

DYZELINIO VARIKLIO DEGALŲ FILTRŲ DARBO TYRIMAS

Valdas TARAŠKUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas valdas.taraskus@vdu.lt

Santrauka

Dyzelino užterštumas kietosiomis dalelėmis kelia vis didesnę grėsmę šiuolaikinėms aukšto degalų slėgio įpurškimo sistemos komponentų tinkamam veikimui ir ilgaamžiškumui, net jei jų kiekis neviršija leistinos normos (ISO 4406). Aukšto degalų slėgio įpurškimo sistemų elementams įtaką daro ne tik kietųjų dalelių kiekis (matuojamas svoriu), bet ir jų dydis. Straipsnyje pateikiami dyzelinių variklių filtrų tyrimų rezultatai. Rezultatai parodė, kad naudoto degalų filtro filtracijos efektyvumas ženkliai mažesnis palyginti su nauju filtru ir nebeatitinka gamintojo nurodytų specifikacijų. Prafiltravus degalus pro naudotą filtrą, liko nemažai 4 μm , 5 μm , 10 μm ar didesnių dalelių. Atlikus bandymus su nauju degalų filtru liko 1 μm , 2 μm ir keletas 3 μm dydžio dalelių. Taip pat buvo pastebėtas padidėjęs degalų slėgis prieš filtrą, kas rodo, kad filtras užsikimšęs, yra kietųjų dalelių sancaupų ant filtro pluošto sienelių, dėl to pro didžiausias filtro pluošto poras prasiskverbia mažesnės dalelės.

Reikšminiai žodžiai: filtracija, degalai, kietosios dalelės, filtrai

Įvadas

Šiuolaikinių dyzelinių variklių aukšto slėgio degalų įpurškimo sistemos per pastaruosius metus vis labiau vystėsi ir keitėsi. Tačiau degalų specifikacijos ir degalų filtravimas pakito labai mažai. Kuriant naujas aukšto slėgio degalų įpurškimo sistemas, kartu būtina tobulinti pagalbinius elementus ir peržiūrėti eksploatacinius reikalavimus, kurie užtikrintų efektyvų ir ilgalaikį įpurškimo sistemos darbą (Johnso, 2019).

Degalų filtrų gamintojai kadaise mėgavosi gana paprastu gyvenimu. Degalai, kuriuos filtravo, paprastai buvo rafinuoti iš alyvos ir pagaminti pagal kruopščiai kontroliuojamus standartus, kad atitiktų variklio veikimo charakteristikas. Variklių konstrukcijos buvo pagrįstos Otto arba Dyzelio ciklu, o jie savo ruožtu pirmiausia buvo sukurti taip, kad atitiktų atitinkamus eksploatacinius reikalavimus. Per pastaruosius dvidešimt metų labai pasikeitė dyzelinio variklio degalų įpurškimo sistemos ir jų darbiniai slėgiai. Šiuos naujausius pokyčius lėmė teisės aktai, reglamentai ir sparčiai didėjanti naftos kaina (Wang, 2016). Variklių pokyčiai vyksta eksponentiniu greičiu, o tai neturėjo precedento praecityje vidaus degimo variklio istorijoje. Tačiau degalų specifikacijos ir degalų filtravimas pakito labai mažai. Būtina tikslinti degalų specifikacijas ir tai skatins suinteresuotosios šalys degalų filtravimo ir variklių gamybos pramonėje priimdamos tolesnę vyriausybės reglamentą (Meek et al., 2014). Pasirinkimas yra, bet neilgam. Dabartinės kuro filtrų konstrukcijos paprastai yra skirtos teršalams, tokiems kaip purvas ir vanduo, sulaikyti. Ateityje kuro filtravimas vis tiek turės kontroliuoti nešvarumus ir vandenį, tačiau papildomai reikės šalinti ir naujai susidarantius teršalus, tokius kaip dujų išskverbimas, kuro oksidacijos ir skilimo produktai, įvairūs biodegalai, vamzdinių priedai, tepimo medžiagos ir statinė elektra. Teršalų sąrašas kasdien didėja, pralenkdamas pramonės galimybes paaiškinti atitinkamus degalų ir filtrų specifikacijų pakeitimus. Veiksmingas būsimo degalų filtravimo dizainas priklausys nuo aiškių, naujausių ir atitinkamų specifikacijų. Tai taip pat lems kuro filtravimo būdo pokyčius. Filtrų gamintojai ilgą laiką sprendė degalų ir filtrų medžiagų suderinamumo problemas. Šią problemą dar apsunkina ribotas medžiagų suderinamumo duomenų kiekis, ypač dėl daugelio naujų biodegalų bei jų priedų naudojant mažai sieros turinčią žaliavą (Karanovic et al., 2014).

Tyrimo tikslas – nustatyti degalų filtro darbo kokybę jo eksploatacijos laikotarpiu.

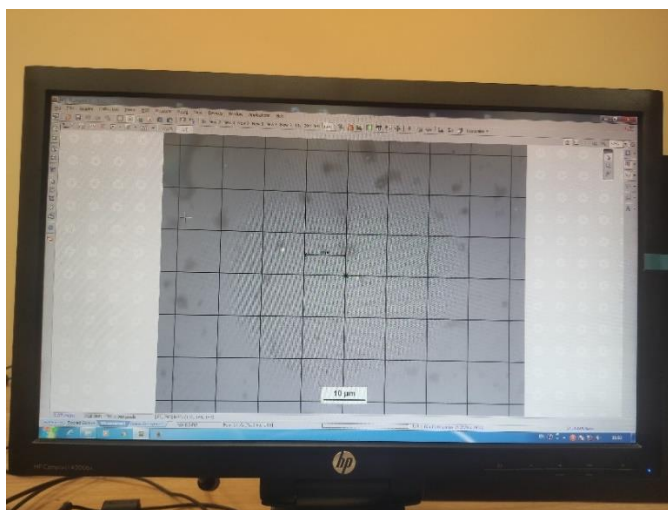
Tyrimo uždaviniai

1. Pasirinkti metodiką darbo tikslui pasiekti;
2. Nustatyti gautų mėginių užterštumą.
3. Atlikti gautų duomenų analizę.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimas atliktas inžinerijos fakulteto mechanikos, energetikos ir biotechnologijų inžinerijos katedros variklių bandymų laboratorijoje. Tyrimams atlikti buvo naudotas dyzelinis kuras B7 ir 2 „MAHLE original KL 476 D“ degalų filtrai su 10 μm ir

mažesnių dalelių išfiltravimo galimybe, pagamintų iš celiuliozės pluošto. Filtru užterštumui nustatyti buvo naudojami degalų slėgio matuokliai su trišake jungtimi ir degalų siurbliukas. Nustatyti dalelių, prasiskverbusių pro degalų filtrą, dydį, kiekį, buvo naudojamas laboratorijoje esantis mikroskopas su 500x didinančiąja gėba. Tyrimui nustatant nešvarumus degaluose atlikti buvo naudojami trys mėginiai: nefiltruotas, filtruotas pro naują degalų filtrą ir filtruotas pro jau eksploatuotą filtrą. Tyrimo tikslumui užtikrinti kiekvieno mėginio (iš viso 3), kurį sudarė 0,2 ml dydžio lašeliai, buvo atliekami 5 matavimai. Mėginiai buvo imami tik gerai išmaišius degalus, kas užtikrina tolygų mažų dalelių pasiskirstymą degaluose. Mėginio dalis, matoma per mikroskopą vienu kartu, buvo 0,2 ml dydžio ir užėmė 3,14 cm² plotą. Mikroskopu buvo galima matyti daleles nuo 1 μm dydžio. Nustatant degalų užterštumą degalų siurbliuku buvo sukeliamas srautas, panašus į tokį, kokį natūraliai sukelia lengvojo automobilio kuro bake esantis degalų siurblys. Keičiant filtrus buvo stebimi užterštumo pokyčiai, padarytos išvados. 1 paveiksle pateiktas vaizdas, rodantis dyzelino užterštumą per mikroskopą atvaizduojant kompiuterio monitoriuje.

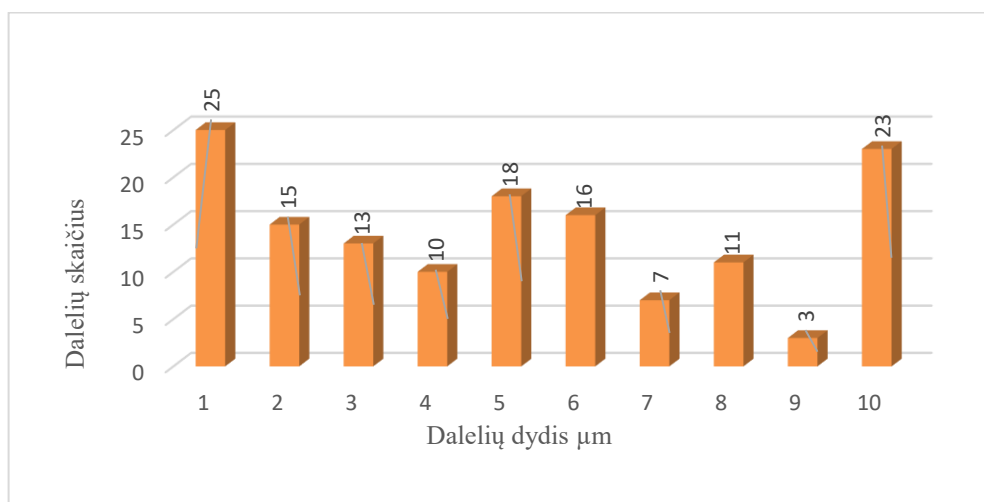


1 pav. Dyzelino užterštumo vaizdas stebint mikroskopo monitoriuje

Mikroskopo monitoriuje matomos juodos dėmės yra nešvarumai dyzeline. Vienas langelis atitinka 10 μm dydį.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

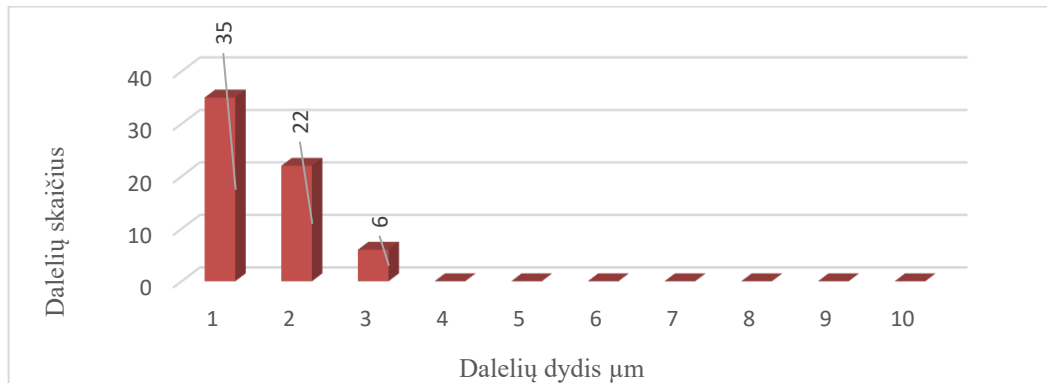
Iš gautų rezultatų matyti, kad nefiltruotame dyzelino mėginyje (2 pav.) gausu kietųjų dalelių, kurių dydis yra labai įvairus – nuo 1 μm dydžio ir mažesnių iki 10 μm ir didesnių. Šių degalų užterštumas kietosiomis dalelėmis yra normalus, nes atitinka nustatytą ISO 4406 standartą degalų švarumo klasei 18/16/13, 1 mililitrui degalų.



2 pav. 1 ml nefiltruotas mėginys

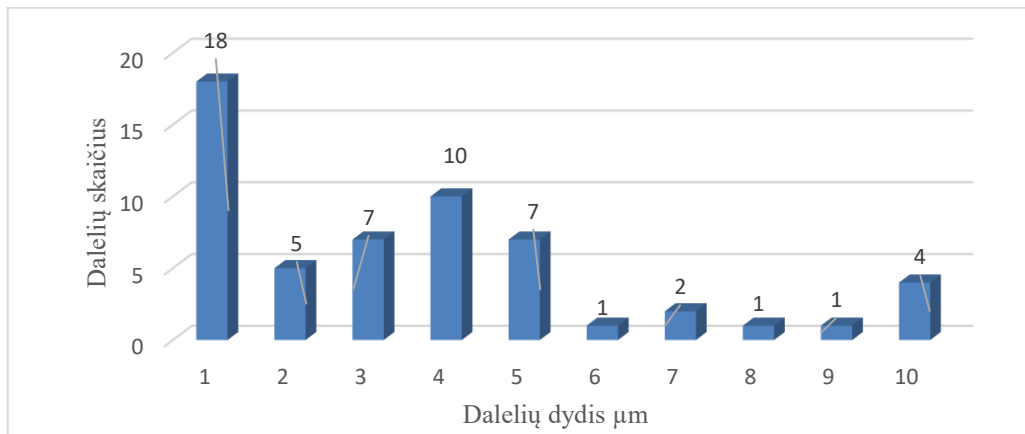
3 pav. pateikti mėginio, praėjusio pro naują filtrą, rezultatai, iš kurių matyti, kad didesnių nei 3 μm dalelių nebuvo, filtro pluoštas sulaukė didžiąją dalį nešvarumų. 1 μm ir 2 μm dalelių buvo gausu, tačiau šis rezultatas tenkina, nes jis atitinka

pasirinkto filtro filtracijos galimybes.



3 pav. 1 ml mėginys, filtruotas pro naują degalų filtrą

Prafiltravus degalus pro naudotą degalų filtrą (4 pav.), matyti, kad filtracijos efektyvumas yra ženkliai sumažėjęs lyginant su nauju filtru. Mėginyje buvo , nuo 1 iki 10 μm ir didesnių dalelių. Didžioji dalis dalelių buvo 1 μm , 4 μm ir 5 μm dydžio. Galima daryti išvadą, kad taip nutinka tada, kai filtras yra ilgą laiką eksploatuojamas. Padidėjęs degalų slėgis prieš filtrą rodo filtro užsikimšimą, kietųjų dalelių sankaupų ant filtro pluošto sienelių yra per daug ir tai leidžia mažesnėms dalelėms prasiskverbti pro didžiąsias filtro pluošto poras.



4 pav. 1 ml mėginys, filtruotas pro naudotą degalų filtrą

Šis filtras yra per daug užterštas ir nebeatitinka gamintojo nurodytų filtracijos specifikacijų, nors variklio darbo pokyčių nepastebime, tačiau jie gali pasireikšti tolesnės eksploatacijos metu. Didžiausią įtaką turės aukšto slėgio degalų tiekimo sistemoje.

Išvados

1. Pasirinkta metodika leido nustatyti filtrų eksploatacijos pokyčius.
2. Atlikus tyrimą nustatyta, kad ilgai eksploatuojant degalų filtrą sumažėja jo filtracijos galimybės, nes lieka mažiau degalus praleidžiančių mažųjų filtro porų. .
3. Padidėjęs degalų slėgis prieš filtrą tiesiogiai parodo, kad yra prasiskverbusių didesnių kietųjų dalelių ar nešvarumų, sumažėjęs filtracijos efektyvumas. Eksploatuojant automobilį su tokiu degalų filtru greitu metu gali atsirasti gedimų, kuriuos lemia prasta degalų filtracija.
4. Dyzelino degaluose yra gausu įvairaus dydžio kietųjų dalelių. Prafiltravus degalus pro naują degalų filtrą, didesnės nei 3 μm dalelės buvo visiškai sulaikytos. Prafiltravus degalus pro eksploatuotą filtrą buvo nemažai 4 μm , 5 μm ir mažesnių bei keletas 10 μm ar didesnių dalelių.

Literatūra

1. Johnson P. 2019. 9th International Filtration Conference. Fuel Filtration Reality Check. *9th International Filtration Conference*, p. 106-114. Prieiga per internetą: <https://icermax.com/wp-content/uploads/pdf/FuelFiltrationRealityCheck%20-9thinternationalfiltrationconference.pdf> (žiūrėta 2022-07-05)

2. Karanovic V., Jocanovic V., Darko M., Knezevic, Orošnjak M. D. 2019. Impact of Contaminated Fluid on Working Performances of Hydraulic Directional Control Valve. *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 65, p.139-147.
3. Meek, G., Williams, R., Thornton, D., Knapp, P. 2014. F2E - Ultra High Pressure Distributed Pump Common Rail Systems SAE Technical Paper 2014-01-1440. Prieiga per internetą: <http://dx.doi.org/10.4271/2014-01-1440>. ISSN 0148-7191 (žiūrėta 2022-07-05)
4. Wang J. 2016. Fuel Filtration Properties and Mechanism of a Novel Fibrous Filter Produced by a Melt-Process. *Journal of Membrane Science* 526. Prieiga per internetą: [www.researchgate.net/publication/311853099_Fuel Filtration Properties and Mechanism of a Novel Fibrous Filter Produced by a Melt-Process](http://www.researchgate.net/publication/311853099_Fuel_Filtration_Properties_and_Mechanism_of_a_Novel_Fibrous_Filter_Produced_by_a_Melt-Process) (žiūrėta 2022-07-05)

DIESEL ENGINE FUEL FILTERS PERFORMANCE EXPERIMENT

Summary

Diesel fuel contamination with particulate matter is an increasing threat to the proper performance and durability of modern high pressure fuel injection system components, even when the particulate matter content is within the permissible limits (ISO 4406). The high pressure fuel injection system components are not only affected by the amount of particulate matter (measured by weight), but also by their size. This paper presents the results of a study on diesel engine fuel filters. The results show that the filtration efficiency of a used fuel filter is significantly lower than that of a new filter and no longer meets the manufacturer's specifications. Observations with the used filter showed a significant number of particles of 4 μm , 5 μm , 10 μm or larger. Tests with the new fuel filter showed particle sizes of 1 μm , 2 μm and some 3 μm . It was also observed that the increased fuel pressure upstream of the filter is indicative of filter clogging, the presence of particulate deposits on the walls of the filter fibre, which allows smaller particles to pass through the larger pores of the filter fibre.

Keywords: filtration, fuel, solid particles, filters