

Emisijsko vrednotenje različnih vrst utekočinjenega lesa

Tine Seljak^{1,2,*} – Matjaž Kunaver¹ – Tomaž Katrašnik²

¹ Center odličnosti PoliMat, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V želji po nadomeščanju fosilnih goriv je v zadnjem času vedno več pozornosti usmerjene v biogoriva in goriva, proizvedena iz različnih vrst odpadkov. Zaradi svojih fizikalnih in kemičnih lastnosti sta na tem področju izpostavljena predvsem biodizel in etanol, ki ju je mogoče brez obsežnih adaptacij uporabiti v motorjih z notranjim zgorevanjem. Kot tipična predstavnika biogoriv prve generacije ju pesti predvsem njuna konkurenčnost s surovinami, namenjenimi pridelavi hrane. Ena izmed možnosti za izogibanje prehrabnim surovinam je izkoriščanje odpadne lignocelulozne biomase kot surovine za goriva motorjev z notranjim zgorevanjem. Za potrebe njene predelave so uporabni predvsem termokemični procesi za konverzijo v plinasto in tekoče stanje. Novost na tem področju je proces, ki izkorišča utekočinjanje lignocelulozne biomase v večfunkcionalnih alkoholih in zahteva bistveno nižje energijske vložke kot obstoječi procesi, kakor tudi tehnično nezahtevno procesno opremo za konverzijo biomase. V predstavljeni študiji je uporabljen prav utekočinjen les, ki nastane kot produkt tega procesa. Članek se osredotoča na vrednotenje izpustov onesnažil ob uporabi različnih tipov utekočinjenega lesa med zgorevanjem v laboratorijski plinski turbini, v intervalu temperatur pred turbino med 750 °C in 850 °C. Tipi utekočinjenega lesa obsegajo osnovno formulacijo (pH 2,5 in 25% vsebnost biomase), formulacijo z zvišano vrednostjo pH (pH 5,5 ter 25% vsebnost biomase) ter formulacijo s povečano vsebnostjo lignocelulozne biomase (pH 2,5 ter 33% vsebnost biomase). Odmiki od osnovne formulacije tako sledijo privlačnejši tehnokonomski vrednosti samega goriva. Za izvedbo študije je bila uporabljena laboratorijska plinska turbina, opremljena s tlačnimi zaznavali, termočleni tipa K, laminarnim merilnikom masnega toka zraka ter Coriolisovim merilnikom masnega toka goriva. Sestava produktov zgorevanja je bila določena z analizatorjem izpušnih plinov z ločenimi merilnimi celicami za posamezne komponente onesnažil (CO, NO_x in THC). Za uspešno razprševanje in s tem zagotovitev ustreznih koncentracijskih polj v primarnem delu zgorovalne komore so bila vsa tri preizkušana goriva predgreta na temperaturo 80 °C. Dizelsko gorivo s temperaturo 20 °C, ki je zadoščalo standardu EN 590:2009, je bilo uporabljeno za meritve referenčnih vrednosti izpustov onesnažil.

Rezultati so razkrili močno odvisnost izpustov CO in THC od vsebnosti lignocelulozne biomase v posameznih tipih utekočinjenega lesa. Večja vsebnost lignocelulozne biomase vodi v povišane izpuste CO in THC v celotnem območju delovanja laboratorijske turbine. Razlog za to izhaja iz specifične molekularne strukture razpadnih produktov lignina in celuloze ter iz višje povprečne molekulske mase utekočinjenega lesa z višjo vsebnostjo biomase. Glavni vpliv lahko pripišemo visoki viskoznosti goriva, ki onemogoča uspešno formiranje curka in s tem povečuje interval nastanka gorljive zmesi, kar vodi v povečane izpuste CO in THC. Nasprotno vpliv delne nevtralizacije na izpuste CO in THC ni izrazit in potrjuje hipotezo, da koncentracija CO in THC v izpušnih plinih ni pogojena z 0,71 % dodatkom 25 % amonijevega hidroksida. Vpliv delne nevtralizacije utekočinjenega lesa je razviden le v izpustih NO_x. Pri delno nevtraliziranem tipu utekočinjenega lesa so izpusti NO_x povečani za približno 30 ppm po celotnem delovnem območju eksperimentalne turbine. Razlog za to je 0,71% dodatek amonijevega hidroksida, s katerim v delno nevtraliziranem tipu utekočinjenega lesa povečamo vsebnost dušika v gorivu za 0,1 mol/L. Povečani izpusti NO_x so tako v veliki meri posledica nastanka NO_x po t.i. FBN-mehanizmu. Nasprotno se izpusti NO_x ob uporabi utekočinjenega lesa s povečano vsebnostjo biomase nekoliko znižajo, kar je mogoče pripisati nižjim temperaturam v primarni coni zgorovalne komore.

V študiji je bilo prvič doseženo uspešno in stabilno zgorevanje utekočinjenega lesa s povečano vsebnostjo lignocelulozne biomase, ki je razkrilo znatno povečane izpuste CO in THC v primeru 33 % vsebnosti lignocelulozne biomase v utekočinjenem lesu. Raziskani so bili vplivi spremenjene sestave na izpuste onesnažil ter predlagani krovni mehanizmi nastanka posameznih komponent izpustov. Raziskan je bil tudi vpliv delne nevtralizacije utekočinjenega lesa na izpuste onesnažil, kjer je bila potrjena hipoteza o nezaznavnem vplivu dodatka dušika na izkoristek zgorevanja utekočinjenega lesa v smislu izpustov CO in THC. Obe ugotovitvi imata neposredno uporabno vrednost pri nadaljnjem razvoju goriva in njegovi uporabi v komercialnih mikroturbinah s podobno zasnovi.

Ključne besede: utekočinjen les, gorivo, plinska turbina, emisije, odpadki, solvoliza