

Akustinis ultrasmulkių dalelių filtras dujų išmetimo sistemoms

Acoustic ultrafine particle filter for gas exhaust systems

Kamilė Kandrotaitė^{1,2}, Steigvilė Byčenkienė¹, Artūras Kilikevičius³, Jonas Matijošius³, Kristina Plauškaitė¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras (FTMC), Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius

²Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius

³Vilniaus Gedimino technikos universitetas (VILNIUS TECH), Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

kamile.kandrotaitė@ftmc.lt

XXI amžiuje oro tarša yra viena didžiausių visuomenės grėsmių, kasmet nusinešanti milijonus gyvybių. Oro taršos sukeltos sveikatos problemos dažniausiai susijusios su smulkiomis dalelėmis (angl. *fine particle*, FP), galinčiomis patekti giliai į kvėpavimo takus, kur plaučių išsivalymo procesai yra mažiau veiksmingi. Daugelis tyrimų įrodo FP toksiškumą ir jų ryšį su ligomis [1]. Taip pat tyrimuose akcentuojama mažesnių nei 0,1 μm aerodinaminio skersmens (PM_{0.1}) dalelių dar vadinamų itin smulkiomis dalelėmis (angl. *ultra fine particle*, UFP), svarba, nes jos sudaro didžiąją dalelių skaitinės koncentracijos dalį. Šios UFP dalelės yra itin pavojingos dėl savo nanometrinių dydžių, kuris leidžia joms giliau prasiskverbti į kvėpavimo takus ir padidina jų nusėdimo efektyvumą bei organizmo įsisavinimą.

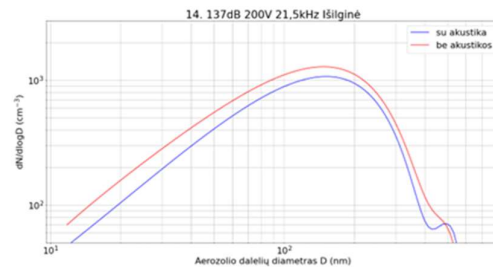
Pastaraisiais metais atmosferos kokybei buvo skiriamas didelis mokslinių tyrimų dėmesys. Vienas iš veiksmingų būdų pagerinti oro kokybę yra kenksmingų aerozolio dalelių šalinimas naudojant technologines priemones, tokias kaip akustinė aglomeracija, turinti didelį potencialą [2]. Prieš naudojant tradicines kietųjų dalelių šalinimo technologijas, išmetamosiose dujose esančios itin smulkios dalelės yra veikiamos didelio intensyvumo garso bangomis, kurios skatina santykinę aerozolio dalelių judėjimą ir padidina jų aglomeracijos greitį. Aerozolio dalelės veikiant didelio intensyvumo akustiniu lauku gali prasidėti suspenduotų dalelių sulipimo procesas, žinomas kaip akustinė aglomeracija [3].

Šis tyrimas nagrinėja būdus mažinti ultra smulkiųjų kietųjų dalelių koncentraciją atmosferoje taikant skirtingus akustinės aglomeracijos parametrus. Šio tyrimo tikslas yra suprasti ir optimizuoti aglomeracijos efektyvumą nagrinėjant akustinės aglomeracijos charakteristikas ir jų įtaką dalelių judėjimui akustiniame lauke.

Šiam darbui atlikti buvo sukonstruotas eksperimentinis stendas, kuris imituoja oru sklindančias kietąsias daleles sistemoje su išankstine akustine dalelių aglomeracija prieš dalelių matavimą. Pagrindinę įrenginio dalį sudaro: korpusas ir kietųjų dalelių dozavimo įranga; akustinio lauko generavimo dalis; akustinių parametrų matavimo dalis; duomenų kaupimo ir apdorojimo įranga; dalelių matavimo įranga - skenuojantis aerozolio dalelių skaitiklis (angl. *Scanning Mobility Particle Sizer Spectrometer*, SMPS).

Šiame tyrime atlikta 12 akustinių eksperimentų matuojant aerozolio dalelių dydžio (nm) pasiskirstymą esant skirtingoms sąlygoms. Tarp eksperimentų matuojamas aerozolio dalelių dydžio pasiskirstymas

naudojant akustinės aglomeracijos technologijos (t.y. be akustikos). Kiekvieno eksperimento metu buvo keičiama įtampa (V), dažnis (kHz) bei garso dažnių intensyvumas (dB). Iš gautų rezultatų nustatyta, kad dalelių koncentracijos pagal dydį pasiskirstymas taikant akustines bangas ir be akustikos nepakitę arba pakito minimaliai daugelyje matavimo bandinių. Parinkus optimalią kombinaciją 137 dB, 200 V, 21.5 kHz nustatytas apie 30 % aerozolio dalelių skaitinės koncentracijos sumažėjimas (1 pav.). Atlikus duomenims polinominę regresijos analizę nustatyta papildoma antra skaitinės koncentracijos moda, kurios vidutinis dalelių skersmuo yra apie 500 nm. Tai gali rodyti aerozolio dalelių aglomeracijos efektą dalelėms jungiantis į didesnius dydžius. Atlikus tyrimą nustatyta, kad akustinės aglomeracijos technologija turi daugiau įtakos mažesnės nukleacinės modos dalelėms.



1 pav. Aerozolio dalelių skaitinės koncentracijos ir skersmens pasiskirstymas taikant 137dB, 200V ir 21.5kHz išilginės akustikos parametrus taikant polinominę regresijos analizę.

Igyvendinant projektą taršos mažinimui buvo specialiai sukurtas tyrimų stendas. Gauti rezultatai patvirtina, kad akustinės aglomeracijos stendas yra efektyvus ultrasmulkių aerozolio dalelių skaitinės koncentracijos mažinimui. Nustatyta, kad sukurtas akustinių bangų stendas gali būti optimizuojamas skatinant platesnį ir novatoriškesnį transporto priemonių išmetamos oro taršos mažinimo sprendimų taikymą.

Reikšminiai žodžiai: aerozolio dalelės, akustinė aglomeracija, oro tarša.

Šis darbas buvo finansuojamas EUREKA NETWORK projekto E!13639 ACOUSTIC (projekto Nr. 01.2.2-MITA-K-702-12-0003) lėšomis.

Literatūra

- [1] Leclercq, B. et al., Environmental pollution 243 (2018)
- [2] Zhou, Dong. et al., Powder Technology 289 (2016)
- [3] Riera, E. et al., Power Ultrasonics (2023)