



Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisuja

Tämä on alkuperäisen artikkelin rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutukseltaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original article. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Kokkonen, T. & Heikkilä, H. 2022. Pakokaasujen puhdistus on vieläkin ajankohtaista. Oamk Journal 44/2022. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2022041228355>

Pakokaasujen puhdistus on vieläkin ajankohtaista

12.4.2022 - Kokkonen Tuomas, Heikkilä Hannu

Auto- ja työkoneissa yleistyvät nopeasti uudet vaihtoehtoiset käyttövoimat, kuten sähkö ja kaasu. Sähkö on käyttövoimana etenkin kevyissä ja kaasu raskaissa ajoneuvoissa. Käyttövoimamuutoksen tavoitteena on vähentää merkittävästi ajoneuvoliikenteen tuottamia päästöjä. On kuitenkin huomattava, että päästöjä tuottavia polttomoottoreita on käytössä vielä huomattavan paljon ja pitkään. Myös näiden ajoneuvojen päästöjen alentamisiin kehitettyjä järjestelmiä ja laitteita on tarpeen kehittää. Tuomas Kokkonen opinnäytetyö on esimerkki tällaisesta kehitystyöstä.

Täyssähköautojen osuus uusista ensirekisteröidyistä autoista kaksinkertaistuu joka vuosi. Vaikka automme sähköistyvätkin kovaa vauhtia, ovat hybridivaihtoehdot vielä hyvin läsnä tällä kehittyvällä kentällä etenkin silloin, kun siirrytään henkilöauton ratista työkoneen penkille. Tietysti täyssähköisiä työkoneitakin kehitetään jatkuvasti.

Ammattikäytössä olevien koneiden päivittäiset käyttöajat poikkeavat huomattavasti Matti Meikäläisten työmatkoihin käytetyistä matka-ajoista. Työkoneiden suuret dieselmoottorit tuottavat myös henkilöauton polttomoottoria suuremmat päästöt. Näiden päästöjen hillitsemiseksi nykyaikaisten polttomoottorien pakoputkistoissa käytetään useita suodatusmenetelmiä, jotta elinympäristöllemme haitalliset kaasut pysyisivät kurissa. Kun seuraavan kerran ajat henkilöautolla liikenteessä, tarkkaile, kuinka monen pakoputkesta tulee enää mustaa savua.

Lämpösykleillä testataan kestävyyttä

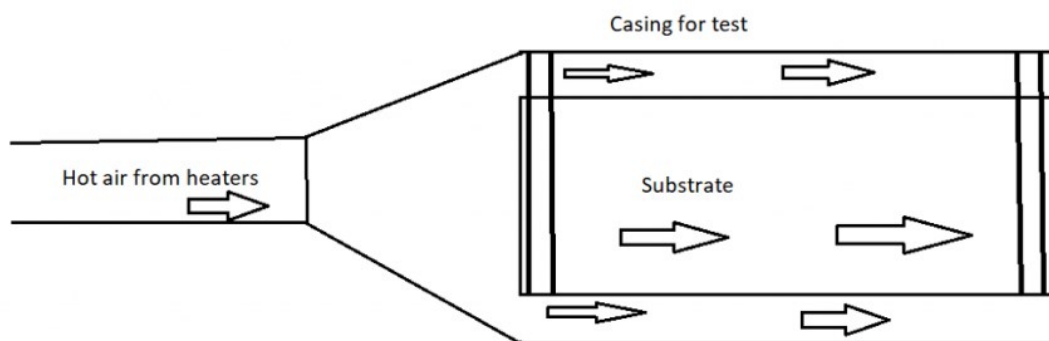
Proventia Oy:lle tehdyssä opinnäytetyössä suunniteltiin ja kehitettiin mekaanisen kestävyuden testi, jossa pakokaasunpuhdistusyksikköä rasietaan jatkuvalla lämmönvaihtelulla. Tätä testiä kutsutaan lämpösyklitestiksi. Lämpösyklitestistä tehtiin kaksi variaatiota kahdelle eri päästöjärjestelmien tilaajalle. Variaatioiden isoin ero oli lämpösyklien määrässä ja lämmitys- ja jäähdytysvaiheiden kestossa.

Proventia Oy on oululainen yksi työkonealan johtavista päästöjärjestelmiä kehittävistä yrityksistä. Nykyään myös sähköisten voimalinjojen kehitystyö on yksi Proventian erikoisosaamisala.

Miksi lämpösyklitestejä tehdään?

Ennen kuin kehitysvaiheessa oleva pakokaasunpuhdistusjärjestelmä päätyy tehtaalle asennettavaksi valmiiksi tuotteeksi, on sen laadunvalvonta tehtävä huolellisesti. Laadunvalvontaan kuuluvat muun muassa suodatustehokkuus, korroosionkesto ja ulkoisen rasituksen kesto.

Pakoputkistossa on aina jonkinasteista värähtelyä polttomoottorin käynninaikaisen tärinän takia. Lämpösyklitesti väsyttää testattavan pakokaasunpuhdistusyksikön rakenteen, minkä jälkeen sille voidaan suorittaa tärinätesti. Tärinätestin seurauksena nähdään, kuinka hyvin rakenne kestää ulkoisia voimia. Tärinätestiä ajetaan rakenteen hajoamiseen asti.



KUVIO 1. Opinnäytetyön alkuvaiheessa luonnosteltu kuva koteloidusta testauksesta.

Lämpötilan vaihtelu luo mekaanista kuormitusta

Ideana opinnäytetyössä kehitettävissä lämpösyklitesteissä oli lämmittää pakokaasunpuhdistin noin 500 celsiusasteeseen, minkä jälkeen se jäädytetään huoneenlämpöisellä ilmvirralla nopeasti monta sataa celsiusastetta matalammaksi. Tätä toimenpidettä toistetaan satoja kertoja, jotta nähdään pakokaasunpuhdistimen rakenteen heikot kohdat.

Lämpölaajeneminen lienee kaikille tuttu käsite yläasteen fysiikan tunneilta. Lämmitessään kappale laajenee ja viilentyessään päinvastoin supistuu. Se, miten paljon laajenemista tapahtuu, riippuu materiaalista. Tämä vaihtelu rasittaa kappaleen mekaanista rakennetta. Esimerkiksi saunan kiukaan vastuksetkin heikkenevät ajan saatossa, kun niitä lämmitetään toistuvasti punahehkuisiksi.

Realistisella testillä suuret tehovaatimukset

Jo työn alkuvaiheessa suljettiin pois lämpösyklitestin suorittaminen isolla dieselmootorilla. Moottorille oli enemmän tarvetta muussa pakokaasunpuhdistimien kehitystyössä, ja lämpösyklitestien arvioidut suoritusajat olivat useita viikkoja. Kaikkein todentuntuisin testistä olisi saatu, jos pakoputkiston ja samalla myös pakokaasunpuhdistimen läpi kulkeva ilmavirta ja sen lämpötila olisi yhtä suuri kuin oikeassa työkoneen dieselmootorissa. Valitettavasti tämä olisi vaatinut testauksen kannalta liian suuren yli 200 kW:n tehokkuuden, joka on haastavaa tuottaa ilman isoa polttomoottoria.

Muutamaa vuotta aiemmin Proventialla oli rakennettu sähköllä toimiva kuumaa ilmaa puhaltava laite. Tätä opinnäytetyötä varten laite kaivettiin kaapista ja alettiin pohtia sen käyttöä pitkäaikaisiin lämpösyklitesteihin. Sähkövastuksien lämmitysteho kyseisessä laitteessa on 64 kW ja tehokkaalla puhaltimella lämmin ilma saadaan virtaamaan eteenpäin.

Esimerkkinä todettakoon, että tavallisen henkilöauton pakoputkesta tulee pakokaasuja ja ilmaa ulos noin 500 kg/h. Työkoneessa, kuten traktorissa, tämä lukema voi olla jopa kolminkertainen. Lämpösyklitestien suunnittelussa jouduttiin tasapainottelemaan halutun ilmavirran ja halutun ilmavirran lämpötilan välillä. Jos lämmityksen teho pysyy samana, ilma viilenee ilmavirran nopeuden kasvaessa.

Testatessamme 64 kW:n lämpösyklityslaitetta saimme 530- celsiusasteista ilmaa puhallettua 400 kg/h massavirralla. Lisäksi tutkittiin, miten vastapaine vaikuttaa lämpötilaan ja ilman massavirtaan, koska testattavat pakokaasunpuhdistimet päästävät ilmaa läpi eri tavoilla. Testasimme myös, että laitteen melutaso pysyy siedettävällä tasolla testejä suoritettaessa.

Onneksemme 64 kW:n laite oli riittävä lämpösyklitestien suorittamiseen, ja niinpä laitteen automaatiota päästiin suunnittelemaan. Koska yksi testi kestää ajallisesti 1–3 viikkoa, helpoimmalla päästiin, kun lämpöä tuottava kone pyöritti lämmityssykliä automaattisesti.



KUVA 1. Testikokoonpano. Testattava pakokaasunpuhdistin asetetaan lierion muotoiseen koteloon (kuva: Tuomas Kokkonen).

Opinnäytetyön tulokset

Opinnäytetyön aikana ei päästy varsinaisten testien tuloksiin, koska aikataulu oli tiukka ja opinnäytetyön laajuus rajattiin ensimmäisen lämpösyklitestin valmisteluun. Opinnäytetyön suorittamisen isoin kynnyks oli vakuuttaa pakokaasunpuhdistimien tilaajille, että käytettävä 64 kW:n puhallinlaite on riittävä suorittamaan kyseiset lämpörasitustestit. Jos se ei olisi ollut riittävä, työn suunta ja sisältö olisi muuttunut täysin, kun uutta lämpösyklityslaitetta olisi alettu suunnitella.

Lämpösyklitestin jälkeen pakokaasunpuhdistimelle suoritetaan tärinätesti, josta kirjataan muistiin voimat, joita pakokaasunpuhdistin enimmillään kestää. Opinnäytetyössä valmistui kaksi testisuunnitelmaa, 3D-kokoonpanot testeistä sekä Excel-taulukot käyttökustannuksista, kuumakaasupuhaltimen suorituskyvystä ja melun tuotosta.

Kokkonen Tuomas, insinööriopiskelija (AMK)

Oulun ammattikorkeakoulu, konetekniikan tutkinto-ohjelma

Heikkilä Hannu, lehtori

Oulun ammattikorkeakoulu, konetekniikan tutkinto-ohjelma

Blogiteksti perustuu opinnäytetyöhön:

Kokkonen, T. 2021. Lämpösyklitestit pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmille. Oulun ammattikorkeakoulu. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202201081115>

METATIEDOT

Tyyppi: Blogi

Julkaisija: Oulun ammattikorkeakoulu

Julkaisunumero: 44/2022

Julkaisuvuosi: 2022

Tekijätiedot: Kokkonen Tuomas, Heikkilä Hannu

Oikeudet: CC BY-SA 4.0

Kieli: suomi

Pysyvä osoite: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2022041228355>

Tiivistelmä: Auto- ja työkoneisiin tulleet uudet vaihtoehtoiset käyttövoimat, kuten sähkö ja kaasu yleistyvät nopeasti. Sähkö on käyttövoimana etenkin kevyissä ja kaasu raskaissa ajoneuvoissa. Käyttövoimamuutoksen tavoitteena on vähentää merkittävästi ajoneuvoliikenteen tuottamia päästöjä. On kuitenkin huomattava, että päästöjä tuottavia polttomootoreita on käytössä vielä huomattavan paljon ja pitkään. Myös näiden ajoneuvojen päästöjen alentamisiin kehitettyjä järjestelmiä ja laitteita on tarpeen kehittää. Tuomas Kokkosen opinnäytetyö on esimerkki tällaisesta kehitystyöstä.