

BIOMASĖS DEGINIMO TYRIMAI VAIDOTŲ KATILINĖJE

Tomas Ališauskas¹, Gintas Viselga², Algirdas Jasinskas³^{1, 2}Vilniaus Gedimino technikos universitetas³Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutasEl. paštas: ¹alisauskas.t@gmail.com; ²gintas.viselga@vgtu.lt; ³algirdas.jasinskas@asu.lt

Santrauka. Straipsnyje pateikti eksperimentiniai drėgnio įtakos, pjuvenas deginant kietojo kuro katilė, aplinkos taršos tyrimai. Nustatyta pjuvenų drėgnio įtaka kenksmingų medžiagų išmetimų į aplinką kiekiui. Atlikta gautų rezultatų analizė, pateikta jų grafinė išraiška.

Reikšminiai žodžiai: biomasė, drėgmė, pjuvenos, katilas, deguonis, degimas.

Įvadas

Lietuvos geografinė padėtis ir klimatinės sąlygos nėra labai palankios kai kurioms atsinaujinančiosios energijos rūšims naudoti. Priežastys šios: poveikis gamtai ir landšaftui, brangi technologinė įranga ir nedidelis jos efektyvumas riboja vandens, vėjo, saulės, geoterminės energijos, biodujų ir kitos alternatyvios energijos išteklių naudojimą. Tačiau brangstant tradiciniam kurui ir didėjant šiltnamio efektui, visame pasaulyje, taip pat ir Lietuvoje ieškoma efektyvesnių atsinaujinančiosios energijos naudojimo būdų (Kyoto... 1997; An Energy... 1995). Vis daugiau naudojama organinės neišskastinės biologinės kilmės medžiagų, vadinamų biomasė, kurių kai kurios dalys (stiebai, šakos, lapai, sėklos, lukštai ir kt.) gali būti panaudotos kaip energijos šaltinis. Tuomet naudojant įvairias technologijas, išgaunama įvairių rūšių energija.

Biomasė būna pirminė ir antrinė. Pirminė – tai specialiai energetiniams tikslams naudojama sparčiai auganti augalinė biomasė (gluosniai, saulėgrąžos, topinambai, grūdiniai augalai ir kt.). Antrinė – augalų atliekos po jų pirminio panaudojimo kitiems tikslams (išspaudos, pjuvenos, skiedros, žievė, šakos, šiaudai, lapai ir t. t.). Energetinėms reikmėms visų rūšių biomasė gali būti panaudota tiesiogiai arba po tam tikro perdirbimo: susmulkinimo, suslėgimo, išdžiovinimo, išsunkimo ir t. t. Taip gaunamas patogesnis naudoti kuras: skiedros, pjuvenos, granulės, briketai, malkos ir kt., kurio tiekimo į pakurą procesą galima mechanizuoti ir net automatizuoti. Toks gautas biomasės apdorojimo produktas vadinamas biokuru.

Bioenergjai gaminti Lietuvoje šiuo metu dažniausiai naudojamas įvairių rūšių medienos biokuras. Tai lemia daugelis priežasčių: nemažos jo atsargos, santykinai nedidelė

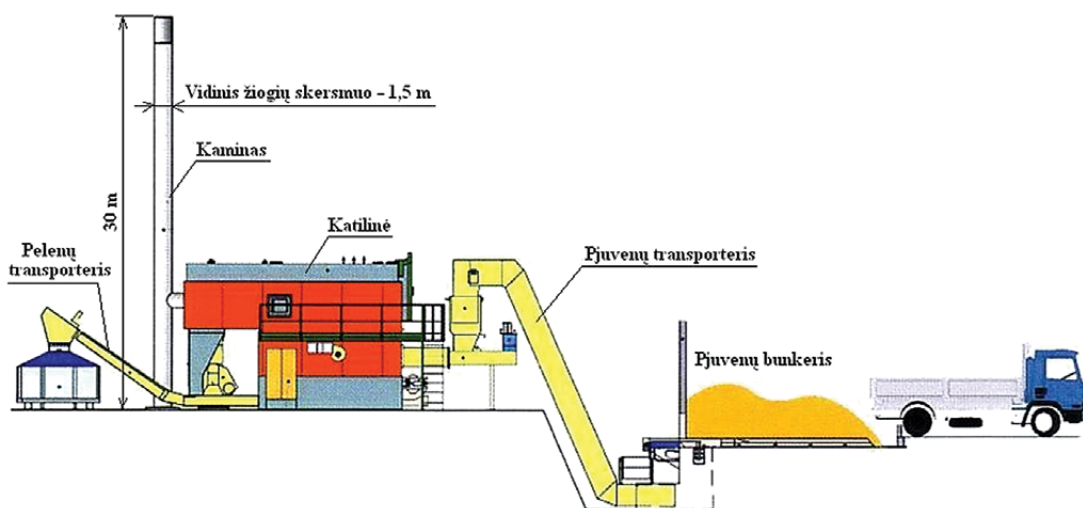
kaina ir nebrangios energijos gavybos iš jo technologijos, be kita ko, leidžiančios sumažinti su degimo produktais išmetamų teršalų kiekius lyginant su kai kuriomis kitomis kuro rūšimis (Nakčiūnas, Plieskis 2007; Biokuro... 1999). Tačiau teršalų emisija labai priklauso nuo deginamos medienos kokybės, o vieni iš svarbiausių ją lemiančių veiksnių yra drėgnis ir švarumas. Daugiausia naudojamas atliekinis medienos kuras iš medienos perdirbimo įmonių. Jis yra pigus, nes neįeina paruošimo sąnaudos, kurios būna gero-kai didesnės, jei mediena specialiai ruošama kurui: renkama miškuose, smulkinama, džiovinama, presuojama. Tokio medienos kuro kaina labai didėja – artėja prie mazuto kainų (Baltrėnas, Vasarevičius 2003).

Šio darbo tikslas – kietojo kuro katilė deginant pjuvenas eksperimentiniais tyrimais nustatyti drėgnio įtaką aplinkos taršai.

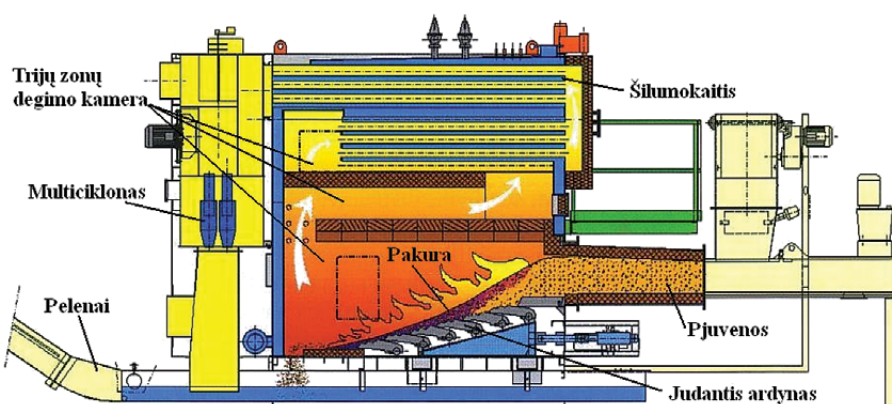
Tyrimų objektas

Tyrimai atlikti Vaidotų gyvenvietės naujai rekonstruotoje automatizuotoje konteinerinėje biokuro katilinėje, kurios principinė schema pateikta 1 paveiksle. Degimo produktai į aplinką išmetami pro mūrinį 30 m aukščio, 1,5 m vidinio skersmens kaminą.

Katilinėje pastatytas 0,95 MW šiluminės galios kaitrovamzdžio tipo vandens šildymo katilas, kūrenamas iš medienos perdirbimo įmonių tiekiamą antrinę biomasę – medienos atliekomis: pjuvenomis ir skiedromis. Jame įrengta mechanizuota automatinė biokuro tiekimo sistema (2 pav.). Tyrimams naudotas skirtingo drėgnio pjuvenų ir skiedrų mišinys.



1 pav. Principinė automatizuotos konteinerinės biokuro katilinės schema
 Fig. 1. Schematic diagram of an automated container-based biomass boiler



2 pav. Biokuro vandens šildymo katilo su judančių ardelių kūrėkla principinė schema
 Fig. 2. Schematic diagram of a biomass water boiler equipped with a moving gridiron fireplace

Tyrimų metodika

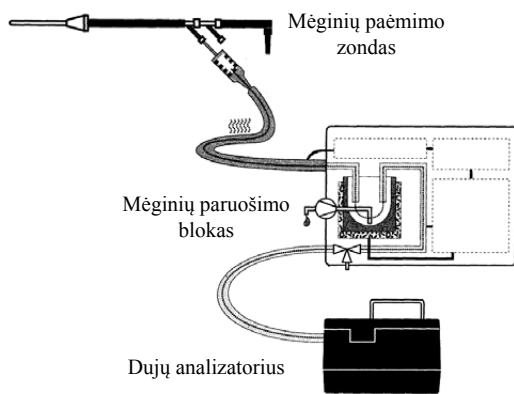
Deginių emisijai į aplinką nustatyti taikytas elektrocheminis analizės metodas. Temperatūra, deguonies kiekis dūmuose ir pagrindinių teršalų – anglies monoksido, azoto oksidų ir sieros dioksido – koncentracijos dūmuose buvo išmatuotos dujų analizatoriumi „TESTO-350“.

Tai vidinę atmintį turintis elektroninis prietaisas, kurio anglies monoksido matavimo diapazonas yra nuo 0 iki 40 000 ppm, o matavimo tikslumas siekia $\pm 10\%$. Azoto oksidų matavimo diapazonas yra nuo 0 iki 5000 ppm, o matavimo tikslumas siekia $\pm 5\%$ (TESTO-350... 1997). Tyrimų prietaiso zondas (3 pav.) buvo įtvirtintas kvadratinio dūmtraukio skerspjuvio viduryje esančioje tiesiojoje jo atkarpos dalyje. Matavimai atlikti trims skirtingo drėgnio pjuvenų variantams (30 %; 50 % ir 70 %), kartojant tris kartus. Tarp mėginių ėmimo turi būti 0,5 valandos laikotarpis katilo šiluminiam režimui atstatyti.

Mėginių ėmimo zoną sudaro metalinis dvigubas vamzdelis, kurio vidiniame vamzdyje įmontuota termopora temperatūrai mėginių ėmimo vietoje matuoti.

Naudojant dujų analizatoriuje esantį siurblių degimo produktai vidiniu vamzdeliu patenka į dujų paruošimo bloko pašildytą vamzdį. Išorinis vamzdelis mėginių paėmimo zonde skirtas slėgiui nustatyti matavimo vietoje. Tiriama degimo produktai pakaitinami iki 160 °C temperatūros dujų paruošimo bloko šildomajame vamzdyje. Taip paruošti degimo produktai patenka į mėginių paruošimo bloką (3 pav.), kuriame sumontuotas Peltjė elementas. Jį naudojant degimo produktai labai staigiai atšaldomi iki rasos taško temperatūros, šitaip iš mėginių pašalinant drėgnį. Pašildytos dujos atšaldomos labai greitai, kad susidariusiame kondensate nespėtų iširti azoto ir sieros oksidai.

Iš dujų paruošimo bloko tiriamieji degimo produktai patenka į dujų analizatorių, kuriame sumontuota daug me-



3 pav. Dujų analizatoriaus „Testo-350“ schema (TESTO-350... 1997)

Fig. 3. Diagram of gas analyzer „Testo-350“ (TESTO-350... 1997)

chaninių ir pluoštinių filtrų. Šiuose filtruose sulaikomos kietosios dalelės (pelenai ir suodžiai), kurios galėtų sugadinti elektrochemines celes. Paruošti degimo produktai siurbliu nukreipiami į elektrochemines celes. Gauti matavimo rezultatai pateikiami elektroniniame pulte.

Išmetamųjų dujų, turinčių kietųjų, skystųjų ir dujinių teršalų, tūrio srauto debitas išreiškiamas m^3/h esant normaliosioms sąlygoms (273 °K temperatūrai ir 101,3 kPa slėgiui), arba atmetus vandens garų kiekį – Nm^3/h .

Teršalų koncentracija – kokios nors medžiagos, esančios kurą deginančio įrenginio išmetamosiose dujose, kiekis. Ji skaičiuojama pagal medžiagos masę išmetamųjų dujų tūrio vienetu ir išreiškiama Nm^3/h , laikant, kad deguonies kiekis išmetamųjų dujų tūryje, deginant kietąjį kurą, yra 6 %.

Išmatuotos teršalų koncentracijos (ppm) į mg/Nm^3 perskaičiuojamos pagal formules:

$$CO(mg / Nm^3) = CO(ppm) \cdot 1,25, \quad (1)$$

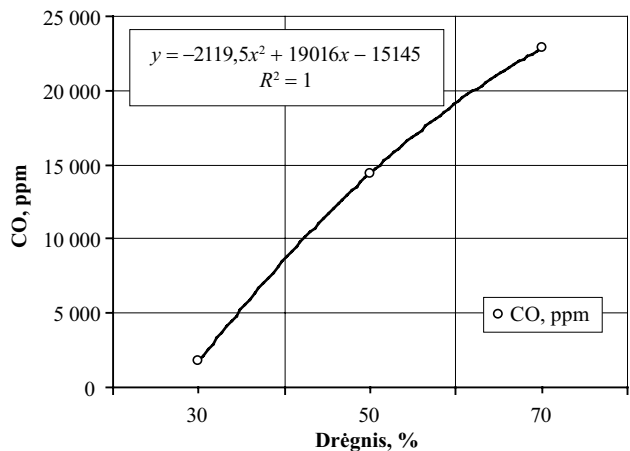
$$NO_x(mg / Nm^3) = NO_x(ppm) \cdot 2,05, \quad (2)$$

čia CO (ppm), NO_x (ppm) – anglies monoksido (4 pav.) ir azoto oksidų išmatuota faktinė koncentracija ppm (milijoninėmis dalimis).

Išmetamųjų teršalų koncentracijos, esant standartiniam deguonies kiekiui, perskaičiuojamos pagal šią formulę:

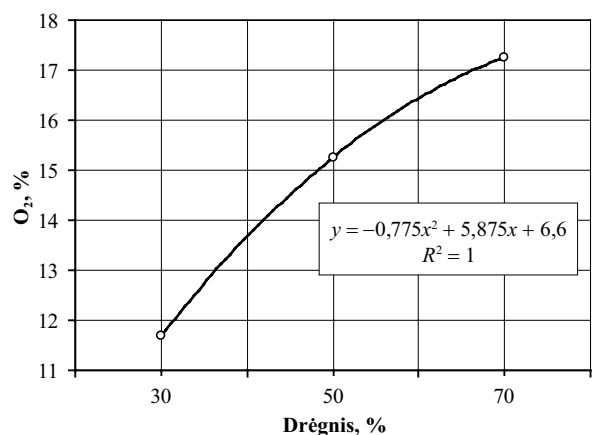
$$C = C_x \frac{21 - O_S}{21 - O_M}, \quad (3)$$

čia: C – apskaičiuota išmetamųjų teršalų koncentracija, esant standartiniam deguonies kiekiui; C_x – išmatuota išmetamųjų teršalų koncentracija; O_S – standartinis deguonies kiekis degant medienai 6 %; O_M – išmatuotas deguonies kiekis (5 pav.).



4 pav. Anglies monoksido koncentracijos deginiuose priklausomybė nuo smulkinto biokuro drėgnio

Fig. 4. The dependence of the concentration of carbon monoxide fumes on the moisture content of crushed biofuels



5 pav. Deguonies kiekis deginiuose

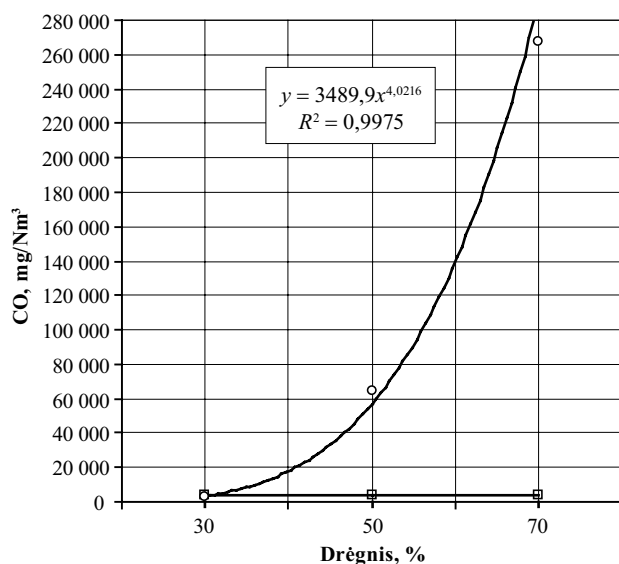
Fig. 5. The content of oxygen during combustion

Tyrimų rezultatai

Atlikus anglies monoksido emisijos, priklausomai nuo smulkinto biokuro drėgnio, matavimus, nustatyta jo koncentracija milijoninėmis dalimis (ppm) pateikta 4 paveiksle. Drėgniui padidėjus nuo 30 % iki 70 %, anglies monoksido emisija padidėja net 13 kartų.

Drėgniui padidėjus nuo 30 % iki 70 %, deguonies kiekis deginiuose nuo 11,7 % padidėjo iki 17,3 % (5 pav.).

Norint palyginti išmatuotą CO koncentraciją deginiuose su didžiausia leistina CO koncentracija $4000 mg/Nm^3$ (LR aplinkos... 2001), reikia perskaičiuoti CO į mg/Nm^3 (6 pav.). Matome, kad tik iki 30 % drėgnio pjuvenas kūrenant katile, nevirsijama leistina $4000 mg/Nm^3$ CO reikšmė. Drėgnesnes pjuvenas prieš kūrenant reiktų išdžiovinti bent iki 30 % drėgnio, kad nebūtų teršiama aplinka.



6 pav. Anglies monoksido koncentracijos deginiuose priklausomybė nuo smulkinto biokuro drėgnio

Fig. 6. The dependence of the concentration of carbon monoxide fumes on the moisture content of crushed biofuels

Sieros oksidų deginiuose nenustatyta, o azoto oksidų koncentracijos visi variantai siekė nuo 300 iki 346 ppm ir atitiko matavimų paklaidos ribas. Kure esantis drėgnis mažina išskiriamą šilumą, nes jai išgarinti sunaudojama dalis degimo metu išsiskiriančios šilumos.

Išvados

1. Kad nebūtų teršiama aplinka anglies monoksidu, prieš kūrenant pjuvenas būtina išdžiovinti bent iki 30 % drėgnio.
2. Kadangi sieros oksidų deginiuose nenustatyta, galima teigti, kad iš medienos perdirbimo įmonių tiekiamos pjuvenos yra švarios, be priemaišų.

Literatūra

- An Energy Policy for the European Union.* 1995. Com (95) 628 of 13, 12: 1–54.
- Baltrėnas, P.; Vasarevičius, Š. 2003. *Atmosferos apsauga šiluminėje energetikoje*: monografija. Vilnius: Technika. 195 p.
- Biokuro ir bioenergijos gamyba ir panaudojimas Lietuvoje.* 1999. Mokslinis technologinis parkas „Nova“. Kaunas.
- Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.* 1997. UNFCCC (FCC/CP/1997/17/Add.1, December 1997).
- LR aplinkos ministro įsakymas. 2001. *Dėl išmetamų teršalų iš didelių kurų deginančių įrenginių normų ir išmetamų teršalų iš kurų deginančių įrenginių normų LAND 43-2001 nustatymo.* Vilnius. Nr. 486.
- Nakčiūnas, M.; Plieskis, K. 2007. Skystųjų degalų mišinių emisijos tyrimas, *LŽŪU ŽUI instituto ir LŽŪ universiteto mokslo darbai* 39(4): 52–59.
- TESTO-350 instrukcija.* 1997.

A CASE STUDY ON BIOMASS BURNING IN VAIDOTAI SETTLEMENT

T. Ališauskas, G. Viselga, A. Jasinskas

Abstract

The paper presents experimental research on the moisture of sawdust affected by the combustion of fossil fuels in the boiler with reference to studies on environmental pollution. The article has established the influence of the moisture content of sawdust on the amount of harmful substances found in the environment. The results of the undertaken analysis are provided in a graphical form.

Keywords: biomass, moisture, sawdust, cauldron, oxygen, combustion.