

Küttesegu eelkuumutamise mõju sädesüütega mootori efektiivsusparameetritele ning heitgaaside emisioonile

Järjepidev elukeskkonna ja Maa atmosfääri reostamine on kliima soojenemise üks peapõhjusi. Kliima soojenemise kiire kasvutempo peamiseks teguriks on inimtegevuse poolt tekitatud süsinikdioksiid ja muud kasvuhoonegaasid, mis on fossiilsete kütuste põletamise tagajärjed. Fossiilsete kütuste, nagu nafta ja maagaas, üha kasvav kasutamine transpordisektoris ning inimkonna üha suurenev energiavajadus on viinud olukorrani, kus järkjärgult on hakatud asendada traditsioonilisi kütuseid alternatiivsete sh biokütustega [1-5]. Biokütuste kasutamine ei lahenda kõiki sise põlemismootoritega seotud keskkonna reostamise aspekte. Peale reostuse vähendamise on oluline veel kütuste tõhusam kasutamine [6]. Efektiivsemat biokütuste kasutamist sise põlemismootorites on mitmeti uuritud sh läbi küttesegu ettevalmistamise- ja toitesüsteemide arendamise [7-9].

Sõltuvalt sise põlemismootorist, 30-40% kütuse energiast eraldub soojusenergia heitgaaside näol [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Siinkohal peab välja-tooma, et sise põlemismootori efektiivsus sõltub üldjuhul mootori koormusrežiimist. Kuna transpordis kasutatavad sõidukid töötavad üldjuhul osakoormustel, siis on mootori efektiivkasutegur väike ja heitgaasidega eralduv soojusenergia hulk veelgi suurem. Seetõttu on otstarbekas uurida ja arendada tehnoloogiaid, mis võimaldavad suurendada mootorite efektiivsust. Üheks võimaluseks parendada mootori efektiivsust on heitgaasides sisalduva energia kasutamine. Vähesel määral on uuritud mootori heitgaaside soojusenergia kasutamist küttesegu ettevalmistamiseks. Heitgaasides soojusenergia kasutamine küttesegu ettevalmistamiseks eeldab soojusvaheti integreerimist mootori toitesüsteemi. Mitmetest kirjandusallikatest selgub, et soojusvahetusel põhineva toitesüsteemiga on võimalik saavutada kõrge efektiivrõhk silindris, madal kütusekulu, kõrge termiline kasutegur ja täiteaste [13, 15, 19, 20, 21, 22]. Uurimistöödest jääb selgusetuks, mis põhjusel paraneb näiteks mootori täiteaste kui küttesegu eelkuumutada. Kuumutamise tagajärjel muutub küttesegu hõredaks ning mootori jõudluse tagamiseks peab suurendama rõhku sisselaskekollektoris. Samas on kuumutatud lahja küttesegu põlemine kiirem, mistõttu jääb rohkem aega küttesegu järelpõlemiseks. Erinevatest kirjandusallikatest selgub, et tulenevalt lahja küttesegu kõrgemast põlemistemperatuurist, leegi levimise kiirusest küttesegus ja gaaside paisumise kiirusest, kasutatakse kütusest vabanenud energiat rohkem mehaaniliseks tööks ja vähem soojusenergiat kantakse mootori silindri seintele [20, 21, 22]. Ebaselgeks jääb, miks kantakse vähem soojusenergiat silindri seintele, kui silindris on kõrgem temperatuur võrreldes eelkuumutamata kütteseguga.

Mootori heitgaaside soojusenergia kasutamine küttesegu ettevalmistamiseks on mitmete kirjandusallikate põhjal paljulubav lahendus, et vähendada mootori kütusekulu, parandada täiteastet ja termilist kasutegurit. Samas ei vasta mitmed kirjandusallikates toodud tulemused üldistele teadmistele. Seetõttu on oluline kontrollida, kuidas mõjutab küttesegu eelsoojendamine ja ettevalmistamine heitgaaside energia arvelt mootori tööparameetreid sädesüütega sise põlemismootoritel erinevate kütustega. Doktoritöö eesmärgiks on uurida, kuidas mõjutab küttesegu eelsoojendamine heitgaaside soojusenergia arvelt, sädesüütega mootori efektiivsuslikke ja ökonoomsuslikke parameetreid. Lisaks on teadmata soojusvahetusel põhineva toitesüsteemi mõju heitgaasides leiduvatele ohtlikele ühenditele ning küttesegu kuumutamise mõju mootori põlemisprotsessile.

Allikad

- [1] Küt A., Ilves R., Küt K., Raide V., Ristlaid K., Olt J. Influence of European Union Directives on the Use of Liquid Biofuel in the Transport Sector. „Procedia Engineering 2017“, p. 30-39.
- [2] IEA PUBLICATIONS, World Energy Outlook 2008. 9, rue de la Federation, 75739 PARIS Cedex 15, Printed In France By Stedi Media, (612008231P1) ISBN-13: 978 92 64 04560-6.
- [3] Müllerova D., Jablonicky J., Hujo L., Kosiba J. Detection of emission in combustion engines exhaust. International Scientific Journals, „Machines. Technologies. Materials“, ONLINE ISSN 1314-507X.

- [4] CAMEO Chemicals, URL: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/4050> (04.03.2018).
- [5] EPA Health Effects Notebook for Hazardous Air Pollutants. 2015. EPA Air Toxics, Acrolein, URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/acrolein.pdf> (04.03.2018).
- [6] Demirbas A. Green Energy and Technology. In Chapter 3. Biofuels, Pringer Verlag, 2009, p. 87-101.
- [7] Patent EE 05665 B1. Formation method of fuel-air mixture of reciprocating engine and flexible-fuel system. 2013. http://www.epa.ee/ul/doc/valjaanded/patendileht2013_03.pdf
- [8] Ilves R., Küüt A., Mikita V., Olt J. The Development of an Additional Fuel Supply System to an Internal Combustion Engine. 8th International DAAAM Baltics Conference „INDUSTRIAL ENGINEERING“, April 19-21, 2012, Tallinn, Estonia. http://innomet.ttu.ee/daaam_publications/2012/ilves.pdf (04.03.2018).
- [9] Küüt A., Ilves R., Vlasov A., Soots K., Olt J. Impact of Bioethanol Fuel on Output Parameters of Two-stroke Reciprocating Engine. „Engineering For Rural Development“, May 29-30, 2014. Jelgava, Latvia.
- [10] S. Kim, S. Park, S. Kim, S.H. Rhi, A thermoelectric generator using engine coolant for light-duty internal combustion Engine Powered Vehicles, J. Electron. Mater. 40 (2011) 812-816.
- [11] B. Orr, A. Akbarzadeh, M. Mochizuki, R. Singh, A review of car waste heat recovery systems utilising thermoelectric generators and heat pipes, Applied Thermal Engineering 101 (2016) 490-495.
- [12] R. Saidur, N.A. Rahim, H.W. Ping, M.I. Jahirul, S. Mehhilef, H.H. Masjuki, Energy and emission analysis for industrial motors in Malaysia, Energy Policy 2009; 37 (9): 3650-3658.
- [13] M. Hatami, D.D. Ganji, M. Gorji-Bandpy, A review of different heat exchangers designs for increasing the diesel exhaust waste heat recovery, Renewable Sustainable Energy Rev 2014; 37: 168-181.
- [14] M. Hatami, D.D. Ganji, M. Gorji-Bandpy, Numerical study of finned type heat exchangers for ICES exhaust waste heat recovery, Case Studies in Thermal Engineering 4 (2014) 53-64.
- [15] M. Hatazawa, H. Sugita, T. Ogawa, Y. Seo, Performance of a thermoacoustic sound wave generator driven with waste heat of automobile gasoline engine, Transaction of the Japan Society of Mechanical Engineers, 2004, Part B, vol. 70, 292-299.
- [16] S. Bari, S.N. Hossain, Design and Optimization of Compact Heat Exchangers to be Retrofitted into a Vehicle for Recovery from a Diesel Engine, Procedia Engineering 105 (2015) 472-479.
- [17] S.L. Nadaf, P.B. Gangavati. A Review on Waste Heat Recovery and Utilization from Diesel Engines, International Journal of Advanced Engineering Technology, 2014, Issue IV/Oct.-Dec., 2014/31-39.
- [18] J.S. Jadhao, D.G. Thombare. Review on Exhaust Gas Heat Recovery for I.C., International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), 2013, Volume 2, Issue 12, June 2013, p. 93-100.
- [19] V. Raide, R. Ilves, A. Küüt, J. Olt. Development of Heat Exchange Reactor for Preparation of Air-fuel Mixture in Spark Ignition Engine, Engineering for Rural Development, 2018, Jelgava 23.-25.05.2018, pp. 2040-2047. (DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N247)
- [20] A. M. Ghaly, Y.A. Eldrainy, W.M. El-Maghlany, A. M. Yousef. Novel Thermal Throttling Model in Spark Ignition Engines, Thermal Science and Engineering Progress 4, 2017, pp. 223-230.
- [21] R. Daccord. Cost to Benefit Ratio of an Exhaust Heat Recovery System on a Long Haul Truck, Energy Procedia 129, 2017, pp. 740-745.
- [22] Q. Danel, C. Perilhon, S. Lacour, P. Punov, A. Danlos. Waste Heat Recovery Applied to a Tractor Engine, Energy Procedia 74, 2015, pp. 331-343.