational Accessories On Diesel Internal Combustion Engine Parameters: Master's thesis* supervisor assoc. prof. Ramūnas Skvireckas. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Science, Transport Engineering (03T)

Key words: investigation; diesel internal combustion engine; operational accessories; oil; fuel. Kaunas, 2016. 63 p.

SUMMARY

The main aim of the thesis is to investigate the influence of operational accessories on the diesel internal combustion engine parameters. To following tasks were performed to achieve the aim: diesel internal combustion engine performance additives were examined, future research methodology was prepared, operational diesel internal combustion engine accessories were used, the results obtained by the use of additives before and after use were compared.

For the tests a car Nissan Primera (P11) with 1,974 cm³ displacement, 4-cylinder, SDI turbocharged engine was selected. Oil and fuel additives were used to perform practical research, which showed their influence on engine parameters.

First of all, the literature analysis was performed, the common faults and their causes - the fuel system contamination, the grime were analyzed. Fuel and in particular diesel fuel additives and components were overviewed. Diesel defining quality indicators were learned. Emission standards and automotive engine Euro standards compliance by country of origin and year of manufacture were familiarized.

Work performance methodology was designed according to analogue researches. Performance additives were chosen. The research consisted of three phases. On the first stage the values of the parameters were measured by which operational additive on diesel internal combustion engine is evaluated. On the second stage, the engine oil was changed and oil supplement was added. Having driven 15 thousand kilometers, the oil was changed again and parameters change was measured. On the third stage, the car tank was filled full with fuel and additive that cleans the fuel system was poured. When the mixture of fuel and additive was driven out, the observable parameters change was measured. Exhaust gas analyzer, smoke meter, optical opacimeter, compressimeter, diagnostic stand and audio meter were used for change observation.

In summary it is possible to state that better results have been shown by fuel system cleaner, which increased and leveled compression. Also, in all tests the optical transparency of the gases decreased almost 6 times and the absorption coefficient of the exhaust gases decreased 3 times. No more significant changes of engine sound were noticed.

The research is special in comparison to other thesis because the tests had been performed with a car, which lifespan is similar to car lifespan operating in Lithuania, the tests lasted for about a year during which more than 16 thousand kilometers were traveled. Also, instead of testing power with a power stand, a compression change was measured.

TURINYS

Įvadas.....	8
1. Bendrosios žinios apie dyzelinius variklius ir dyzeliną.....	10
1.1.1 Dažnai pasitaikantys variklio gedimai ir jų priežastys	10
1.1.2 Degalų sistemos užterštumas	10
1.1.3 Nuodėguliai variklyje	13
1.1.4 Degalų priedai.....	14
1.1.5 Dyzelino priedai ir jų komponentai	16
1.1.6 Dyzelino kokybę apibrėžiantys rodikliai	19
1.1.7 Automobilių ekologijos EURO standartai.....	21
1.1.8 Išmetamosiose dujose analizuojami komponentai.....	22
1.2 Atliktų tyrimų naudojant degalų papildus apžvalga.....	24
1.2.1 VGTU degalų priedų tyrimas	24
1.2.2 „STP“ dyzelinės degalų sistemos variklio bandymas	26
1.2.3 Televizijos laidos „5th Gear“ bandymas	28
2. Tyrimų metodika.....	30
2.1 Eksperimente naudojamo automobilio aprašas	30
2.1.1 Automobilio aprašas	30
2.1.2 Dyzelinio vidaus degimo variklio aprašymas	32
2.2 Eksperimente naudojamos įrangos aprašas.....	33
2.2.1 Išmetamųjų dujų analizatorius	33
2.2.2 Dūmingumo matuoklis	35
2.2.3 Kompresimetras	37
2.2.4 Garso matuoklis	38
2.2.5 Universalus diagnostikos stendas	39
2.2.6 Optinis dūmomatis „DO-1“	41
3. Natūrinių eksperimentų rezultatai.....	43
3.1.1 Automobilio išmetamųjų dujų sudėties tyrimų rezultatai.....	44
3.1.2 Mechaninių kompresijos bandymų rezultatai	48
3.1.3 Santykinės kompresijos bandymų rezultatai.....	49
3.1.4 Optiniai deginių skaidrumo bandymų rezultatai.....	50
3.1.5 Absorbcijos koeficiento nustatymas	51
3.1.6 Variklio skleidžiamo garso tyrimo rezultatai.....	52
Darbo apibendrinimas	54
Išvados.....	55
Literatūra	57
Priedai.....	60

Ivadas

Šiuolaikiniame gyvenime automobilis tampa neatsiejama kasdienybės dalimi. VĮ „Regitros“ duomenimis, Lietuvos Respublikos kelių transporto priemonių registre įregistruotų M_1 (transporto priemonės keleiviams vežti, turinčios ne daugiau kaip 8 sėdimas vietas keleiviams ir 1 sėdimą vietą vairuotojui, kurių bendroji masė neviršija 3,5 t), transporto priemonių skaičius 2016 m. sausio 1 d. buvo 1212886. Vidutinis šios klasės automobilių amžius – 15 metų. Iš viso Lietuvoje registruotų transporto priemonių yra 1488899 ir jų vidutinis amžius 14,9 metų [7].

Miesto gatvėmis automobiliai per dieną nuvažiuoja dešimtis, kartais ir šimtus kilometrų. Natūralu, kad jie genda bei dėvisi. Vienas svarbiausių automobilio agregatų yra variklis. Variklis transmisija perduoda sukuriamą sukimo momentą į varančiuosius ratus taip priversdamas automobilį judėti. Generatorius aprūpina įrenginius elektra, aušinimo sistema šildo automobilio saloną. Ir dar atlieka nemažai funkcijų.

Variklio geram darbui užtikrinti, reikėtų jį tinkamai prižiūrėti. Dažniausiai užtenka naudoti kokybiškus degalus, atlikti planinį remontą – prižiūrėti eksploatacinių skysčių lygį ir periodiškai juos keist, taip pat atlikti einamąjį remontą.

Šiais laikais chemijos pramonei vis labiau skverbiantis į kasdienį gyvenimą, siūloma dar viena variklio priežiūros alternatyva – degalų priedai. Kaip teigia daugelis šių priedų gamintojų, priedai sumažina degalų sąnaudas ir emisiją, valo maitinimo sistemą bei nuodėgulių sankaupas, gerina variklio darbą ir pailgina veikimo laiką.

Šio darbo tikslas – išanalizuoti dyzelinių vidaus degimo variklių eksploatacinių priedų įtaką variklio parametrų. Tikslui pasiekti išsikelti tokie uždaviniai:

- Išnagrinėti dyzelinių vidaus degimo variklių eksploatacinius priedus;
- atsižvelgiant į panašius atliktus tyrimus parengti tyrimų metodiką;
- panaudoti eksploatacinius dyzelinių vidaus degimo variklių priedus ir ištirti jų poveikį variklio parametrų;
- palyginti eksperimentiškai gautus duomenis;
- pateikti darbo išvadas ir pasiūlymus.

Darbe atlikta literatūros analizė ir susipažinta su dažnai pasitaikančiais dyzelinių vidaus degimo variklių gedimais, kurie susiję su degalų sistemos užterštumu, nuodėguliais. Sužinoti dyzelino kokybę apibrėžiantys rodikliai. Išanalizuoti analoginiai eksperimentai ir juose gauti rezultatai.

Atsižvelgiant į jau atliktų eksperimentų rezultatus parengta nauja eksperimentų metodika.

Eksperimentinėje dalyje atlikti natūriniai eksperimentai, kurių metu nustatyti dyzelinio vidaus degimo variklio matuojamųjų parametrų pokyčiai prieš ir po eksploatacinių priedų naudojimo. Gauti duomenys suvesti į lenteles, nubraižyti grafikai, atliktas rezultatų palyginimas.

Pateiktos išvados.

1. Bendrosios žinios apie dyzelinius variklius ir dyzeliną

Variklis – tai energetinis įtaisas, verčiantis kokios nors rūšies energiją mechaniniu darbu.

Automobilių varikliuose degimo šiluma yra mechaninio darbo šaltinis. Tokie varikliai vadinami šiluminiais. Juose degimas vyksta uždaroje ertmėje, vadinamoje cilindru, todėl labiausiai paplitęs pavadinimas vidaus degimo varikliai.

Vidaus degimo varikliai pagal konstrukciją būna stūmokliniai, rotoriniai, dujų turbininiai ir reaktyvieji. Dėl savo sudėtingumo ir dar kai kurių eksploatacinių savybių rotoriniai, dujų turbininiai ir reaktyvieji varikliai automobiliuose beveik nenaudojami [3].

Pirmąjį vidaus degimo variklį 1860 m. sukonstravo E. Lenuaras. 1876 m. N. Otas sukūrė keturtaktį vidaus degimo variklį. 1897 m. dyzelinį variklį išrado Rudolfas Dyzelis [8].

Dyzeliniai varikliai dar vadinami savaiminio užsiliepsnojimo varikliais. Oro, tiekiamo į cilindrą, kiekis juose visada išlieka vienodas, o reguliuojamas tik degalų kiekis. Degalų ir oro santykis, atsižvelgiant į tai, koku režimu dirba variklis, kinta nuo 1,3 iki 5. Tokiame variklyje per įsiurbimo vožtuvą tiekiamas tik oras. Kad visiškai sudegtų 1 kg dyzelino, reikia 14,5 kg oro. Dyzeliniam variklyje suslėgimo pabaigoje temperatūra turi viršyti degalų užsiliepsnojimo temperatūrą. Suslėgimo takto pabaigoje slėgis cilindre – 2,5–5,5 MPa, oro temperatūra pakyla iki 850–1000 °C. Tada gaunamas stabilus užsiliepsnojimas [3].

1.1.1 Dažnai pasitaikantys variklio gedimai ir jų priežastys

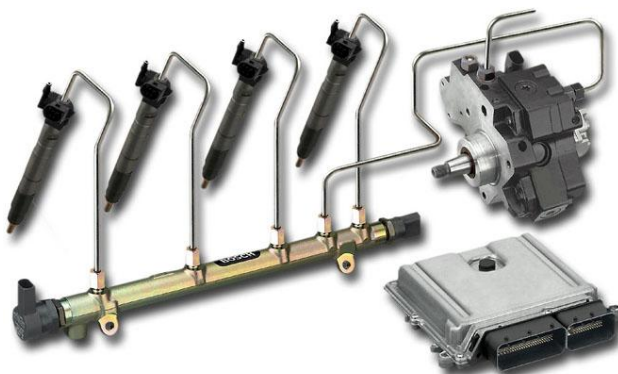
Tobulėjant šiuolaikiniams automobilių varikliams, tobulėja ir sistemos, reguliuojančios variklio darbą. Pavyzdžiui, pjezo purkštuvai leidžia degalų įpurškimo taktą suskaidyti į 7 atskirus degalų įpurškimus ir taip išgauti geresnes galios ir ekonomijos charakteristikas. Tačiau, kuo tikslesnė sistema, tuo ji jautresnė. Taip yra ir su šiais purkštuvais, net mažiausi 5 μm nešvarumai gali užkimšti purkštuvą.

1.1.2 Degalų sistemos užterštumas

Maitinimo sistemos užterštumo problema yra aktualesnė vairuotojams, vairuojantiems dyzelinius automobilius.

Kylant degalų kainoms neretas susigundo pigesniais atvežtiniais degalais iš rytų. Tačiau taupant keliolika ar kelias dešimtis centų galima prisidaryti problemų už kelis tūkstančius eurų.

„Common rail“ degalų tiekimo sistemoje (1.1 pav.) variklio darbo metu, aukšto spaudimo degalų siurblys sukelia labai aukštą 250 – 1800 barų spaudimą ir tuo pačiu metu yra sutepamas dyzelinu. Siurbliui tai yra būtina. Patekę mechaniniai nešvarumai: vanduo, mikrošiukšlės, rūdys ir kitos nepageidautinos priemaišos, nesusijusios su dyzelinu, gadina siurblių – jis pradeda „griaužti save“. Tokio nepageidaujamo proceso padariniai – mikroskopinio dydžio metalo drožlės, kurios gadina tą patį aukšto slėgio siurblių, purkštuvus, slėgio jutiklius ir trumpina jų gyvavimo laikotarpį [9].



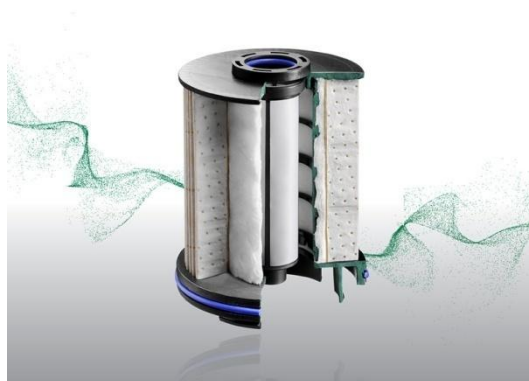
1.1 pav. „Common rail“ degalų sistemą sudaro purkštuvai, aukšto slėgio vamzdeliai, degalų skirstytuvai, slėgio jutiklis, aukšto slėgio degalų siurblys, valdymo vožtuvas ir elektroninis valdymo blokas [9]

„Pumpe dūse“ degalų sistemoje (1.2 pav.) slėgis sukiamas purkštuve esančiu siurbliuku. Sukdamasis, variklio paskirstymo velenėlis, kumšteliu mechaniškai veikia siurblio – purkštuvo plunžerinę porą ir taip vyksta pumpavimas [10].



1.2 pav. „Pumpe dūse“ degalų sistemą sudaro purkštuvai – siurbliukas ir elektroninis valdymo blokas [10]

Kadangi sistemos yra labai tikslios ir jautrios menkiausioms nepageidautinoms priemaišoms, atidžiai reikėtų rinktis ir degalų filtrą. Patikimų gamintojų, pavyzdžiui, „MANN“ (1.3 pav.) filtrai, filtruoja priemaišas maždaug nuo 5 μm (plg. žmogaus plauko storis apie 70 μm). Su tokiu filtru nuvažius 8000 – 9000 km filtracijos laipsnis sumažėja iki 15 – 20 μm . O nuvažius 25000 km filtras tiesiog susiardo ir degalai nefiltruojami patenka į variklį [9].

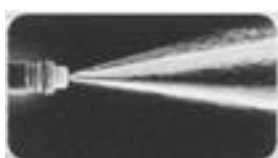


1.3 pav. „MANN“ firmos 3 lygių filtravimo filtras [9]

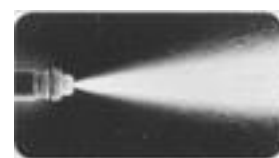
Žemesnės klasės gamintojų degalų filtrų filtracijos laipsnis nuo pat pradžių būna apie 30 – 50 μm . Todėl, kai kurie gamintojai anuliuoja garantiją, jei automobilyje nors kartą buvo naudotas toks degalų filtras [9].

Kaip teigia „Valvoline“ atstovai, „jei maitinimo sistemoje yra nuosėdų, degalų ir oro mišinys degimo kameroje tampa neoptimalus, todėl sumažėja galia ir pablogėja variklio darbas. „Valvoline“ maitinimo sistemų valikliai valo visas svarbiausias dalis, nes maitinimo sistemos valiklio komponentai patenka į degimo kamerą ir ją išvalo.“

Tai pat 1.4 paveikslėlyje pateikta purkštuvu purškiamą srovę prieš degalų papildą naudojimą a), ir po degalų papildą naudojimo b).



a)



b)

1.4 pav. Dyzelinio variklio purkštuvai [6]:

- a) purkštuvu purškiamą srovę prieš degalų papildą naudojimą;
- b) purkštuvu purškiamą srovę po degalų papildą naudojimo

1.1.3 Nuodėguliai variklyje

Nespėjusių sudegti degalų šalutinis produktas – nuodėguliai, kurie formuojasi ant įsiurbimo vožtuvų galvučių, stūmoklių darbinių paviršių, sandarinimo žiedų. Pagrindinė problema kyla dėl nuodėgulių, besiformuojančių ant vožtuvų galvučių. Taip pat nuodėguliai, atsiradę ant vožtuvo darbinės dalies, vožtuvui užsidarant remiasi į variklio galvutėje esančias specialiai pagal vožtuvo galvutę ištekintas ertmes ir keičia jų geometriją. Dėl šių problemų vožtuvai užsidaro nesandariai, dėl to galimas kompresijos nuotėkis.

„Valvoline“ profesionalių produktų serijos VPS specifikacijoje pateikta, kad po šio gamintojo degalų papildų vartojimo vožtuvai (1.5 pav., b) ir cilindro darbiniai paviršiai (1.6 pav., b) išvalomi nuo nuodėgulių.



a)



b)

1.5 pav. Dyzelinio variklio vožtuvai [6]:

- a) vožtuvas prieš kuro papildų naudojimą;
- b) vožtuvas po kuro papildų naudojimo



a)



b)

1.6 pav. Dyzelinio variklio degimo kamera [6]:

- a) cilindro darbinis paviršius prieš degalų papildų naudojimą;
- b) cilindro darbinis paviršius po degalų papildų naudojimo

Papildų naudojimo metu, dėl juose esančių priemaišų, variklio degimo kameroje padidinama temperatūra. Dėl jos nuodėgulių sankaupos nudeginamos nuo vožtuvų bei stūmoklių ir išmetimo takte išstumiamos lauk iš variklio.

1.1.4 Degalų priedai

Priedų paskirtis – pagerinti tas eksploatacines savybes, kurių nebegalima pagerinti gamybos proceso metu keičiant degalų sudėtį. Kai kurių savybių kurui suteikti nepridedant priedų nėra techniškai įmanoma.

Eksploatacinės degalų savybės iš esmės nebesikeičia jau bene dešimtį metų. Tai lemia tai, kad degalų eksploatacinių savybių riba jau pasiekta. Nekeičiant variklių konstrukcijos geresnių rodiklių pasiekti neįmanoma, o kai kuriais atvejais ir netikslinga. Todėl, norint užtikrinti geresnę automobilio sistemų eksploataciją, naudojami multifunkciniai priedai. Iš esmės tai daugelio priedų mišinys, kurio proporcijos turėtų būti derinamos prie degalų gamintojo produkcijos. Paskutinius dešimtį metų intensyviai keičiami tik ekologiniai reikalavimai. Eksploataciniai degalų kokybės reikalavimai per tą laiką iš esmės nesikeičia [11].

Oksidacinis stabilumas. Oksidaciją pagreitina metalų jonai, ypač vario, kuris veikia kaip oksidacijos katalizatorius. Todėl pirmoji priemonė, apsauganti benzina nuo oksidacinio senėjimo, yra metalų jonų dezaktyvacija. Kai kurie organiniai junginiai su metalų jonais sudaro kompleksinius junginius, todėl metalai tampa neaktyvūs. Šiaip benzino senėjimo procesas dažniausiai slopinamas pridedant ***antioksidantų***. Benzino atsparumą oksidacijai (ir atsparumą senėjimui) ypač mažina jame esantys olefinai (alkenai). Benzino atsparumas oksidacijai nustatomas pagal oksidacijos indukcijos periodo trukmę (ASTM D 525, GOST 4039–48). Indukcijos periodas yra pradinis laikotarpis, kuriame oksidacijos reakcija yra dar nepastebima. Kuo ilgesnis indukcijos periodas, tuo benzino atsparumas oksidacijai didesnis [11].

Plovimo savybės. Benzino plovimo savybės dabartinių standartų dar nereglamentuojamos. Benzino kokybei įvertinti CEC yra sukūrusi tris variklio benzino tiekimo sistemos švarumo nustatymo standartus (CEC F–03–T–81, CEC F–04–A–87 ir CEC F–05–A–94), o ACEA reikalauja švarumo rodiklius įtraukti į benzino standartą. Benzino plovimo geba nustatoma pagal nuodegų bei apnašų susidarymą ant įleidimo vožtuvo ir purkštuvo. Gerosios stambiųjų naftos kompanijų benzinuose yra plovimo priedų, kurie palaiko variklį švarų, pvz., AB „Mažeikių naftos“ *Ventus*, „Statoil“ – *Stimuli*, „Neste“ – *Futura* ir pan [11].

Nuodėgos. Nuodegos susidaro degimo kameroje ant įleidimo ir išleidimo vožtuvų. Tai viena svarbiausių benzininių variklių eksploatacinių problemų. Jų kaupimosi greitis priklauso nuo degalų cheminės sudėties, švino bei sieros ir aromatinių junginių kiekio. Pastarųjų kiekiui padidėjus nuo 25

iki 52 %, nuodegų pagausėja dvigubai. Sieros kiekiui padidėjus nuo 0,02 iki 0,2 %, nuodegų susidaro 6 kartus daugiau, o kai benzine yra 0,26 g/l švino junginių, susidaro 1,5 karto daugiau nuodegų [11].

Benzino priedai. Suteikti benzinui reikiamą savybių derinį vien tik koreguojant jo cheminę sudėtį yra beveik neįmanoma. Net ir kai kurias funkcines savybes yra lengviau pagerinti priedais, negu keičiant sudėtį, pvz., gauti reikiamą oktanių skaičių. Todėl įvairūs benzino, kaip ir kitų naftos produktų, priedai yra labai svarbūs dėl to juos parinkdami bei tarpusavyje suderindami naftos produktų gamintojai skiria labai daug dėmesio. Priedams parinkti ir tarpusavyje suderinti reikalingi kruopštūs ir brangiai kainuojantys moksliniai bei technologiniai tyrimai, todėl produktų aprašuose stengiamasi pabrėžti teigiamą naujų priedų poveikį. Esant gausybei nevienodo efektyvumo priedų rūšių, naftos kompanijos gali kurti savo firminius produktus su išskirtinėmis savybėmis. Taip „Shell“, „Neste“, „Texaco“, „Aral“ ir kitų kompanijų naujieji reformuluoti benzinais tapo išskirtiniais ne tik patobulinus benzino junginių sudėtį, bet ir sukūrus originalius priedų *rinkinius*, iš esmės pagerinusius kai kurias svarbias funkcines benzino savybes – gebėjimą užtikrinti variklio švarą, papildomą besitrinančių dalių tepimą, degimo režimą ir k.t. Bendras benzino priedų kiekis nėra didelis apie 0,2—0,3 %, retai kada pasiekia 1,0 % [11].

Antidetonaciniai priedai. Anksčiau benzino antidetonacinės savybės būdavo gerinamos švino junginių priedais. Dabar šios benzino savybės daugiausia gerinamos tobulinant benzino sudėtį ir pridėdant didelį kiekį oksigenatų, kurie jau laikomi savarankiškais benzino komponentais. Benzino degimui pagerinti jau seniai ieškoma kitokių priedų. Vienu metu buvo naudojami organiniai mangano junginiai (MMT) ir ferocenai. Tačiau dabar antidetonacinių savybių pagerinimas nėra toks aktualus, kadangi nauji benzino gamybos metodai ir labai efektyvūs oksigenatai leidžia pakankamai lengvai koreguoti benzino oktanių skaičių (detonacinį stabilumą). Tokiu būdu, atsisakius švino junginių priedų, teko spręsti dar vieną šių priedų funkciją – vožtuvų lizdų tepimą, kurį sėkmingai atlikdavo plona švino oksido plėvelė. Naujuose automobiliuose šie lizdai gaminami iš kietų medžiagų ir dilimo problemos beveik nėra, tačiau benzinas senesniems automobiliams turi pasižymėti tepimo savybėmis. Nuo 1986 metų šiam tikslui „Shell“ pradėjo naudoti organinius kalio junginius (benzinas *Formula Shell*). Tokiu būdu, sukūrus gerai tepantį benzina, buvo galima visiškai atsisakyti švino junginių ir kaip antidetonatorių, ir kaip tepimo medžiagų. Organinių kalio junginių yra dedama tik į bazinį benzina. Naujuosius kalio junginių tepimo priedus gamina arba pačios naftos kompanijos (pvz., „Shell“ priedas *TOUCAN* benzinui *Formula Shell*), arba chemijos koncernai (pvz., „BASF“ priedas *Kerocom ES 3280* - olefino (alkeno) ir maleino anhidrido

kopolimero kalio druska) ir kt., kurių produkciją naudoja benziną gaminančios ir pardavinėjančios kompanijos, pvz., „Statoil“ benzinui *Stimuli K* [11].

1.1.5 Dyzelino priedai ir jų komponentai

Užsidegimo pagerinimo priedai (cetano skaičiaus pagerinimo priedai). Cetano skaičiaus padidinimas naudojant priedus yra vertinga degalų kokybės pagerinimo priemonė. Šie priedai taip pat sumažina deginių kiekį, ypač CO, ir šiek tiek mažiau turi įtakos nesudegusių angliavandenilių ir dūmų kiekiui. Degalų užsidegimui pagerinti daugiausia naudojami įvairūs alkilo nitratai – izopentilo, izopropilo, izooktilo ir kt. Jų dedama apie 0,1 %. *Standartiniuose multifunkciniuose prieduose retai naudojami* [11].

Plovimo priedai – plovikliai ir dispergentai. Jų paskirtis – neleisti kauptis nuodegoms ant purkštuvų, tai reikalinga siekiant tolygiai išpurkšti ir paskirstyti degalus visame vožtuvo tūryje ir susmulkinti srautą. Užsiteršus purkštuvams srautas nepaskirstomas ir degalai ne visiškai sudega, – gaunami nuostoliai dėl degalų nesudegimo ir didelis ne visiškai sudegusių degalų kiekis (parodo CO kiekis išmetamosiose dujose). Dervų ir anglių nuosėdos susidaro ant purkštuvo, ypač ant adatinio vožtuvo, ir varžo jo judesius. Kad nesusidarytų nuosėdų, į degalus dedama sintetinių *ploviklių* – organinių junginių, kurių molekulėje yra polinių grupių – tai polialkilo sukcinidai, aminai ir kt. Jie sudaro statmenai orientuotų molekulių sluoksnį ant metalo paviršiaus, kuris neleidžia ant to paviršiaus susijungti dervų ir kitokių nuosėdų dalelėms. Taip gaunamas „*palaikyk švarą*“ efektas (*angl.* „keep clean effect“). Plovikliai taip pat pagerina degalų pastovumą sandėliuojant ir sumažina koroziškumą. *Dispergentai* palaiko susidariusias drumzles, dažniausiai dervines daleles, pakibusias degaluose ir neleidžia joms nusėsti ant sienelių. Tai taip pat polimerinės paviršiaus aktyvios medžiagos [11].

Priedai nuo dūmų (dar vadinami dūmijimo slopinimo, suodžių sumažinimo priedai, degimą skatinantys priedai). Suodžių dūmai yra vienas iš didžiausių dyzelinių variklių trūkumų. Greta kitų priemonių naudojant priedus galima sumažinti dūmų kiekį. Pagrindinė tokių priedų veikliosios medžiagos – bario karboksilatai ir sulfonatai, kartais pridedama ir kalcio bei geležies junginių. Apie 0,25–1,0 % priedų gali sumažinti dūmų kiekį dvigubai. Dėl galimo bario junginių toksiškumo dabar daugiau naudojami kalcio ir geležies junginiai. Standartiniuose multifunkciniuose prieduose retai naudojami. Iš esmės juodi dūmai (suodžiai) rodo nepilną degalų sudeginimą tai yra paduodamas per didelis kiekis degalų, esant oro trūkumui. Paprastai kalbant per staigiai norima pasiekti didelį greitį

ir spaudžiamas akseleratoriaus pedalas. „Juodi dūmai“ techniškai tvarkingiems automobiliams dažniausiai priklauso tik nuo vairavimo stiliaus [11].

Šalto tekėjimo (šalto takumo pagerinimo) priedai. Dyzeliniai degalai turi neigiamą savybę — dar palyginti nežemoje temperatūroje pradeda kristalizuotis stambiamolekuliai n-parafinai – parafinai (vaškai), kurie gali užkimšti degalų filtrą ir sutrikdyti variklio darbą. Šis kristalizacijos polinkis labai priklauso nuo degalų sudėties ir gamybos būdo. Šiuos linijinės struktūros (n-parafinus) būtų galima pašalinti iš degalų, bet tai gana brangu, be to, n-parafinai yra labai vertingas degalų komponentas, turintis didelį cetano skaičių. Anksčiau šią neigiamą dyzelinių degalų savybę patys vairuotojai koreguodavo, pridėdami iki 30 % paprasto benzino. Bet tai gali pakenkti varikliui ir, be to, išmetamosiose dujose tuomet daugėja kenksmingų deginių.

Šaltas tekėjimas yra kompleksinė savybė, kuriai didžiausios įtakos turi drumstimosi, stingimo bei šalto filtro užkimšimo temperatūra [11].

Drumstimosi ir užšalimo (stingimo) temperatūros depresantai. Degalų drumstimas rodo, kad susidaro vaško kristalai, galintys užkimšti filtrus. Priedai, kurie slopina drumzlių atsiradimą, kartu padaro žemesnę degalų darbo temperatūrą ir pagerina šalto tekėjimo savybes. Tam tikslui dažnai naudojami etileno ir vinilo acetato kopolimeras, nesotieji poliesteriai ir kitokie polimerai. Jie padaro žemesnę parafinų kristalizacijos taip pat ir degalų užšalimo (stingimo) temperatūrą. Jau labai nedidelė jų koncentracija (apie 500 PPM) sumažina kristalizacijos temperatūrą 3°C, tokį efektą galima gauti tik pridėjus 20 % žibalo [11].

Vaško kristalų stambėjimą slopinantys priedai, WASA (Wax Antisettling Additives). Jie neleidžia sustambėti užsimezgusiems parafino kristalams ir užsikimšti filtrams tuo pagerindami šalto tekėjimo savybes. Tai dažniausia etileno ir vinilacetato kopolimerai, tokie pat kaip tie, kurie naudojami ir kaip drumstimosi bei užšalimo depresantai [11].

Oksidacijos inhibitoriai, laikymo pastovumo pagerinimo priedai. Sandėliuojami ir ilgai laikomi dyzeliniai degalai sensta, oksiduojasi, juose atsiranda dervingų medžiagų ir rūgščių. Nuo to stiprėja apnašų susidarymo tendencija ir koroziškumas. Užsitęsęs šiam procesui, gali susidaryti net polimerinės nuosėdos. Oksidaciją greitina metalų, ypač vario jonų katalizaciją. Todėl šalia oksidacijos inhibitorių senėjimo procesams slopinti naudojami ir *metalų dezaktyvatoriai, korozijos inhibitoriai* bei *plovikliai* [11].

Rūdijimą slopinantys priedai. Koroziški degalų komponentai bei priemaišos gali sukelti degalų tiekimo sistemos plieno rūdijimą. Rūdijimas galimas tik esant vandeniui. Rūdijimui slopinti naudojamos organinės rūgštys ir amino druskos. Į dyzelinius degalus dažnai dedama dimerizuota linolo rūgštis [11].

Skaidrinimo (drumstumo mažinimo) priedai ir deemulsikliai. Į gabenamus ir laikomus degalus gali patekti vandens, kuris disperguojasi į labai smulkius lašelius — emulsiją ir sudrumsčia degalus. Prieš vartojant degalus, vandenį būtina nusodinti ir atskirti. Specialūs priedai suardo emulsiją— sumažina vandens paviršiaus įtempimą ir skatina lašelius susilieti į didesnius ir po to nusėsti. Šiam tikslui dažniausiai naudojamos ketvirtinės amonio druskos (katijoniniai tensidai) [11].

Biocidai. Degalų rezervuarų dugne visada susirenka tam tikras vandens kiekis. Vandens ir degalų riboje susidaro geros sąlygos veistis bakterijoms, mielėms ir grybeliams (mikromicetams). Nuo jų susidaro nuosėdos, kurios gali užkimšti filtrus, o kai kurios bakterijos net padidina degalų koroziskumą ir sukelia rezervuarų koroziją. Mikroorganizmams naikinti naudojami labai įvairūs biocidai, nes kiekvienai organizmų rūšiai reikia skirtingų nuodų [11].

Antistatiniai priedai. Kai degalai greitai perpumpuojami, gali susidaryti elektrostatinis krūvis ir nuo jo išlydžio degalų garai gali užsidegti. Šis pavojus yra gerokai mažesnis žibalui ar benziniui, nes dyzeliniai degalai mažiau lakūs ir turi polinių grupių, kurios sumažina paviršiaus elektrinę varžą ir neleidžia susidaryti dideliems elektros krūviams, tačiau maži kalcio ar chromo junginių priedai yra efektyvūs greitai perpumpuojant degalus [11].

Priedai nuo putų. Kai degalų bakas greitai pripildomas degalų, gali susidaryti putų, kurios teršia aplinką ir aptaško žmones, taip pat trukdo pripildyti degalų baką. Putojimui sumažinti dažniausiai naudojami silicio organiniai junginiai, ypač polisiloksanai. Priedai nuo putų ne tik sumažina putojimą, bet ir pagreitina putų irimą [11].

Reodorantai. Dyzeliniai degalai turi nemalonų kvapą, kuris dėl mažo degalų lakumo ilgai išsilaiko aptaškytuose rūbuose ar ant odos. Šį kvapą degalams suteikia sieros ir nesotieji junginiai. Degalų hidrinimas sumažina tą nemalonų kvapą, bet galutinai jo nepašalina. Kai kurios kompanijos, pvz., „Shell“, „Esso“, „DEA“, prideda kvapniųjų medžiagų, kurios slopina nemalonų degalų kvapą. Tam tikslui dažniausiai naudojamos gamtinės medžiagos – vanilinas, terpenai ir kt. [11].

Dažai. Naudojami atskirti skirtingoms degalų rūšims arba degalams nuo kitų labai panašių produktų, pvz., buitiniam kurui nuo dyzelinių degalų [11].

Žymikliai. Naudojami žymėti degalams, kuriems taikomos mokestinės lengvatos. Tai medžiagos, kurios normaliomis sąlygomis neturi spalvos, tačiau naudojant atskirti skirtingoms degalų rūšims arba degalams nuo kitų labai panašių produktų, pvz., buitiniam kurui nuo dyzelinių degalų [11].

Tepimo priedai. Dyzeliniai degalai, kuriuose labai sumažintas sieros kiekis, nepakankamai gerai tepa degalų siurblio dalis, todėl į tokius naujus besierius degalus dedama specialių tepimo priedų [11].

1.1.6 Dyzelino kokybę apibrėžiantys rodikliai

Dyzelinių vidaus degimo variklių darbo parametrai bei išmetamųjų dujų emisijos labai priklauso nuo šių dyzelinių degalų cheminių bei fizinių savybių:

- cetaninis skaičius;
- klampa;
- tankis;
- frikcinė sudėtis;
- sieros kiekis;
- aromatinių ir nesočiųjų angliavandenių kiekis.

Cetaninis skaičius – šis rodiklis įvertina dyzelino užsidegamumą ir priklauso nuo angliavandenių sudėties. Didžiausius cetano skaičius turi normalios struktūros parafininiai angliavandeniai, o žemiausius aromatiniai angliavandeniai. Nuo šio rodiklio priklauso šalto variklio paleidimas, variklio darbo garsumas, ekonomiškumas, galia bei išmetamųjų dujų kenksmingumas. Šiuolaikinių dyzelinių variklių gamintojai reikalauja, kad cetano skaičius būtų 40 – 55. Naudojant žemo cetano skaičiaus degalus labai smarkiai išauga CO ir NO emisija [1, 2, 4].

Klampa – tai labai svarbus rodiklis lemiantis mišinio susidarymą. Taip nuo klamos priklauso ir degalų įpurškimo sistemos darbas bei ilgaamžiškumas, nes, jei klampa per maža, trinties poros

yra blogai tepamos, o tai skatina greitesnį jų dilimą. Didėjant klampai, didėja lašelių skersmuo, degalai blogiau išpurškiami, todėl blogėja jų išgarinimas. Tai lemia blogesnę degalų sudegimą, dėl to išmetamosiose dujose daugėja kietųjų dalelių, blogėja variklio darbo rodikliai. Dažniausiai dyzelino klampa būna $2 - 3 \text{ mm}^2/\text{s}$ [1, 2, 4].

Tankis – svarbus rodiklis, turintis įtakos mišinio susidarymui. Nuo tankio priklauso degalų masė, taigi ir degalų suvartojimas bei variklio darbo charakteristikos. Šis rodiklis priklauso nuo to, kokiam sezonui (žiemai ar vasarai) skirtas naudoti dyzelinas, paprastai ji būna $820 - 870 \text{ kg} / \text{m}^3$ [1, 2, 4].

Frakcinė sudėtis – dyzelino frakcinei sudėčiai didžiausią reikšmę turi naftos distiliavimo temperatūra. Kuo aukštesnė temperatūra, tuo sunkesni dyzeliniai degalai gaunami, tai yra dyzeline yra daugiau angliavandenių su didesnių anglies atomų skaičiumi. Sunkesnių degalų yra blogesnis išpurškimas, išgaravimas ir sudegimas, todėl padaugėja kietųjų dalelių emisija. Nesudegę angliavandeniai nuo cilindrų sienelių patenka į alyvą, todėl alyva greičiau praranda savo eksploatacines savybes, dėl to greičiau dyla stūmoklio – cilindro grupė. Pagal virimo temperatūras distiliavimo metu, dyzelino frakcija sudarantys angliavandeniai verda - garuoja nuo $160 - 380 \text{ }^\circ\text{C}$. Tačiau siekiant gauti ekologiškesnę dyzeliną distiliavimo temperatūra būna $300 - 330 \text{ }^\circ\text{C}$, tada yra gaunamas lengvesnės frakcijos dyzelinas. Varikliui veikiant tokiais degalais sumažėja kietųjų dalelių, NO ir CO emisijos, be to, kuo lengvesnės frakcijos degalai, tuo mažesnis sieros kiekis juose. Tokiems degalams gauti yra sunaudojama daugiau naftos. Lengvesnės frakcijos degalai pasižymi blogesnėmis tepimo bei apsauginėmis savybėmis, todėl sparčiau dėvisi maitinimo sistemos elementai [1, 2, 4].

Šiuo metu yra naudojami įvairūs priedai, kurie gerina tiek lengvesnės, tiek sunkesnės frakcijos dyzelino savybes. Į lengvesnių frakcijų dyzeliną yra pilami tepimą gerinantys, o į sunkesnės frakcijos dyzeliną pilami degimą gerinantys priedai. Lengvesnių frakcijų dyzeliną stengiamasi naudoti miestuose mažinant jo užterštumą, o sunkesnės laivuose bei sunkvežimiuose [1, 2, 4].

Sieros kiekis – tai vienas iš kenksmingiausių komponentų, esantis dyzeline. Sierai sudegus susidaro sieros oksidai SO_2 ir SO_3 . Šie oksidai patekę į alyvą pavirsta rūgštimis, todėl įvairiose variklio vietose gali sukelti koroziją ir dalis sieros oksidų patenka į išmetamąsias dujas. Sieros

junginiai atmosferoje reaguoja su lietumi, taip susidaro rūgštūs lietus, kuris kenkia visai augmenijai, gyvūnijai bei likusiai aplinkai. Sieros kiekis leidžiamas ES šiuo metu neturėtų viršyti 0,005 % [1, 2, 4].

1.1.7 Automobilių ekologijos EURO standartai

Emisija — [*lot. emissio* — išspinduliavimas, išleidimas] tai kietųjų dalelių (dyzelinuose varikliuose) ir azoto oksidų bei angliavandenių (benzininiuose varikliuose) išmetimas į aplinką.

Dėl sparčiai didėjančio automobilių skaičiaus ir jų variklių skleidžiamos taršos, vis aktualesnė darosi automobilių ekologijos tema. Kai kuriose šalyse taikomi automobilių ekologijos mokesčiai, paremti „EURO“ standartais, kurie klasifikuoja automobilius į keturias grupes pagal skleidžiamą taršą.

1.1 lentelė

Automobilinių variklių EURO standartų atitikimas pagal kilmės šalį ir gamybos metus [12]

Automobilių kilmės šalis	Automobilio gamybos metai, imtinai:		
	Techninių reikalavimų atitikimas, EURO klasės		
	EURO2	EURO3	EURO4
ES, benzininiai varikliai	1997-2000	2001-2004	Nuo 2005
ES, dyzeliniai varikliai	1997-2001	2002-2004	Nuo 2005
JAV	1996-2000	2001-2003	Nuo 2004
Japonija	1998-2004	2005-2010	Nuo 2011
Kanada	2001-2003	Nuo 2004	-
Indija	2005-2009	Nuo 2010	-
Malaizija	Nuo 2003	-	-
Kinija	2004-2007	Nuo 2008	-
Korėja	2001-2002	2003-2005	-
Ukraina, kategorija M	Nuo 2006	-	-
Ukraina, kategorija N	Nuo 2007	-	-

Emisijų standartai [12]

Emisijos standartai	Kietųjų dalelių skaičius (KD) (mg/km)		Azoto oksidai (Nox) (mg/km)		Angliavandeniliai (HC) (mg/km)	
	Dyz. auto.	Benz. auto.	Dyz. auto.	Benz. auto.	Dyz. auto.	Benz. auto.
-						
Euro 2 (1996)	80-100	-	-	-	-	-
Euro 3 (2000)	50	-	500	150	-	200
Euro 4 (2005)	25	-	250	80	-	100
Euro 5 (2010)	5	5	200	60	-	72

UAB „Solaris Baltic“ internetinio portalo teigimu, reprezentuojami „ERC“ dyzelinių maitinimo sistemų priedai ženkliai iki 40 – 70 % sumažina suodžių emisiją ir iki 40 % nesudegusių angliavandenių emisiją.

Konkrečiai tokie skaičiai pateikiami prie šių papildų: ERC Diesel Plus 1:500 ir ERC Diesel Additive [13].

1.1.8 Išmetamosiose dujose analizuojami komponentai

Deguonis – cheminis elementas, dažnas ne tik Žemėje, bet visoje Visatoje. Skystas ir kietas deguonis (O_2) yra šviesiai žydros spalvos, skystas ar kietas ozonas (O_3) yra sodresnės mėlynos spalvos. Ozonas vyrauja viršutiniuose atmosferos sluoksniuose ir saugo žemę nuo pernelyg didelės radiacijos. Ozonas susidaro iš deguonies (O_2), veikiamas saulės spindulių ar elektros iškrovos. Jis oksiduoja beveik visus metalus ir daugumą kitų elementų. O_2 – vienas iš augalų atliekamos fotosintezės produktų, kuris yra būtinas aerobinių organizmų gyvybinei veiklai. Iš O_2 susidaro gyvybę nuo kenksmingų saulės UV spindulių saugantis O_3 sluoksnis [14].

Anglies monoksidas – cheminė formulė CO – yra bespalvės, bekvapės, beskonės, degios ir labai toksiškos dujos. Šnekamojoje kalboje kartais vadinamos „smalkėmis“. Esant aukštai temperatūrai bei deguonies trūkumui degančios medžiagos oksiduojasi ne iki galo. Tokios sąlygos susidaro, pavyzdžiui, per anksti užstūmus krosnies sklendę. Kartais išsiskiria balti bei aitraus kvapo dūmai kartu su anglies monoksidu, kuris neturi nei spalvos, nei kvapo. Tiksliau būtų teigti, kad anglies monoksidas yra smalkių sudedamoji dalis. Apsinuodijimui anglies monoksidu išvengti

svarbu tinkamas įrengimų ir aparatūros, dujų vamzdynų hermetizavimas, dujų mišinių su anglies monoksidu odoravimas, efektyvi vietinė vėdinimo sistema. Garažuose, mechaninėse dirbtuvėse dirbančių variklių išmetamų dujų pašalinimui būtina naudoti specialias žarnas, kurių vienas galas užmaunamas ant išmetimo vamzdžio, o antrasis – išvedamas į atvirą orą. Svarbu sekti, kad anglies monoksido koncentraciją darbo patalpų ore neviršytų leidžiamų ribų [15].

Anglies dioksidas – cheminė formulė CO₂ – atmosferos dujos, susidedančios iš vieno anglies ir dviejų deguonies atomų. Atmosferoje jos sudaro apie 0,04% bendro tūrio. Anglies dioksidas yra gautinis produktas organizmuose, kurie gauna energiją skaidydami cukrų, riebalus ir amino rūgštis, procese, žinomame kaip ląstelinis kvėpavimas. Jis vyksta visuose augaluose, gyvūnuose, daugelyje grybų ir kai kuriose bakterijose. Augaluose, naudojant fotosintezę, anglies dioksidas yra gaunamas iš atmosferos. Anglies dioksido kiekis šviežiam ore (vidurkis tarp jūros lygio ir 10 kPa lygio, pvz., apie 30 km aukštis) keičiasi apie 0.036% (360 ppm) ir 0.039% (390 ppm), priklausomai nuo vietos [16].

Angliavandenilis – organinis cheminis junginys, sudarytas tik iš dviejų cheminių elementų: anglies (simbolis: C) ir vandenilio (simbolis: H). Angliavandeniliai skirstomi į tokias grupes:

1. Sotieji angliavandeniliai (alkanai) yra paprasčiausi angliavandeniliai ir turi tik viengubus cheminius ryšius. Jie gali būti linijinės arba šakotos struktūros. Bendra sočiųjų angliavandenilių formulė yra C_nH_{2n+2} (laikant, kad tai neciklinė struktūra). Jie sudaro didžiąją iš naftos gaminamų degalų dalį.
2. Nesotieji angliavandeniliai turi vieną ar daugiau dvigubų ar trigubų ryšių tarp anglies atomų. Nesotieji angliavandeniliai su dvigubais ryšiais (C=C) vadinami *alkenais* ir žymimi formule C_nH_{2n} (laikant, kad tai neciklinė struktūra). Nesotieji angliavandeniliai su trigubais ryšiais (C≡C) vadinami *alkiniais* ir žymimi formule C_nH_{2n-2}. Dvigubi ir trigubi anglies ryšiai hidrinimo reakcijos metu gali prijungti vandenilio atomus virsdami atitinkamai viengubais arba dvigubais.
3. Cikloalkanai yra angliavandeniliai, turintys bent vieną anglies atomų žiedą, prie kurio yra prisijungę vandenilio atomai. Bendra cikloalkanų formulė yra C_nH_{2n}.
4. Aromatiniai angliavandeniliai, taip pat vadinami *arenais*, yra angliavandeniliai, turintys bent vieną aromatinę grupę. Dažniausiai aromatinuose angliavandeniliuose pasitaikanti aromatinė grupė yra benzeno žiedai. Aromatinės grupės yra nesočiosios.

Angliavandeniliai gali būti dujos (pvz., metanas ir propanas), skysčiai (pvz., heksanas ir benzinas), vašakai ar kietos medžiagos (pvz., parafinas ir naftalenas) arba polimerai (pvz., polietilenas, polipropilenas ir polistirolas) [17].

Azoto dioksidas – cheminis junginys, kurio formulė NO_2 . Tai yra vienas iš keleto azoto oksidų. NO_2 yra pramoninės azoto rūgšties sintezės tarpinis junginys. Šios rausvai rudos toksiškos dujos turi aštraus prakaito kvapą ir yra žinomas oro taršalas.

Naudojamas nitrinimui, naftai valyti nuo sieros organinių junginių, kuriai oksiduoti, junginių oksidacijai spartinti.

Azoto dioksidas yra toksiškas jį įkvėpiant. Tačiau, junginys yra aitrus ir lengvai aptinkamas uosle esant mažoms koncentracijoms, todėl įkvėpimas gali būti išvengiamas. Vienas iš galimų šaltinių yra azoto rūgšties dūminimas, kurį spontaniškai gamina NO_2 esant $0\text{ }^\circ\text{C}$. Plaučių edemos apsinuodijimo simptomai atsiranda praėjus keletui valandų po mažos, bet lemtingos dozės. Taip pat mažos koncentracijos (4 ppm) apmarins nosį, taip sukeldamos pavojų gauti dar didesnę dozę.

Labiausiai pastebimi NO_2 šaltiniai yra vidaus degimo varikliai. Butano dujų šildytuvai ir krosnys yra taip pat šaltiniai. Oro perteklius, reikalingas pilnam kuro sudegimui, įveda azotą į degimo reakcijas esant aukštai temperatūrai ir gaunamas azoto oksidas (NO_x). Apribojant NO_x gamybos poreikius naudojamas apibrėžtas oro kiekis degime. Namų ūkyje azoto dioksido šaltiniai yra žibalo šildytuvai ir dujų šildytuvai.

Azoto dioksidas yra aukšto masto teršalas, turintis kaimo vietovėse kai kur koncentracijas apie $30\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, netoli pavojingo sveikatai lygio. Azoto dioksidas vaidina svarbų vaidmenį atmosferos chemijoje, įskaitant troposferinio ozono susidarymą [18].

1.2 Atliktų tyrimų naudojant degalų papildus apžvalga

1.2.1 VGTU degalų priedų tyrimas

Vilniaus Gedimino technikos universitete 2007 m. buvo atliekamas tyrimas naudojant degalų priedus – „Liqui Moly“, „Wynns“, „Hi-Gear“. Tyrimams buvo naudojami du „BMW“ markės automobiliai su 2,5 ir 2,8 litro darbinio tūrio, šešių cilindrų varikliais. Bandymų metu buvo išmatuotas maksimalus automobilių galingumas, maksimalus sukimo momentas, degalų sąnaudos ir išmetamosios dujos.

Pirmas išbandytas degalų priedas buvo „Liqui Molly“ firmos. Su šiuo priedu maksimalus galingumas padidėjo nedaug – maždaug po 2 AG. Įvertinus galios matavimo stendo galimą paklaidą – 2 % – paklaida gali sudaryti apie 4 AG, t. y. matavimų rezultatai sutampa su galima paklaida. Degalų sąnaudos irgi beveik nepakito – BMW 328 padidėjo 0,1 l. Minimali – 2 procentų – galima paklaida, sudaro apie 0,16 l. Įvertinus galimas paklaidas, galinčias atsirasti dėl matavimo tikslumo, galima teigti, kad degalų sąnaudos beveik nepakito. Taigi automobilio parametrai beveik nepakito.

Antrojo – „Wynns“ firmos gaminio bandymų rezultatai labai nustebino. Galia ne padidėjo, kaip buvo tikėtasi, o sumažėjo, net 6–7 AG. Sukimo momentas taip pat sumažėjo 5–8 Nm. Net ir įvertinus galimas stendo paklaidas, galima teigti, kad galios parametrai pablogėjo. Degalų sąnaudos padidėjo 0,1–0,3 l. Su automobiliu BMW 325 bandymas buvo kartojamas du kartus. Visi matuoti parametrai naudojant degalus su šiuo priedu pablogėjo. Taip galėjo būti dėl nekokybiško priedo ar netinkamos jo sudėties.

Taip pat buvo išbandytas trečias priedas – HI–Gear. Maksimalus galingumas su šiuo priedu padidėjo 4–5 AG. Sukimo momentas vienam automobiliui beveik nepakito, kitam automobiliui padidėjo 10 Nm. Degalų sąnaudų vidurkis su šiuo priedu nedaug sumažėjo. Degalų sąnaudų vidurkis su šiuo priedu sumažėjo net 0,4 l [19].

Matavimų duomenys pateikti 1.3 lentelėje.

1.3 lentelė

Bandymų rezultatai [19]

Bandymo sąlygos	Automobiliai	Maksimali galia AG/aps./min.	Maksimalus sukimo momentas, Nm/aps./min.	Degalų sąnaudos užmiestyje, l
Gamintojo rekomenduojamas A95 markės benzinas	BMW 325	188,3/6050	234/4380	7,9
	BMW 328	194,4/5580	263/4640	7,8
„Liqui Molly“ degalų priedas	BMW 325	190,1/6020	231/4470	7,9
	BMW 328	196,5/5540	264/4840	7,9
„Wynns“ degalų priedas	BMW 325	181,5/5920	229/4350	8,0
	BMW 328	189,3/5420	255/4810	8,1
„Hi-Gear“ degalų priedas	BMW 325	192,7/5880	232/4490	7,8
	BMW 328	199,2/5220	273/4740	7,5

Naudojant „Liqui Moly“ firmos degalų priedą, įvertinus visas galimas paklaidas, nei galia, nei sukimo momentas, nei degalų sąnaudos beveik nepakito. Naudojant „Wynns“ firmos priedą, net ir įvertinus galimas paklaidas, aiškiai matomas visų matuotų parametrų pablogėjimas. Naudojant „Hi-Gear“ firmos priedą, galia nedaug padidėjo, degalų sąnaudos sumažėjo [19].

1.2.2 „STP“ dyzelinės degalų sistemos valiklio bandymas

2014 m. Kauno Technologijos Universitete atliktas bandymas, kurio metu buvo naudojamas „STP“ (1.7 pav.) dyzelinės degalų sistemos valiklis. Kaip bandymų objektas buvo pasirinkta tuo metu 16 metų senumo, kas dieną eksploatuojama, „Nissan Primera“ su dviejų litrų darbo tūrio, turbo dyzeliniu varikliu (CD20T). Variklio apytikslė rida 600 tūkst. km. Automobilio variklis buvo bandomas BOSCH FSA 760 testeriu. Atlikti du bandymai: pirmasis atliktas, kai variklis nebuvo naudojęs degalų papildų (1.8 pav.), antrasis po papildų naudojimo (1.9 pav.).



1.7 pav. „STP“ dyzelinės degalų sistemos valiklis [20]



1.8 pav. Santykinės kompresijos rezultatai prieš degalų papildą naudojimą



1.9 pav. Santykinės kompresijos rezultatai po degalų papildą naudojimo

1.4 lentelė

Santykinės kompresijos bandymai

Cilindras	1	2	3	4	Vidurkis
Kompresija prieš degalų papildą naudojimą	88,3	80,5	75,3	70,1	-
Išraiška procentais, %	100	91,17	85,28	79,39	88,96
Kompresija po degalų papildą naudojimo	109,1	106,5	103,9	96,1	-
Išraiška procentais, %	100	97,62	95,23	88,08	95,23

Iš gautų rezultatų matyti, kad bandymai buvo atlikti ne visiškai vienodomis sąlygomis. Antrojo bandymo metu buvo šiek tiek sunkesnės bandymo sąlygos, dėl mažesnės alyvos temperatūros ir dėl mažesnės akumuliatorių baterijos įtampos. Nors ir sunkesnėmis sąlygomis, tačiau po degalų papildymo naudojimo išsilygino ir pagerėjo santykinė variklio kompresija. Iš pagerėjusios kompresijos galima spėti, jog išsivalė degimo kamera nuo nuodėgulių ir tapo sandaresnė.

1.2.3 Televizijos laidos „5th Gear“ bandymas

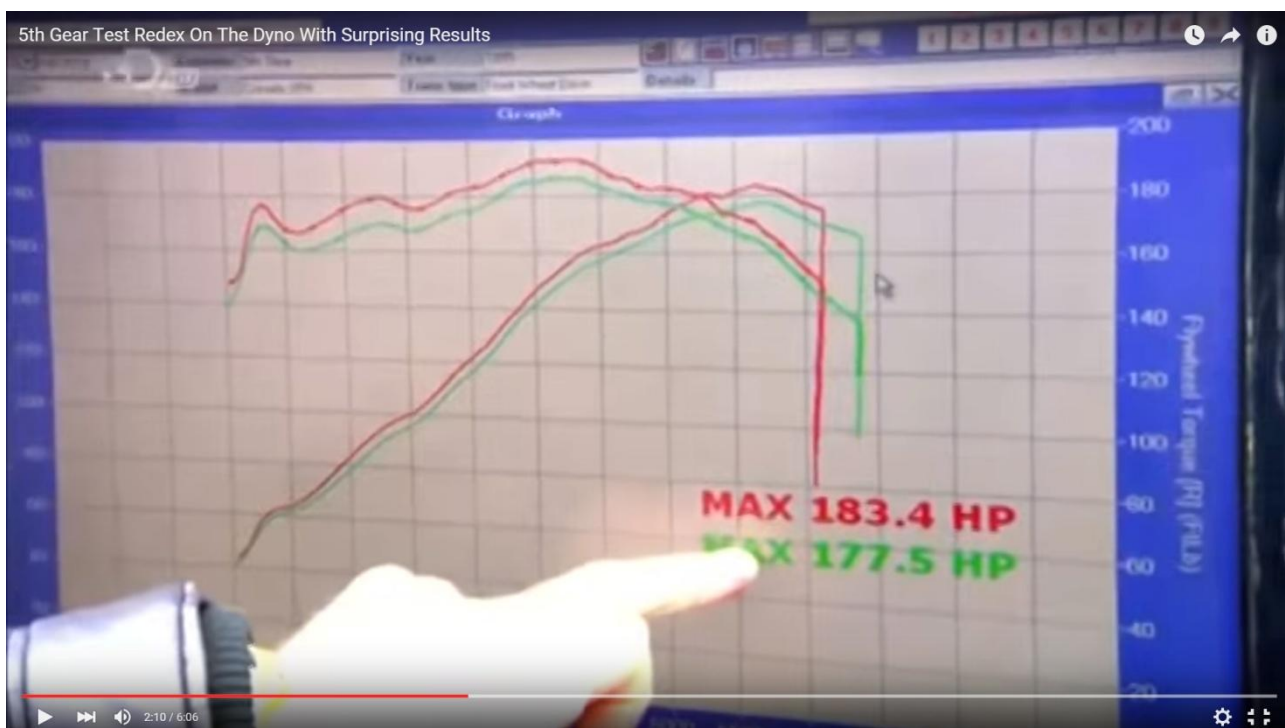
Didžiosios Britanijos televizijos laida automobilistams „5th Gear“ (*angl.* – „Penktoji pavara“) 2013 metais atliko bandymą su „Redex“ (1.10 pav.) benzininių variklių įpurškimo sistemos valikliu. Bandomuoju automobiliu pasirinktas 1995m., Volkswagen Corrado (1.11 pav.) su VR6 tipo 2,9 litro darbo tūrio benzininiu varikliu. Remiantis technine automobilio specifikacija, naujas toks variklis gali maksimaliai išvystyti 190 arklio galių [22]. Tačiau, pasak laidos vedėjo, „variklis su lig kiekvienais metais praranda po 1 AG“. Galime paskaičiuoti, kad tokiais tempais, 2013m., variklyje turėjo likti 172 AG. Pamatavus galią, galios stendu, išsiaiškinta, kad variklyje likusios 177,5 AG. Po šio matavimo į automobilio degalų baką buvo supilta „Redex“ valiklio ir, kaip teigiama, automobiliu buvo naudojama visą savaitę, kad valiklis suveiktų. Siekiant geriausių rezultatų – kiekvienas variklio galios matavimas buvo atliekamas po aštuonis kartus ir pateiktas geriausias. Po valiklio naudojimo galios stendas parodė, kad variklis turi – 183,4 AG (1.12 pav.). 5,9 arklio galios prieaugis, išvalius įpurškimo sistemą.



1.10 pav. „Redex“ benzininių variklių įpurškimo sistemos valiklis [21]



1.11 pav. Volkswagen Corrado VR6 [23]



1.12 pav. Galios matavimų rezultatai [23]

Siekiant sugrąžinti variklio galią taip pat buvo atlikti šie darbai:

- Pakeisti oro, alyvos filtrai ir pati alyva – prisidėjo 2 AG (185,4);
- Pakeistos uždegimo žvakės ir žvaklaidžiai – prisidėjo 3,3 AG (188,7).

Pasak laidos vedėjo galima pajusti akivaizdų skirtumą. Padidėjęs variklio „riaumojimas“, staigesnis akseleravimas, pradingus „duobė“ tarp 3 – 4 tūkst. apsukų.

2. Tyrimų metodika

2.1 Eksperimente naudojamo automobilio aprašas

2.1.1 Automobilio aprašas

Bandymams atlikti pasirinktas automobilis „Nissan Primera“ (P11) (2.1 pav.) pagamintas 1997 m. turintis 2 l darbinio tūrio dyzelinį variklį ir penkių laipsnių mechaninę pavarų dėžę. Automobilio reali rida virš 650000 km. Automobilio techninė specifikacija pateikta 2.1 lentelėje.



2.1 Nissan Primera

Automobilio techninė specifikacija [24]

Gamintojas	Nissan
Modelis	Primera
Kėbulo kodas	P11
Gamybos metai	1996 – 2001
Variklis	CD20T
Maksimalus greitis, km/h	175
Įsibėgėjimas 0 – 100 km/h, s	14
Variklio pozicija	Priekyje, skersai
Degalų bako talpa, l	60
Kėbulo tipas	Sedanas
Sėdimos vietos	5
Varomieji ratai	Priekiniai
Ilgis, mm	4430
Plotis, mm	1715
Aukštis, mm	1410
Bazė, mm	2600
Degalų sąnaudos mieste, l/100 km	8,6
Degalų sąnaudos užmiestyje, l/100 km	5,7
Automobilio masė, kg	1260
Maksimali leistina automobilio masė, kg	1735

2.1.2 Dyzelinio vidaus degimo variklio aprašymas

Pasirinktame automobilyje sumontuotas 1974 cm³ darbinio tūrio, 4 cilindrų eilėje, dyzelinis vidaus degimo variklis. Variklyje naudojama standartinė dyzelino įpurškimo sistema (SDI), kuri papildyta turbokompresoriumi. Variklio (CD20T) techninė specifikacija pateikta 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė

Variklio (CD20T) techninė specifikacija [24]

Degalų tipas	Dyzelinas
Degalų tiekimo sistema	SDI
Variklio darbinis tūris, cm ³	1974
Turbokompresorius	Yra
Paskirstymo velenėlis	OHC
Cilindrų išdėstymas	Eilėje
Cilindrų skaičius	4
Vožtuvų skaičius	16
Cilindro skersmuo, mm	84,5
Stūmoklio eiga, mm	88
Suspaudimo laipsnis	22,2
Galia, AG	90 AG prie 4400 aps./min.
Maksimalus sukimo momentas, Nm	177 Nm prie 2400 aps./min.

2.2 Eksperimente naudojamos įrangos aprašas

2.2.1 Išmetamųjų dujų analizatorius

Išmetamosioms dujoms analizuoti buvo naudojamas „Technomotor LCD 810“ (2.2 pav.) analizatorius. Prietaisas skirtas Otto variklių deginiams analizuoti, tačiau, norint stebėti, kaip kinta variklio išmetamųjų dujų sudėtis naudojant eksploatacinius priedus, bandymų metu analizatorius naudotas su Dyzelio varikliu. Šis analizatorius matuoja anglies monoksido (CO), azoto oksidų (NO_x), angliavandenilių (HC), deguonies (O₂), anglies dioksido (CO₂) kiekį išmetamosiose dujose. Šiuo prietaisu išmatuotos išmetamosios dujos suteikia informacijos apie variklio darbą naudojant priedus ir be jų. Analizatoriaus techniniai parametrai pateikti 2.3 lentelėje.



2.2 pav. Išmetamųjų dujų analizatorius „Technomotor LCD 810“ [25]

2.3 lentelė

Analizatoriaus Technomotor LCD 810 techniniai duomenys [25]

Darbinės temperatūros diapazonas, °C	5 - 40	
Maitinimas, V	110 / 220	
Matmenys, mm	230 x 340 x 225	
Laikas per kurį prietaisas pasiruošia darbui, min	~ 3	
<u>Matuojami parametrai:</u>	<u>Matavimo diapazonas:</u>	<u>Tikslumas:</u>
Lambda reikšmė	0 - 2	0,001
Variklio sūkliai, min ⁻¹	0 - 20000	10
Alyvos temperatūra, ° C	0 - 150	1
<u>Matuojami dujų komponentai:</u>		
O ₂ – deguonis, %	0 - 21	0,01
CO - anglies monoksidas, %	0 - 10	0,01
CO ₂ - anglies dioksidas, %	0 - 20	0,01
HC – angliavandeniliai, ppm	0 - 20000	1
NO _x - azoto oksidai, ppm	0 - 5000	1

Eksploatuojant automobilių keičiasi maitinimo ir uždegimo sistemų būklė bei dujų skirstomojo mechanizmo reguliavimo parametrai. Dėl šios priežasties Otto variklių deginiuose padidėja anglies monoksido (CO), anglies dioksido (CO₂), angliavandenilių (CH) ir azoto oksidų (NO_x).

Norint pasiekti kuo mažesnę išmetamųjų dujų toksiškumą, turi būti tiksliai apskaičiuotas degalų mišinio komponentų santykis, reikalingas degimo reakcijai išgauti. Benzininiam varikliui idealus teorinis oro ir benzino santykis yra 14,7:1, dar vadinamas (stechiometrinium). Kai šis santykis didesnis, mišinys vadinamas liesu, kai mažesnis – riebiu.

Lietuvoje galioja dokumentas, ribojantis kenksmingų komponentų kiekį Otto variklių deginiuose. Tai LAND 14 - 2000 „Automobiliai su Otto varikliais. Anglies monoksidas ir angliavandeniliai išmetamose dujose. Normos ir matavimo metodai.“ Šio dokumento reikalavimai pateikti 2.4 lentelėje.

Atliekant matavimus, automobilio variklio aušinimo skysčio temperatūra turi atitikti gamintojo nurodytą darbinę temperatūrą, deginių išmetimo sistema turi būti sandari. Joje privalo būti visi gamintojo numatyti elementai, pvz., katalizatorius.

Deginių sudėtis tikrinama varikliui dirbant tuščiąja eiga. Automobiliams, kuriuose įrengti deginių neutralizatoriai (katalizatoriai), papildomai kenksmingų medžiagų kiekis matuojamas varikliui dirbant tuščiąja eiga, bet esant ne mažiau kaip 2000 aps./min. [5].

2.4 lentelė

Teršalų normos Otto variklių deginiuose [5]

Automobiliai	Anglies monoksido (CO) tūris, %	Angliavandenilių (CH) kiekis, mln ⁻¹ (ppm)
1. Pagaminti iki 1986-09-30	4	1200
2. Pagaminti po 1986-09-30	3	600
Turintys trijų pakopų neutralizatorių:		
esant minimaliam sūkių dažniui;	0,5	100
esant ne mažesniems kaip 2000 aps./min. sūkiams (privalomas lambda dydžio matavimas)	0,3	100

Matavimo tvarka:

- dujų analizatorius prijungiamas pagal jo instrukciją;
- variklis paleidžiamas, sūkių dažnis didinamas kas 500 aps./min. iki 3500 aps./min ir palaikomas 15 – 20 s kol reikšmės nusistovės [5];

2.2.2 Dūmingumo matuoklis

Vienam iš dūmingumo matavimų buvo naudojamas „Bosch BEA 460“ (2.3 pav.), kuris sukomplektuotas, kartu su dūmingumo matavimo moduliu „Bosch RTM 430“ (2.4 pav.). Techniniai parametrai pateikti 2.5 ir 2.6 lentelėse.



2.3 pav. Dūmingumo matuoklis „Bosch BEA 460“ [26]

2.5 lentelė

Dūmingumo matuoklio „Bosch BEA 460“ techniniai duomenys [26]

Darbinės temperatūros diapazonas, °C		5 - 40
Maitinimas, V		90 / 264
Matmenys, mm		470 x 250 x 400
<u>Matuojami parametrai:</u>	<u>Matavimo diapazonas:</u>	<u>Tikslumas:</u>
Lambda reikšmė	0,5 - 1,8	0,001
Variklio sūkliai, min ⁻¹	100 - 12000	10
Alyvos temperatūra, °C	-20 - 150	0,16
<u>Matuojami dujų komponentai:</u>		
O ₂ – deguonis, %	0 - 22	0,01
CO - anglies monoksidas, %	0 - 10 %	0,001
CO ₂ - anglies dioksidas, %	0 - 18	0,01
HC – angliavandeniliai, ppm	0 - 9999	1
NO _x - azoto oksidai, ppm	0 - 5000	1



2.4 pav. Dūmingumo matavimo modulis „Bosch RTM 430“ [27]

2.6 lentelė

Dūmingumo matavimo modulio „Bosch RTM 430“ techniniai duomenys [27]

Darbinės temperatūros diapazonas, °C	2 - 40	
Maitinimas, V	220	
Triukšmo lygis, dB	< 70	
Maksimali išmetamųjų dujų temp. prie įsiurbimo prietaiso, °C	200	
Matavimo kamera, mm	432	
Matmenys, mm	594 x 203 x 151	
<u>Matuojamieji parametrai:</u>	<u>Matavimo diapazonas:</u>	<u>Tikslumas:</u>
Nepermatomumas, %	> 0 - 100	0,1
Absorbcijos koeficientas k, m^{-1}	0 - 10	0,01

2.2.3 Kompresimetras

Eksperimentų metu, dyzelinio variklio kompresijos pokyčiui matuoti buvo naudojamas „SPCS-50SK“ kompresimetras (2.5 pav.), prietaiso techniniai parametrai pateikti 2.7 lentelėje.



2.5 pav. Kompresimetras „SPCS-50SK“ [28]

2.7 lentelė

Dyzelinio variklio kompresimetras "SPCS-50SK" techniniai duomenys [28]

Aukšto slėgio žarna, mm	360	
Matavimo antgaliai	M12 x1,5; M14 x1,5	
<u>Matavimo parametrai:</u>	<u>Matavimo diapazonas:</u>	<u>Tikslumas:</u>
Kompresija, bar	10 - 50 (1 - 5 MPa)	2

Kompresija – tai benzininių variklių darbinio mišinio arba dyzelinių variklių oro slėgis cilindre suslėgimo takto pabaigoje. Kompresija matuojama kompresimetrais arba kompresiją užrašančiais prietaisais – kompresiografais. Benzininių variklių kompresija – 1,0 – 1,5 MPa, o dyzelinių – 2,5 – 5,5 MPa. Minimali kompresija turėtų būti ne mažesnė kaip 75 % nominalaus kompresijos dydžio, o skirtumas tarp cilindrų $\pm 0,1$ MPa (benzininiuose) ir $\pm 0,2$ MPa (dyzeliniuose) [3].

Mechaninio kompresijos bandymo metu išsukamos dyzelinio variklio pakaitinimo žvakės, į jų vietą įsukamas atitinkamo sriegio kompresometro antgalis. Kompresimetras sujungiamas su antgaliu lanksčia, aukšto slėgio, žarnele. Atjungiamas degalų tiekimas į variklį. Variklio starteris sukamos, kol kompresometro rodyklė nustoja kilti. Procesas pakartojamas visuose cilindruose.

2.2.4 Garso matuoklis

Nustatyti, kaip pakito variklio skleidžiamas garsas po priedų naudojimo, buvo naudotas garso matuoklis "Sonap SON-50" (2.6 pav.), kurio techniniai parametrai pateikti 2.8 lentelėje.



2.6 pav. Garso matuoklis „Sonap SON-50“ [29]

2.8 lentelė

Garso matuoklio „Sonap SON-50“ techniniai duomenys [29]

Darbinės temperatūros diapazonas, °C	-10 - 50	
Maitinimas, V	9 - šarminė baterija	
Matmenys, mm	232 x 84 x 40	
<u>Matavimo parametrai:</u>	<u>Matavimo diapazonas:</u>	<u>Tikslumas:</u>
Garsas, dB	15 - 135	1

Garso matavimai nebuvo atliekami akustinėje aplinkoje. Tam, kad pašaliniai garsai kuo mažiau lemtų gautus rezultatus, bandymai buvo atliekami naktį. Automobilis įvarytas į kiemą, variklis užkurtas, garso matuoklio parodymai užfiksuoti ir suvesti į kompiuterį.

2.2.5 Universalus diagnostikos stendas

Variklio santykinės kompresijos pokyčiui nustatyti buvo naudojamas universalus, plačių panaudojimo galimybių diagnostikos stendas „Bosch FSA 760“ (2.7 pav.). Stendo techniniai parametrai pateikti 2.9 lentelėje.

BOSCH gaminama FSA serija – tai integruotos, moderniausių technologijų matavimų sistemos. Šis gaminių asortimentas sudarytas iš kelių modulių, nuo išbandyto ir patikrinto nedidelio skaitmeninio multimetrom iki plačiausios paskirties automobilio komponentų tikslinės patikros įrenginių. FSA prietaisu galima tikrinti komponentus ir sistemas nepriklausomai nuo jos gamintojo [30].



2.7 pav. Universalus diagnostikos stendas „Bosch FSA 760“ [31]

Universalaus diagnostikos stendo „Bosch FSA 760“ techniniai duomenys [31]

Darbinės temperatūros diapazonas, °C	5 - 40
Maitinimas, V	90 / 264
Matmenys, mm	1758 x 680 x 670
Svoris, kg	91
<u>Įranga:</u>	
BEA 050 dujų analizatorius (benzininiams varikliams)	
RTM 430 dūmų matuoklis (dyzeliniais varikliams)	
Oro temperatūros jutiklis	
Prijungimo kabelis su temperatūros jutikliu	
Adapteris, analizuojantis išmetamąsias dujas	
Prisijungimo kabeliai (5 / 5,6 / 7/8 / 9,5 / 10 / 12,7 mm)	
Prisijungimo prie siūstuvo kabeliai (4,5 ir 6 mm)	
Testinių kabelių komplektas	
Rinkinys slėgio matavimui	
Rinkinys nustatyti pirmines uždegimo grandines (BMW, Opel)	
Rinkinys nustatyti antrines uždegimo grandines (Audi, BMW, Ford, MB, adapteriai A / B / C, D / E / F, X / Y)	
Priedai dyzelinio variklio diagnostikai	
Programinės įrangos paketas	

Santykinės kompresijos matavimo „A“ eilutėje nurodytas starterio srovės dydis, reikalingas kiekvieno cilindro stūmokliui pakelti į viršutinį mirties tašką. „% Max“ eilutėje nurodytas starterio srovės kiekis, reikalingas įveikti kompresiją kiekviename cilindre, išreikštas didžiausios srovės procentais [32].

A	209	220	216	218	202	213
%Max	95	100	98	99	92	97
%Skirt.	5	0	2	1	8	3

2.8 pav. Santykinės kompresijos matavimas [32]

Vienam (arba daugiau) cilindrai bus nurodyta 100 %, o kitiems šis parametras turėtų būti keletu procentų mažesnis. „% Skirt.“ eilutėje nurodyta, kiek procentų mažiau srovės reikėjo kiekviename cilindre kompresijai įveikti. Jei visi parametrai šiame teste yra 5 % nuokrypos ribose, kompresijos išsibarstymas cilindruose laikomas nedideliu. Jei bent viena reikšmė skiriasi daugiau nei 10 %, tikėtina, jog tame cilindre yra gedimas. Tuomet reikėtų pamatuoti kompresiją kompresimetru. Atkreiptinas dėmesys, jog variklio temperatūra ir trintis jame turi didelę įtaką starterio vartojamai srovei. Labai karštas arba šaltas variklis, taip pat ir variklis, kuriame yra nauji stūmoklių žiedai bei veleno įdėklai, gali vartoti didesnę, nei normali, starterio srovę. Taigi, kompresijos netolygumai taps užmaskuoti. Starterio srovės reikšmės parodo kompresijos atskiruose cilindruose vienodumą. Tai įmanoma, kadangi starterio reikalaujama srovė atitinka starterio apkrovą, t.y. sukimo momentą, o šis kinta, stūmokliams įveikiant kompresiją cilindruose ir judant atgal [32].

2.2.6 Optinis dūmomatis

Vienam iš dūmingumo matavimų buvo naudojamas optinis dūmomatis „DO-1“ (2.9 pav.), skirtas dyzelinių automobilių išmetamųjų dujų skaidrumui matuoti, kuris nustatomas pagal spalvos filtro pralaidumo metodą. Dūmomačio techniniai parametrai pateikti 2.10 lentelėje.



2.9 pav. Dūmomatis „DO-1“ [33]

Dyzelinių automobilių dūmomačio „DO-1“ techniniai duomenys [33]

Maitinimas, V	220
Dūmų matuoklio matmenys, mm	200 x 190 x 150
Optinio jutiklio matmenys, mm	555 x 310 x 255
Svoris, kg	4,22
Matavimo diapazonas, %	0 – 100
Kontrolinio šviesos filtro praleidžiamumo koeficientas	0,74 ± 0,05
Galima paklaida, %	± 2
Efektyvus prašviečiamumo ilgis, m	0,43
Atstumas tarp detektoriaus ir optinio dūmų skaitiklio, m	Iki 4

Optiniu dūmomačiu „DO-1“ matavimus galima atlikti įsijungus indikacinei lemputei, rodančiai, kad išmetamųjų dujų temperatūra pasiekė ir viršijo 70° C. Matuojama alkūninio veleno apsisukimų dažnį pakeitus 10 kartų nuo minimalios iki maksimalios reikšmės (greitu, tačiau tolygiu akseleratoriaus nuspaudimu iki dugno, su ne didesniu kaip 15 s intervalu). Matavimų rezultatuose užrašomi paskutiniai trys rodyklės atsilenkimo ciklai iki maksimalios reikšmės, paskui skaičiuojamas visų pamatuotų reikšmių aritmetinis vidurkis. Matavimai yra tikslūs, jei parodymų reikšmės skiriasi ne daugiau kaip šešiomis indikatoriaus skalės padalomis [5].

3. Natūrinių eksperimentų rezultatai

Eksperimentiniu automobiliu pasirinkta 18 metų senumo Nissan Primera su 2 l darbinio tūrio dyzeliniu, turbokompresoriniu varikliu.

Bandymams pasirinkti „Tufoil“ alyvos priedas ir „Valvoline Max Life“ dyzelinės degalų sistemos valiklis.

Bandymų pradžioje, nenaudojus jokių eksploatacinių priedų, automobiliui buvo pamatuota santykinė ir mechaninė kompresija. Atlikta išmetamųjų dujų analizė, nustatytas absorbcijos koeficientas, pamatuotas optinis deginių skaidrumas. Garso matuokliu užfiksuotas variklio skleidžiamas garsas išorėje ir salone, varikliui esant „šaltam“ bei darbinės temperatūros (82 °C). Rezultatai užfiksuoti ir suvesti į kompiuterį.

Po pirmųjų bandymų pakeista variklio alyva (5W40) ir supiltas alyvos priedas „Tufoil“. Apytiksliai per metus, nuvažiavus 15 tūkst. kilometrų ir vėl pakeitus alyvą (5W40) matavimai buvo atlikti iš naujo, rezultatų reikšmės ir pokytis užfiksuoti ir suvesti į kompiuterį.

Po antrųjų matavimų į automobilio degalų baką supiltas „Valvoline Max Life“ dyzelinės degalų sistemos valiklis ir pripiltas pilnas bakas degalų (60 l). Automobilis eksploatuotas apie savaitę per kurią nuvažiuota apie 1 tūkst. kilometrų. Išvažinėjus degalus bandymai pakartoti, užfiksuoti ir suvesti į kompiuterį.

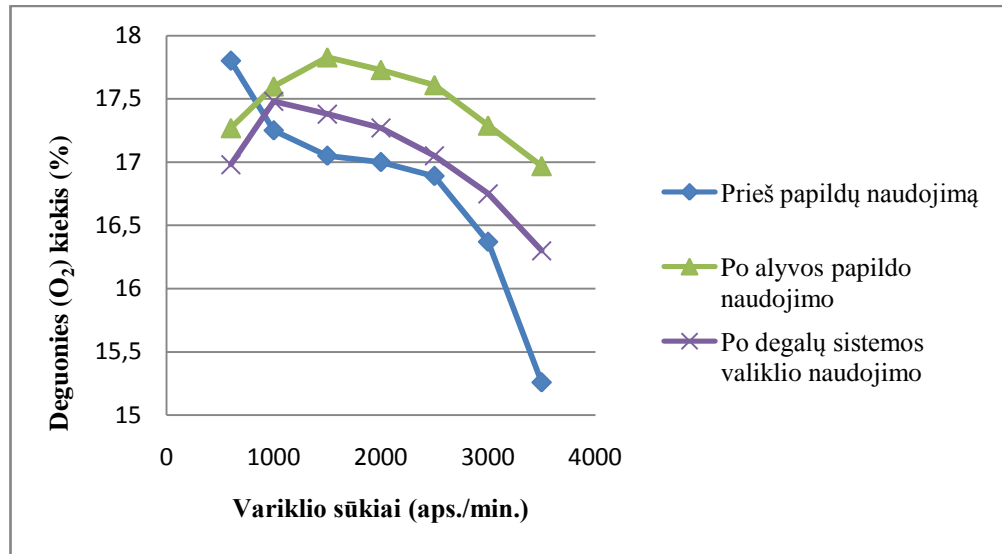
Turint visus rezultatus, jie suvesti į lenteles, paskaičiuoti skirtumai, atsiradę dėl eksploatacinių priedų įtakos, nubraižytos diagramos ir pateiktos išvados.

3.1.1 Automobilio išmetamųjų dujų sudėties tyrimų rezultatai

3.1 lentelė

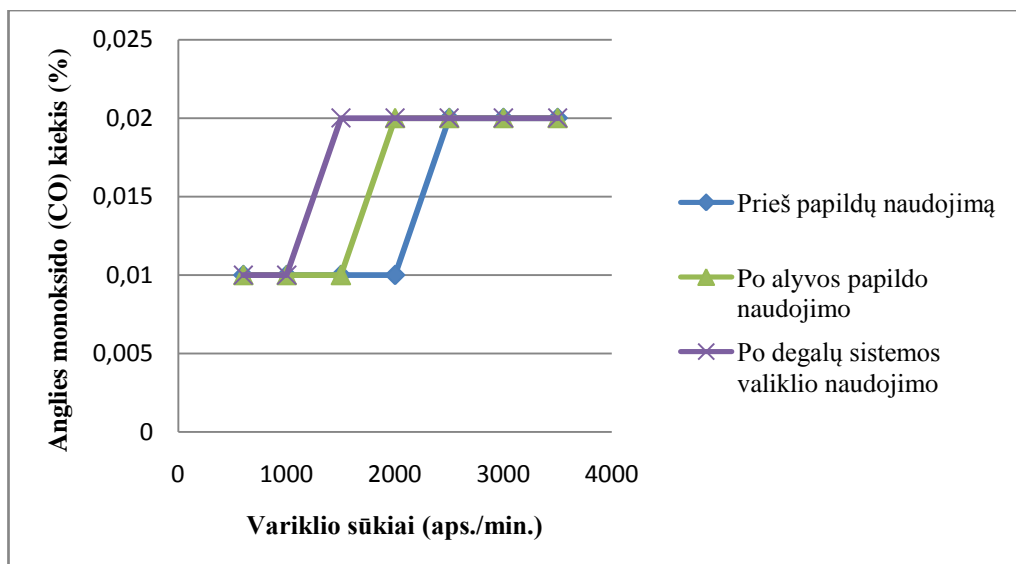
Išmetamųjų dujų analizė

Variklio sūkliai, aps./min.		600	1000	1500	2000	2500	3000	3500
O ₂ – deguonis, %	Prieš papildų naudojimą	17,8	17,25	17,05	17,00	16,89	16,37	15,26
	Po alyvos papildų naudojimo	17,27	17,60	17,83	17,73	17,61	17,29	16,97
	Po degalų sistemos valiklio naudojimo	16,98	17,48	17,38	17,27	17,05	16,75	16,30
CO - anglies monoksidas, %	Prieš papildų naudojimą	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05
	Po alyvos papildų naudojimo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
	Po degalų sistemos valiklio naudojimo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
CO ₂ - anglies dioksidas, %	Prieš papildų naudojimą	2,2	2,6	2,8	2,7	2,9	3,3	3,8
	Po alyvos papildų naudojimo	2,6	2,3	2,2	2,2	2,3	2,7	2,8
	Po degalų sistemos valiklio naudojimo	2,8	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	3,2
HC – angliavandeniliai, ppm	Prieš papildų naudojimą	0	0	0	0	0	0	0
	Po alyvos papildų naudojimo	2	1	1	1	1	1	0
	Po degalų sistemos valiklio naudojimo	1	1	0	0	0	0	0
NO _x - azoto oksidai, ppm	Prieš papildų naudojimą	44	44	47	44	52	51	61
	Po alyvos papildų naudojimo	66	54	51	40	43	53	49
	Po degalų sistemos valiklio naudojimo	86	89	88	85	93	93	91



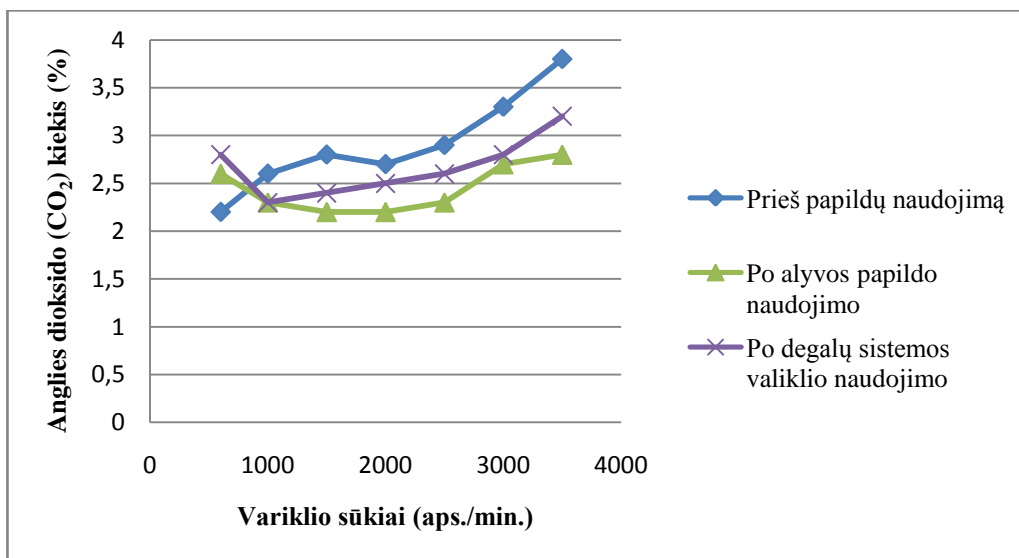
3.1 pav. Deguonies (O₂) kiekis (%) išmetamosiose dujose, priklausomai nuo variklio sūkių

Atlikus deguonies kiekio išmetamosiose dujose tyrimą pastebėta, kad prieš papildų naudojimą daugiausiai, 17,8 %, deguonies išmetamosiose dujose yra esant laisviems variklio sūkiams. Po alyvos papildų naudojimo didžiausia deguonies koncentracija esant 1500 aps./min. – 17,83 %. Po degalų sistemos valiklio naudojimo, esant 1000 aps./min. – 17,48 %. Nors skirtumai nėra dideli, tačiau geriausiai matomi tarp pirmojo ir antrojo bandymų, didžiausias, 1,71 %, skirtumas pastebėtas esant 3500 aps./min.



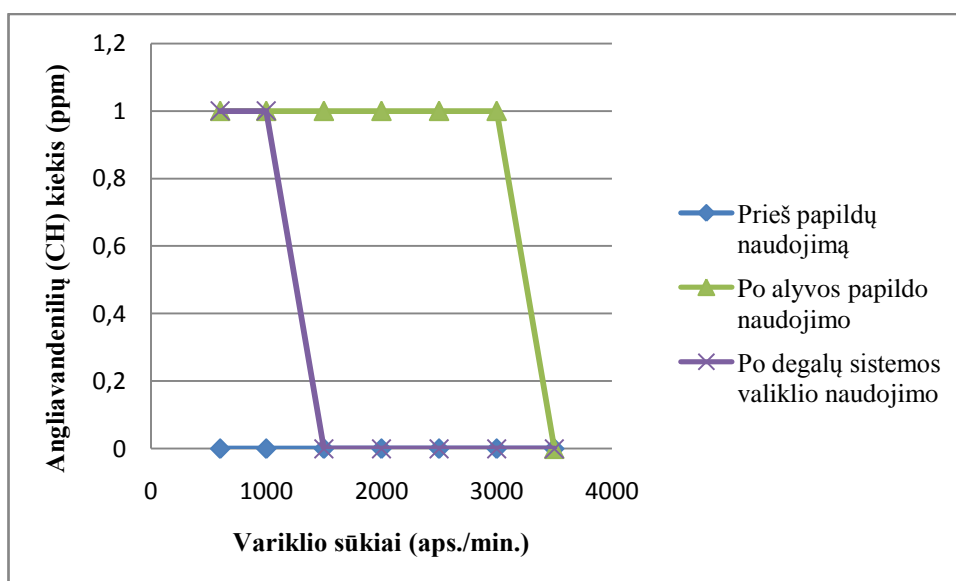
3.2 pav. Anglies monoksido (CO) kiekis (%) išmetamosiose dujose, priklausomai nuo variklio sūkių

Atlikus anglies monoksido kiekio išmetamosiose dujose analizę, pastebėta, kad didžiausią, 0,02 %, koncentracija pasiekama prieš papildų naudojimą esant 2500 aps./min., po alyvos papildo naudojimo esant 2000 aps./min., po degalų sistemos valiklio naudojimo esant 1500 aps./min.



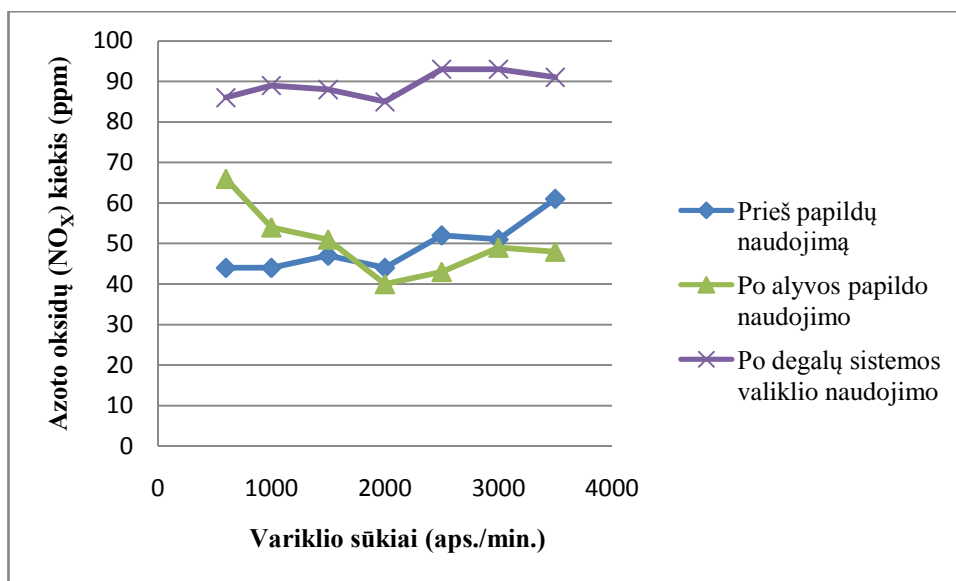
3.3 pav. Anglies dioksido (CO₂) kiekis (%) išmetamosiose dujose, priklausomai nuo variklio sūčių

Atlikus anglies dioksido kiekio išmetamosiose dujose analizę, pastebėta, kad mažiausia teršalų koncentracija pasiekta po alyvos papildo naudojimo, didžiausias skirtumas siekia 1 % esant maksimalioms bandyme fiksuotoms apsuokoms. Po degalų sistemos valiklio naudojimo, taip pat pastebimas anglies dioksido koncentracijos mažėjimas, tačiau jo reikšmės, vidutiniškai 0,25 % didesnės negu po alyvos papildo naudojimo.



3.4 pav. Angliavandenilių (CH) kiekis (ppm) išmetamosiose dujose priklausomai nuo variklio sūčių

Atlikus matavimus, nenaudojus jokių priedų, analizatorius, išmetamosiose dujose neužfiksavo jokie angliavandenilių kiekio visame bandymuose analizuotame variklio sūkių diapazone. Po alyvos papildu naudojimo diapazone nuo laisvų sūkių iki 3000 aps./min. fiksuota 1 ppm koncentracija. Po degalų sistemos valiklio naudojimo 1 ppm koncentracija pastebėta nuo laisvų sūkių iki 1000 aps./min.

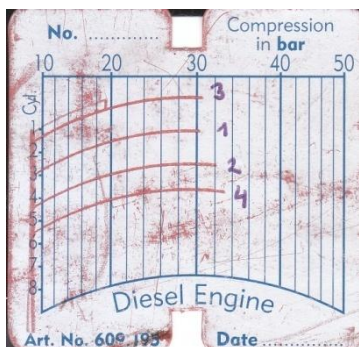


3.5 pav. Azoto oksidų (NO_x) kiekis (ppm) išmetamosiose dujose, priklausomai nuo variklio sūkių

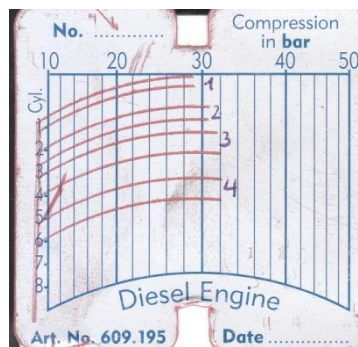
Atlikus matavimus pastebėta, kad po alyvos papildu naudojimo, akseleruojant iki ~2000 aps./min. azoto oksidų išmetama daugiau, negu prieš papildų naudojimą. Didinant apsukas iki 3500 aps./min. azoto oksidų išmetama mažiau, negu prieš papildų naudojimą. Po degalų sistemos valiklio naudojimo pastebėta beveik du kartus didesnė teršalų koncentracija, taip galėjo atsitikti dėl valiklio likučių maitinimo sistemoje.

3.1.2 Mechaninių kompresijos bandymų rezultatai

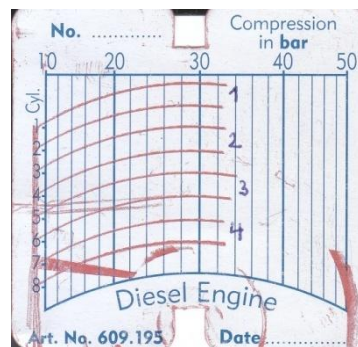
Mechaninės kompresijos bandymų rezultatai prieš eksploacinių papildų naudojimą (3.6 pav.), po alyvos papildų naudojimo (3.7 pav.), po degalų sistemos valiklio naudojimo (3.8 pav.).



3.6 pav. Kompresija prieš papildų naudojimą



3.7 pav. Kompresija po alyvos papildų naudojimo



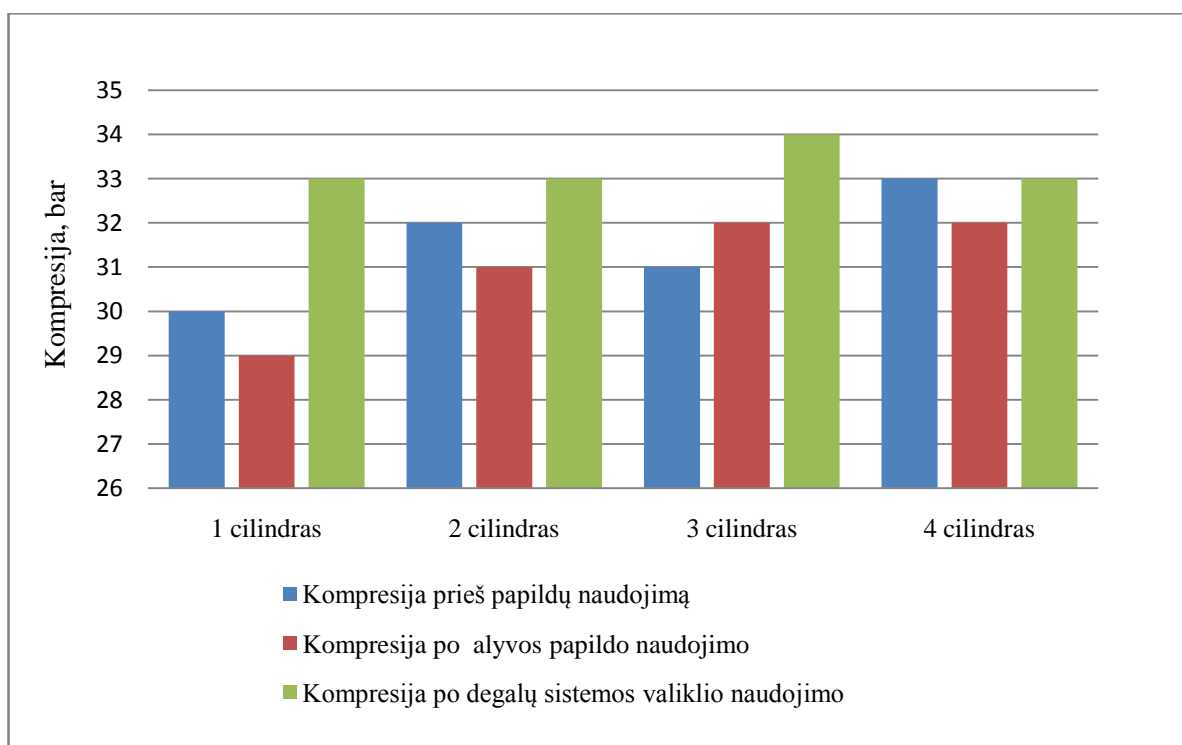
3.8 pav. Kompresija po degalų papildų naudojimo

Atlikus matavimus prieš papildų naudojimą gauta, kad kompresija visuose cilindruose ne vienoda. Skirtumas tarp pirmo ir ketvirto cilindro didesnis negu 2 bar. Kompresijos vidurkis cilindre 31,5 bar. Po alyvos papildų naudojimo trijuose cilindruose pastebimas nežymus kompresijos sumažėjimas. Didžiausias skirtumas tarp cilindų išlieka daugiau negu 2 bar. Vidurkis 31 bar. Atlikus matavimus po degalų sistemos valiklio naudojimo, pastebimas kompresijos padidėjimas, taip pat sumažėjus rezultatų sklaidai, skirtumas tarp cilindų neviršija 1 bar, vidurkis 33,25 bar.

3.2 lentelė

Kompresijos bandymai

Cilindras	1	2	3	4	Vidurkis
Kompresija prieš papildų naudojimą, bar	30	32	31	33	31,5
Kompresija po alyvos papildų naudojimo, bar	29	31	32	32	31
Kompresija po degalų sistemos valiklio naudojimo, bar)	33	33	34	33	33,25



3.9 pav. Mechaninių kompresijos bandymų rezultatų grafinis atvaizdavimas

3.1.3 Santykinės kompresijos bandymų rezultatai

3.3 lentelė

Santykinės kompresijos bandymai

Cilindras	1	2	3	4	Vidurkis
Santykinė kompresija prieš papildų naudojimą,	70,7	65,4	60,2	60,2	-
Išraiška procentais, %	100	92,5	85,15	85,15	90,7
Santykinė kompresija po alyvos papildų naudojimo	60,2	57,6	52,4	52,4	-
Išraiška procentais, %	100	95,68	87,04	87,04	92,44
Santykinė kompresija po degalų sistemos valiklio naudojimo	60,2	60,2	57,6	57,6	-
Išraiška procentais, %	100	100	95,68	95,68	97,84

Pamatavus santykinę kompresiją prieš papildų naudojimą, pastebėta, kad rezultatų sklaida cilindruose viršija 5 %, o dviejuose cilindruose siekia net 14,85 %. Vieno cilindro santykinės kompresijos vidurkis 90,7 %. Po alyvos papildų naudojimo santykinėje kompresijoje pastebimas nedidelis vieno cilindro vidurkio pagerėjimas 92,44 %, tačiau rezultatų sklaida cilindruose vis tiek viršija 5 % ir siekia 12,96 %. Atlikus matavimus po degalų sistemos valiklio naudojimo pastebėtas aiškus santykinės kompresijos pagerėjimas. Po du cilindrus rodo vienodas reikšmes, rezultatų sklaida

neviršija 5 %, vieno cilindro vidurkis siekia 97,84 %, tai net 7,14 % prieaugis vienam cilindrui nuo bandymų pradžios.

3.1.4 Optiniai deginių skaidrumo bandymų rezultatai

Dyzelinių variklių, optinio tankio leidžiama norma varikliui be turbokompresoriaus iki 58 %, su turbokompresoriumi iki 66 %.

Kad matavimai būtų tikslūs, visų bandymų metu variklis buvo pasiekęs darbinę temperatūrą. 10 kartų tolygiai akseleruojant iki maksimalių sūkių, nedidesniu kaip 15 s intervalu, buvo užrašomi paskutiniai trys rezultatai, kurie pateikti 3.4 lentelėje kartu su matavimų vidurkiais.

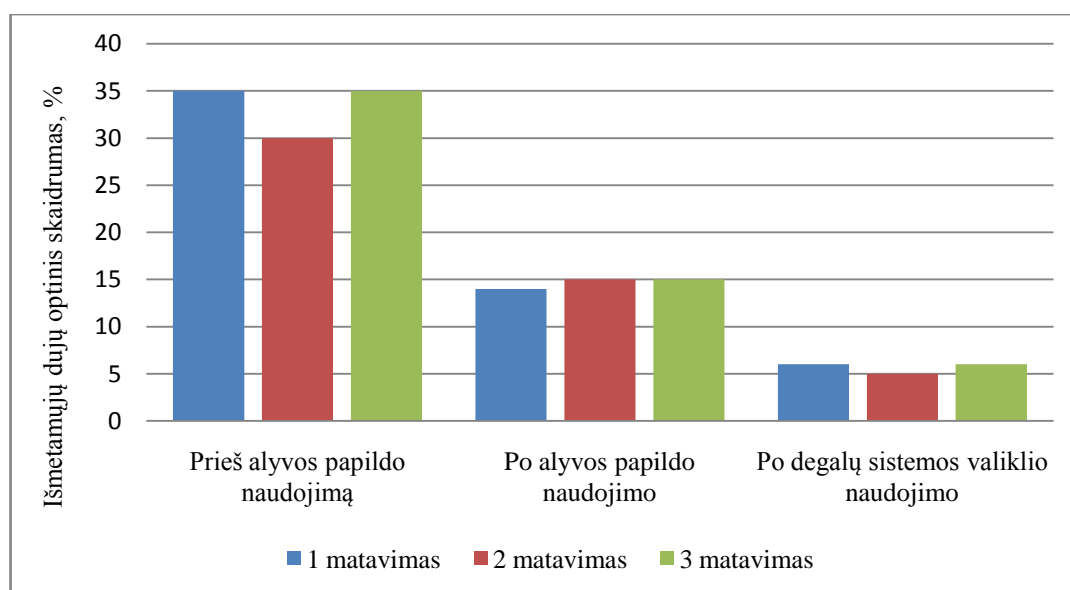
3.4 lentelė

Optiniai deginių skaidrumo bandymai

Bandymai	Deginių optinis skaidrumas, %			Vidurkis, %
	1	2	3	
Bandymas prieš alyvos papildą naudojimą	35	30	35	33,33
Bandymas po alyvos papildą naudojimo	14	15	15	14,66
Bandymas po degalų sistemos valiklio naudojimo	6	5	6	5,66

Atlikus matavimus prieš papildą naudojimą deginių optinio skaidrumo vidurkis siekė 33,33 % ir neviršijo leistinų normų. Bandymus pakartojus po alyvos papildą naudojimo vidurkis pagerėjo iki 14,66 %. Degalų sistemos valiklis dar pagerino rezultatus ir vidurkis siekė tik 5,66 %.

Visi bandymai yra tikslūs ir teisingi, nes parodymų reikšmės skiriasi mažiau nei per leidžiamą 6 indikatoriaus skalės padalų vertę.



3.10 pav. Išmetamųjų dujų optinio skaidrumo rezultatai

3.1.5 Absorbcijos koeficiento nustatymas

Nuo 2012 m. kovo 1 d. dyzelinių variklių dūmingumas techninėje apžiūroje yra tikrinamas taikant naują procedūrą, suderintą su ES teisės aktų reikalavimais.

Jais siekiama suderinti ES valstybėse TA metu taikomus reikalavimus ir kontrolės atlikimo būdus, užtikrinant, kad transporto priemonių išmetamųjų dujų kiekis būtų kuo mažesnis per visą jų naudojimo laiką. Katu garantuojant, kad transporto priemonės, kurios yra didžiausios teršėjos, nebūtų naudojamos, kol nebus tinkamai sutvarkytos.

Lietuvoje registruoti dyzeliniai automobiliai, sudarantys 48 % viso šalies transporto priemonių parko, pagal pirmosios registracijos datą turės atitikti savo „amžiaus grupei“ taikomus variklio dūmingumo reikalavimus. Reikalavimai dėl dūmingumo, kaip ir iki šiol, nebus taikomi tik motorinėms transporto priemonėms, pirmą kartą įregistruotoms iki 1980 m. sausio 1 d.

Žemiausi reikalavimai nustatyti transporto priemonėms, pirmą kartą įregistruotoms nuo 1980 m. sausio 1-osios iki 2008 m. birželio 30 d. Priklausomai nuo to, ar variklis be turbopripūtimo ar su turbopripūtimu – jų maksimalios (ribinės) absorbcijos koeficiento reikšmės atitinkamai neturės viršyti 2,5 ir 3,0 m⁻¹.

Beveik pusantro karto griežtesnės maksimalios (ribinės) absorbcijos koeficiento reikšmės, siekiančios 1,5 m⁻¹, reikalavimai nustatyti transporto priemonėms, įregistruotoms nuo 2008 m. liepos 1-osios iki 2011 m. gruodžio 31-osios.

Automobiliams, įregistruotiesiems nuo 2012 m. sausio 1 d., taikomi griežčiausi reikalavimai. Jais nustatoma, kad maksimali (ribinė) išmatuota absorbcijos koeficiento reikšmė neturi būti didesnė už nustatytą transporto priemonės tipo patvirtinimo metu. Kitaip sakant, neturi viršyti gamintojo deklaruotos maksimalios (ribinės) absorbcijos koeficiento reikšmės [34].

3.5 lentelė

Absorbcijos koeficientai

	Absorbcijos koeficientai, m ⁻¹	Absorbcijos koeficiento vidurkis, m ⁻¹
Prieš papildų naudojimą	0,37 0,24 0,54 0,24	0,3475
Po alyvos papildų naudojimo	0,16 0,11 0,26 0,14	0,1675
Po degalų sistemos valiklio naudojimo	0,11 0,11 0,12 0,12	0,115

*Bandymai atlikti esant 3700 alkūninio veleno aps./min.

Atlikus absorbcijos koeficiento nustatymą prieš papildų naudojimą, pastebėta, kad automobilis neatitinka ES teisės aktų reikalavimų. Pagal pagaminimo metus (1997 m.) ir variklio tipą (su turbopripūtimu) absorbcijos koeficientas neturi viršyti $0,3 \text{ m}^{-1}$, o matavimų vidurkis siekia $0,3475 \text{ m}^{-1}$.

Atlikus bandymą po alyvos papildų naudojimo, absorbcijos koeficiento vidurkis sumažėjo $0,18 \text{ m}^{-1}$. Tai lemia, kad automobilis atitinka ES teisės aktų reikalavimus.

Trečiasis bandymas, po degalų sistemos valiklio naudojimo parodė, kad absorbcijos koeficientas nuo pirmojo bandymo sumažėjo daugiau nei tris kartus.

3.1.6 Variklio skleidžiamo garso tyrimo rezultatai

Triukšmo tarša (arba aplinkos triukšmas) – žmogaus veiklos ar mašinų darbo sukurtas triukšmas, kuris trikdo veiklą ar pusiausvyrą žmonių ar gyvūnų gyvenime. Dažna triukšmo taršos forma yra motorinio transporto triukšmas.

Pagrindinis aplinkos triukšmo šaltinis visame pasaulyje yra transporto sistemos, tiek motorinių transporto priemonių, tiek aviacinis bei geležinkelio linijų triukšmas. Vienas iš miestų planavimo uždavinių yra siekti minimalaus aplinkos triukšmo.

Triukšmas turi įtakos žmogaus sveikatai bei elgesiui. Nepaisant susierzinimo, nuolatinė triukšmo tarša taip pat gali sukelti hipertenziją (padidėjusį kraujospūdį), stiprų stresą, apkurimą, miego sutrikimus ir kt. Šios problemos savo ruožtu sukelia tolesnes sveikatos problemas: stresas ir hipertenzija paskatina kitus kraujotakos sistemos sutrikimus, gali sukelti užmaršumą, depresiją ir kartais panikos priepuolius.

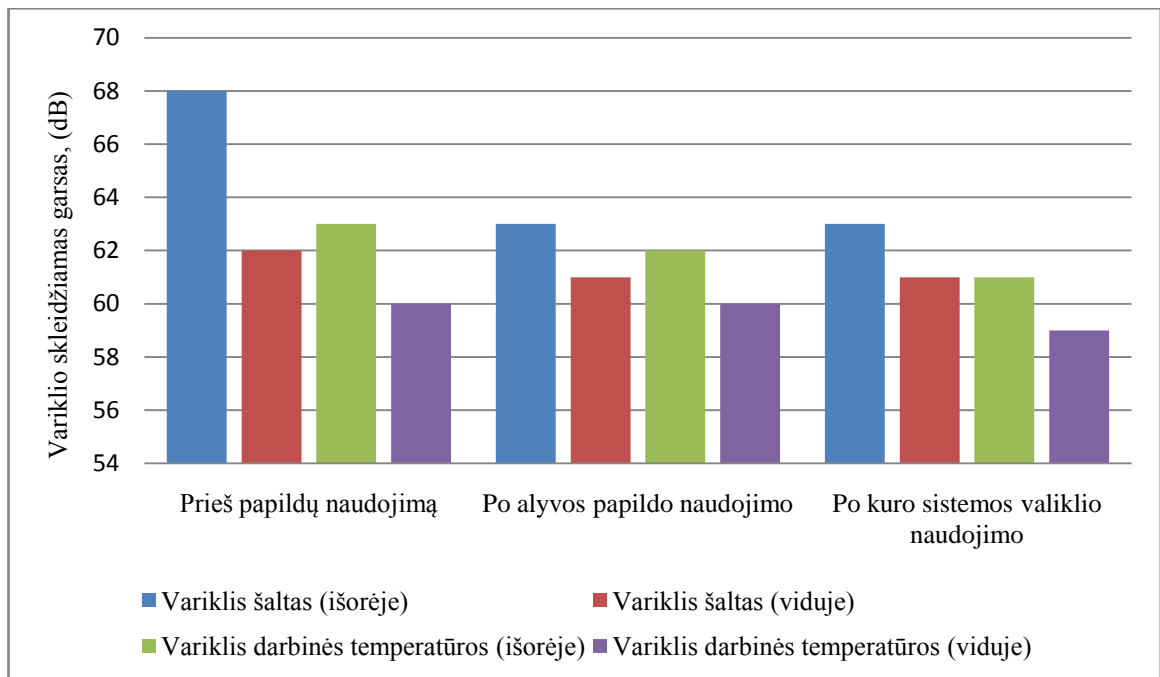
Iki 1970 m. į aplinkos triukšmą vyriausybės žiūrėjo labiau kaip į nepatogumą nei aplinkos problemą. Šiuo metu skirtingose valstybėse taikomi skirtingi standartai ir reikalavimai miestų planavimui, statyboms, keliams. ES triukšmo kontrolės įstatymų bazė palyginus nėra stipri [35].

3.6 lentelė

Variklio skleidžiamo garso bandymai

		Variklio skleidžiamas garsas, dB	
		Išorėje	Viduje
Bandymas prieš papildų naudojimą	Variklis šaltas	68	62
	Variklis darbinės temperatūros	63	60
Bandymas po alyvos papildų naudojimo	Variklis šaltas	63	61
	Variklis darbinės temperatūros	62	60
Bandymas po degalų sistemos valiklio naudojimo	Variklis šaltas	63	61
	Variklis darbinės temperatūros	61	59

*60 – normali kalba



3.11 pav. Variklio skleidžiamo garso bandymų rezultatai

Atlikus variklio skleidžiamo garso tyrimus prieš ir po eksploatacinių priedų naudojimo, pastebėtas nežymus triukšmo lygio sumažėjimas. Sumažėjimas yra toks mažas, kad praktiškai nejaučiamas. Kadangi bandymai nebuvo atliekami akustinėje aplinkoje, skirtumas galėjo atsirasti ir dėl nedidelio vėjo pokyčio.

Darbo apibendrinimas

Atliktas pakankamai išsamus eksploatacinių priedų įtakos dyzelinio variklio parametrų tyrimas. Dažniausiai, tokie tyrimai apsiriboja automobilio galios pokyčio pamatavimu galios standu. Šiame darbe, kaip vienas pagrindinių rodiklių, pasirinktas kompresijos pokyčio stebėjimas. Atlikti mechaninės ir santykinės kompresijos pokyčio tyrimai. Atsižvelgta į vis aktualesnę aplinkos taršą, todėl išanalizuota automobilio išmetamųjų dujų sudėtis, absorbcijos koeficientas, optinis tankis, prieš ir po eksploatacinių papildų naudojimo. Kaip vienas iš papildų efektyvumo rodiklių pasirinktas variklio skleidžiamo garso pokytis.

Tyrimų metu nustatyta, kad variklis su eksploataciniais priedais dirba liesesniu degalų mišiniu ir labiau teršia aplinką išmetamosiomis dujomis, bet pagerėja kitos variklio dinaminės savybės. Dėl šių priežasčių reikėtų laikytis gamintojų rekomendacijų ir nenaudoti priedų dažniau negu nurodoma. Rekomenduotina naudoti eksploatacinius priedus prieš artėjančią techninę apžiūrą, dėl pagerėjusio deginių optinio skaidrumo ir absorbcijos koeficiento mažėjimo.

Išvados

1. Atlikus literatūros ir internetinių šaltinių analizę nustatyta, kad naudojant degalų sistemos valiklius vidaus degimo varikliuose galima sugrąžinti dalį prarastos variklio galios.
2. Atlikus išmetamųjų dujų analizę nustatyta:
 - po alyvos papildu naudojimo, iki 1,71 % padidėjo deguonies (O_2) išsiskyrimas išmetamosiose dujose.
 - Anglies monoksidas (CO) po alyvos papildu naudojimo savo didžiausią koncentraciją (0,02 %), išmetamosiose dujose, pasiekia esant 2000 aps./min., o po degalų sistemos valiklio naudojimo esant 1500 aps./min.
 - Anglies dioksido (CO_2) mažiausias išsiskyrimas pastebėtas po alyvos papildu naudojimo. Didžiausias skirtumas siekia 1 % esant maksimalioms bandyme analizuotoms apsukoms.
 - Angliavandenilių (CH) koncentracijos prieš papildų naudojimą išmetamosiose dujose analizatorius neparodė. 1 ppm koncentracija po alyvos papildu naudojimo pastebėta akseleruojant iki 3000 aps./min., po degalų sistemos valiklio naudojimo iki 1000 aps./min.
 - Azoto oksidų (NO_x) didžiausias (~2 kartus didesnis) išsiskyrimas pastebėtas po degalų sistemos valiklio naudojimo. Daroma prielaida, kad tai galėjo atsitikti dėl valiklio likučių maitinimo sistemoje.
3. Atlikus mechaninius kompresijos bandymus nustatyta, kad po alyvos papildu „Tufoil“ naudojimo kompresijos vidurkis cilindre sumažėjo 0,5 baro. Po degalų sistemos valiklio „Valvoline Max Life“ naudojimo mechaninės kompresijos matavimų rezultatų vidurkis vienam cilindriui padidėjo 1,75 baro. Pastebėta matavimų rezultatų sklaidos sumažėjimas.
4. Santykinės kompresijos bandymų rezultatai parodė, kad po alyvos papildu „Tufoil“ naudojimo santykinės kompresijos išraiška procentais vienam cilindriui padidėjo 1,74 %. Po degalų sistemos valiklio „Valvoline Max Life“ naudojimo – 7,14 %. Taip pat, kaip ir po mechaninių kompresijos matavimų, pastebėtas rezultatų sklaidos sumažėjimas.
5. Atlikus optinius deginių skaidrumo bandymus gauta, kad po alyvos papildu „Tufoil“ naudojimo, skaidrumo vidurkis pagerėjo per 18,67 % (2,27 karto). Po degalų sistemos valiklio „Valvoline Max Life“ naudojimo skaidrumas pagerėjo dar per 9 % (5,89 karto nuo pirmojo matavimo). Automobilio variklis nei prieš papildų naudojimą, nei po neviršijo leistinos 66 % optinio tankio normos.
6. Atlikus absorbcijos koeficiento nustatymą prieš papildų naudojimą, pastebėta, kad automobilis neatitinka ES teisės aktų reikalavimų ir absorbcijos koeficiento vidurkis viršija leidžiamą normą $0,0475\text{ m}^{-1}$. Po alyvos papildu „Tufoil“ naudojimo vidurkis sumažėjo iki $0,1675\text{ m}^{-1}$ (daugiau nei du kartus). Po degalų sistemos valiklio „Valvoline Max Life“ naudojimo koeficientų vidurkis

sumažėjo iki $0,115 \text{ m}^{-1}$ (daugiau nei tris kartus nuo pirmojo bandymo). Ir po alyvos, ir po degalų sistemos papildų naudojimo absorbcijos koeficientas atitiko ES teisės aktų keliamus reikalavimus.

7. Variklio skleidžiamo garso tyrimo rezultatai didelio pokyčio neparodė. Didžiausias – 5 dB pokytis užfiksuotas po alyvos papildų „Tufoil“ naudojimo varikliui nepasiekus darbinės ($82 \text{ }^\circ\text{C}$) temperatūros. Kiti pokyčiai siekė 1 – 2 dB. Bandymas nebuvo atliekamas akustinėje aplinkoje, todėl bandymų rezultatus galėjo lemti vėjas (plg. žmogaus kvėpavimas – 10 dB).
8. Tyrimų metu nustatyta, kad variklis su eksploataciniais priedais dirba liesesniu degalų mišiniu ir labiau teršia aplinką, padidėjusia anglies monoksido, angliavandenilių ir azoto oksidų koncentracija išmetamosiose dujose. Dėl šių prižasčių reikėtų laikytis priedų gamintojų rekomendacijų ir nenaudoti papildų dažniau negu nurodoma. Būtu tikslinga naudoti eksploatacinius priedus prieš artėjančią techninę apžiūrą, dėl ženkliai pagerėjusio deginių optinio skaidrumo ir absorbcijos koeficiento mažėjimo.

Literatūra

1. BARCYS, T. *Etanolio įtakos dyzelinio vidaus degimo variklio parametrų tyrimas: magistro baigiamasis darbas*. Kaunas, 2014;
2. GIEDRA, K ir kt. *Traktoriai ir automobiliai*. Vilnius: Akademija, 1995, 408 p.;
3. JUREVIČIUS, V; NANEVIČIUS, L. *Automobilių remontininko rengimas. Antroji knyga. Automobilio variklis*. Vilnius: Profesinio mokymo metodikos centras, 2008, 254 p.;
4. MATIJOŠIUS, J. *Transporto priemonių konstrukcinės ir eksploatacinės medžiagos: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, 2012, 48 p.;
5. SKVIRECKAS, R; MAKARAS, R. *Kelių transporto priemonių priežiūra ir remontas: laboratoriniai darbai*. Kaunas: Technologija, 2014, 44 p.;
6. „Valvoline profesionalių produktų serijos VPS specifikacija“ 2014;
7. Valstybės įmonė „Regitra“ [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga per: http://www.regitra.lt/lt/registrai/_st
8. Variklis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga per: <https://lt.wikipedia.org/wiki/Variklis>
9. Dyzelinių variklių „Common rail“ įpurškimo sistema [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga per: <http://automobilistas.blogspot.lt/2013/02/dyzelinis-variklis-common-rail.html>
10. Kaip veikia dyzeliniai purkštuvai? [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga per: <http://www.purkstukai.lt/kaip-veikia-dyzeliniai-purkstuvai/>
11. Kuro Priedai [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-10-03]. Prieiga per: <http://degalai.info/priedai.html>
12. Automobilių ekologijos Euro standartai [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-18]. Prieiga per: <http://www.de2.lt/naudinga-informacija/lentel%C4%97s/1303-automobili%C5%B3-ekologijos-euro-standartai>
13. Kuro priedai [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2016-03-18] Prieiga per: <http://www.solarisbaltic.lt/atsarginiu-daliu-parduotuve/priedai/>
14. Deguonis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-19]. Prieiga per: <https://lt.wikipedia.org/wiki/Deguonis>
15. Anglies monoksidas [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-19]. Prieiga per: https://lt.wikipedia.org/wiki/Anglies_monoksidas
16. Anglies dioksidas [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-19]. Prieiga per: https://lt.wikipedia.org/wiki/Anglies_dioksidas
17. Angliavandenilis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-19]. Prieiga per: <https://lt.wikipedia.org/wiki/Angliavandenilis>
18. Azoto dioksidas [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-09]. Prieiga per: https://lt.wikipedia.org/wiki/Azoto_dioksidas

19. ŽIUKEĻIS, Andrius. „Degalų priedų įtaka vidaus degimo variklio parametrams“ [interaktyvus]. Vilnius 2007 [žiūrėta 2016-03-19]. Prieiga per:
http://leidykla.vgtu.lt/conferences/JMK_TRANSPORTAS_2007/Pagalbiniai/PDF/VGTU-Transportas-259-263.pdf
20. „STP“ kuro sistemos valiklis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per:
<http://www.stp.eu/uk/products/item/id/212/complete-fuel-system-cleaner-diesel>
21. „Redex“ kuro sistemos valiklis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per:
<https://www.holtsauto.com/redex/products/petrol-system-cleaner/>
22. „Volkswagen Corrado VR6“ techninė specifikacija [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-25] Prieiga per: http://www.auto-data.net/en/?f=showCar&car_id=9067
23. „5th Gear“ bandymas [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016-03-25]. Prieiga per:
<https://www.youtube.com/watch?v=03nL8Z0dRkI>
24. „Nissan Primera“ techninė specifikacija [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-26]. Prieiga per: http://www.auto-data.net/en/?f=showCar&car_id=620
25. Išmetamųjų dujų analizatoriaus „Technomotor LCD 810“ [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per: <https://www.interempresas.net/Measure/Companies-Products/Product-Analysers-of-gases-Tecnomotor-Gas810-114648.html>
26. Dūmingumo analizatorius „Bosch BEA 460“ [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per: <http://www.technosst.com/catalog/6/gazoanalizatoryi-dyimomeryi-sistemyi-analiza-emissii/bea-460-gazoanalizator-benzin-dizel>
27. Dūmingumo matavimo modulis „Boach RTM 430“ [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per: <http://germanika-t.ru/katalog-oborudovaniya/oborudovanie-dlya-avtoservisov/bosch-rtm-430-modul-dymomera-dlya-bea-050-bea-460>
28. Kompresimetras dyzeliniams varikliams „SPCS-50SK“ [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per: <http://carelectro.all.biz/kompresograf-dlya-dizelnyh-motorov-spcs-50sk-g6295468>
29. „Sonap SON-50“ [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per:
<http://www.alfatech.eu/katalog-produktow/dzwiek/sonopanson50-detail>
30. Diagnostika ir paslaugos [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per: http://lt.bosch-automotive.com/lt/lt/aa_2/products_and_services_1/diagnostics_and_test_equipment_1/diagnostics_and_services_1.html
31. Diagnostikos sistema „Bosch FSA 760“ [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per:
http://www.bosch-kts.ru/motortestery/bosch_fsa_760.html
32. Automobilių diagnostikos analizatoriai [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per:
http://autotestas.lt/autotest/pages/produktai/pdfs/straipsniai/automobiliu_diagnostikos_analizatoriai.pdf

33. *Optinis dūmomatis „DO-1“* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per:

http://belomo.by/rus/9_8raz.htm

34. *Asociacijos naujienos: Dyzeliniam automobiliams – nauja patikros procedūra* [interaktyvus].

2012 [žiūrėta 2016-04-03]. Prieiga per: <http://www.vta.lt/lt/nv/pagrindinis->

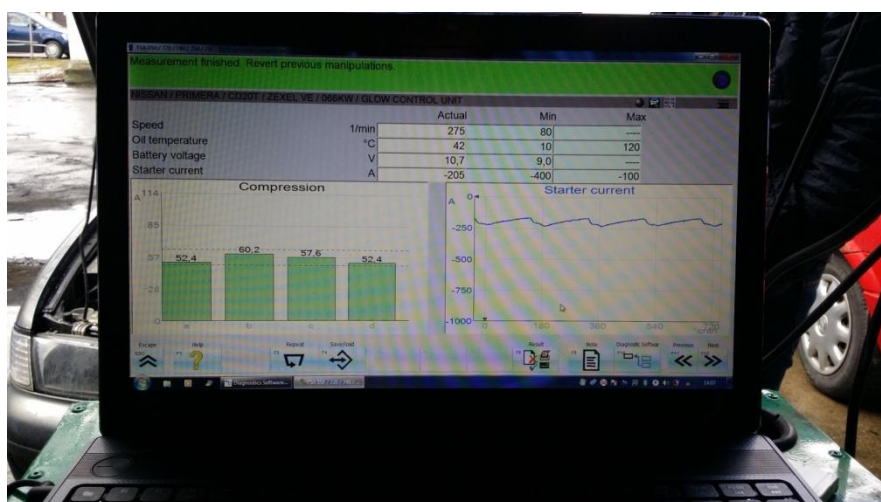
[meniu/asociacija/asociacijos-naujienos/dyzelinu-automobiliu-patikra](http://www.vta.lt/lt/nv/pagrindinis-meniu/asociacija/asociacijos-naujienos/dyzelinu-automobiliu-patikra)

35. *Triukšmo tarša* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-03]. Prieiga per:

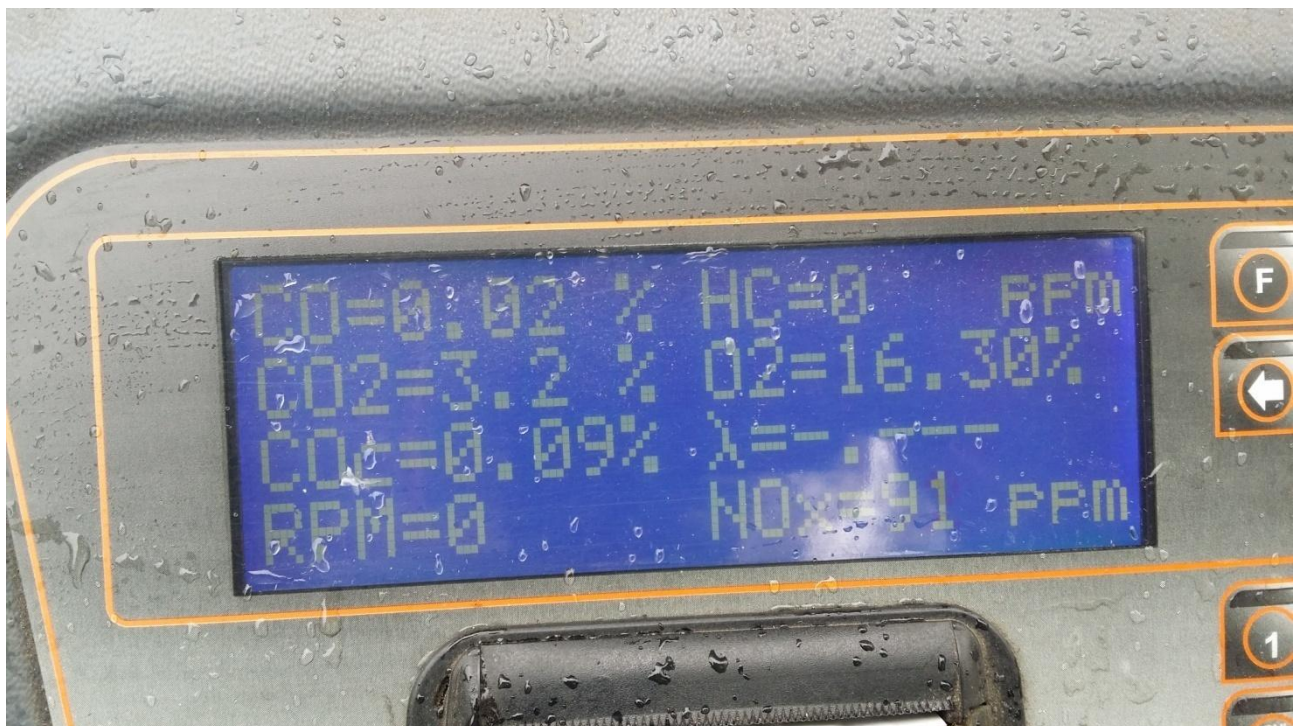
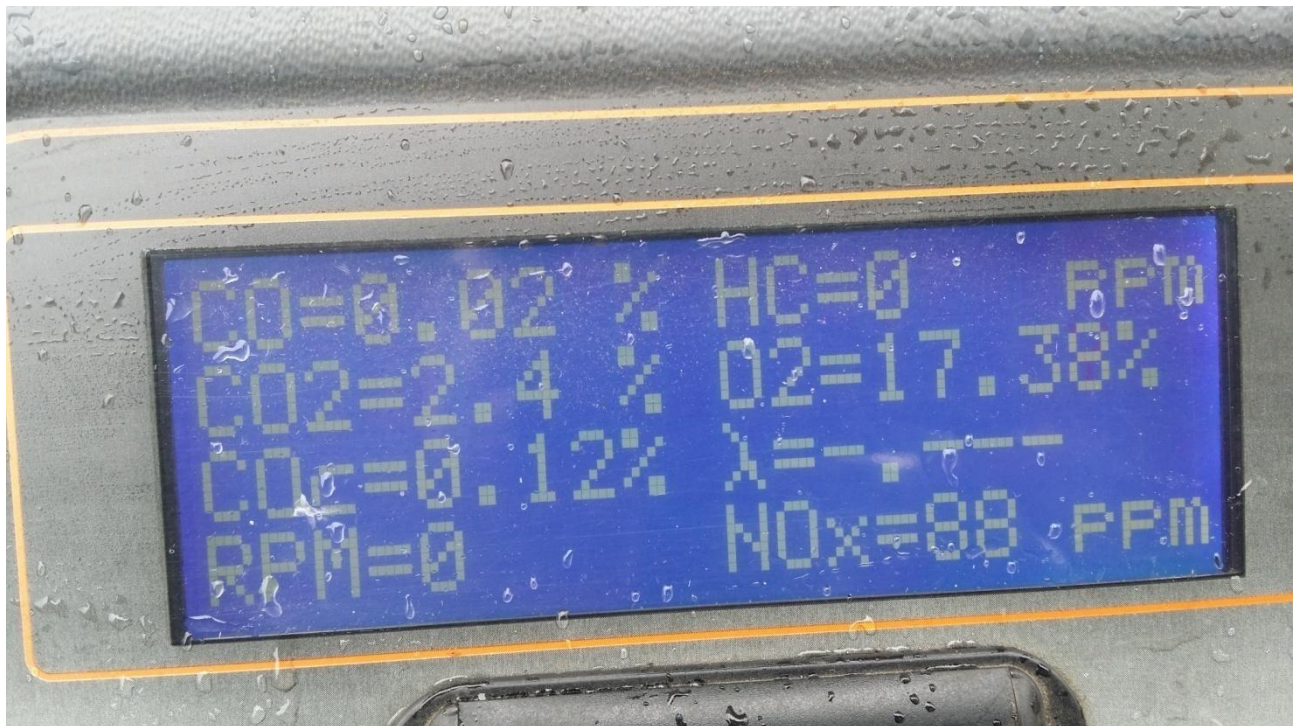
https://lt.wikipedia.org/wiki/Triuk%C5%A1mo_tar%C5%A1a

Priedai

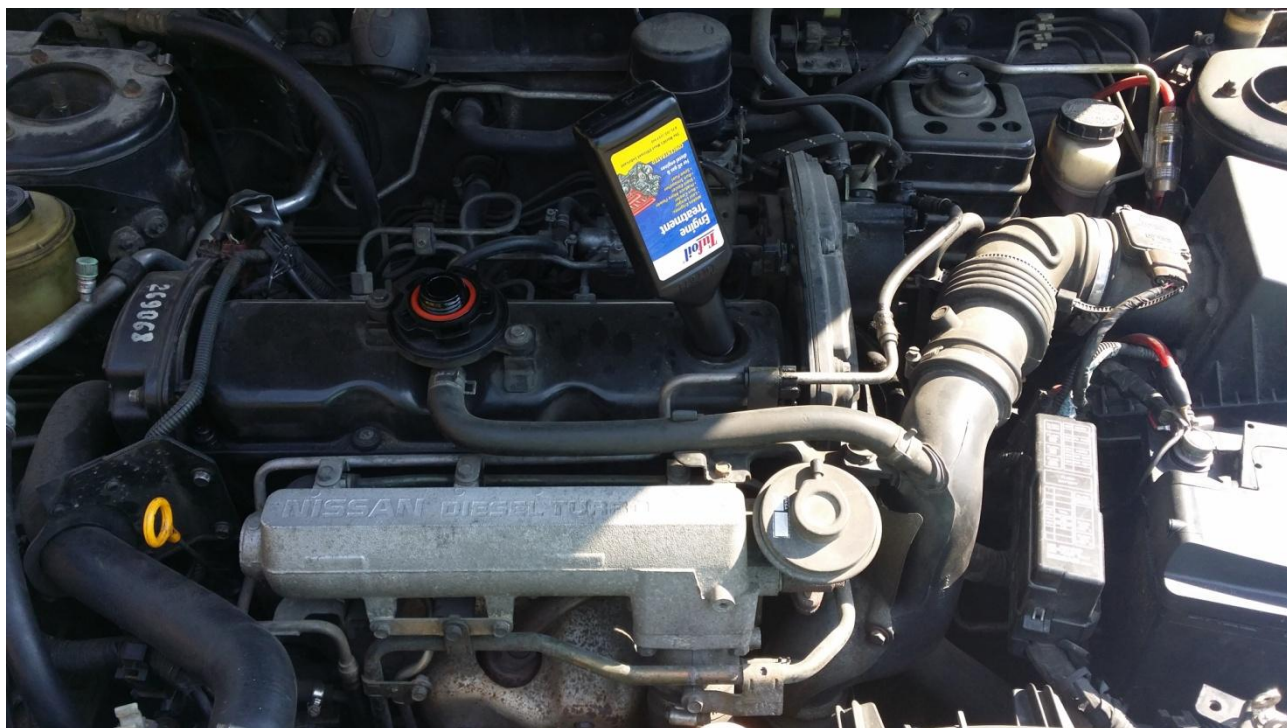
P-1 Santykinės kompresijos matavimo universaliu diagnostikos stendu „Bosch FSA 760“ pavyzdžiai



P-2 Išmetamųjų dujų analizavimo „Technomotor LCD 810“ analizatoriumi pavyzdžiai



P-3 Naudoti priedai



P-4 Absorbcijos koeficiento nustatymo dūmingumo matuokliu „Bosch BEA 460“ su dūmingumo matavimo moduli „Bosch RTM 430“ pavyzdžiai

