

Univerzalni model lesnega uplinjevalnika za pripravo sinteznega plina z različno kemijsko sestavo

Andrej Pirc^{1,*} – Mihael Sekavčnik² – Mitja Mori²

¹Savaprojekt d.d., Krško, Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V prispevku je obravnavan univerzalni model uplinjevalnika lesne biomase, s katerim je mogoče primerjati različne režime delovanja ob proizvodnji sinteznega plina z različno kemijsko sestavo. Model pa obenem omogoča tudi analizo vpliva vhodnih parametrov na obratovanje uplinjevalnika in postrojenja, v katerega je le-ta vgrajen.

Raziskava je bila usmerjena na razvoj numeričnega modela uplinjevalnika lesne biomase ob upoštevanju stehiometričnih reakcij celotnega procesa uplinjanja ter masnih in energijskih bilanc. Potek uplinjanja je razdeljen na štiri zaporedne faze: sušenje lesa, piroliza, delna oksidacija in redukcija. Nadalje je bil izdelan model, umeščen v širši model energetskega sistema, ki je vseboval še mlin za lesno biomaso in sušilnico lesa, pripravo oksidanta in pare za potrebe uplinjanja, regenerativne grelnike in plinski motor z generatorjem električne energije. V motorju z generatorjem se kemična notranja energija proizvedenega sinteznega plina pretvori v električno energijo in toploto, ki se koristno uporablja za sušenje lesa in regenerativno gretje vhodnih tokov. Za modeliranje celotnega energetskega sistema je bil uporabljen program IPSEpro.

Glede na režim obratovanja smo opazovali naslednje sestave sinteznega plina: splošni sintezni plin (ogljikov monoksid, metan, vodik in ogljikov dioksid), sintezni plin, obogaten z vodikom, in sintezni plin, katerega sestava je primerna za nadaljnjo sintezo metanola. Z numerično simulacijo obratovanja takšnega postrojenja in opazovanjem eksergijskega izkoristka so bili ugotovljeni naslednji najvplivnejši dejavniki: kemična sestava in vlažnost lesa, temperatura sinteznega plina na izstopu iz uplinjevalnika in režim obratovanja.

1. Večja vsebnost vodika v lesu vpliva na večjo količino metana in manjšo količino ogljikovega dioksida v proizvedenem sinteznem plinu in obratno.
2. Večja kot je vlažnost vhodne surovine, nižji je eksergijski izkoristek opazovanega postrojenja zaradi dodatno porabljene energije za sušenje lesa.
3. Ob večji količini dovedenega oksidanta je večji tudi delež zgorelega metana, proizvedenega s pirolizo. S tem je dosežena višja temperatura sinteznega plina na izstopu iz uplinjevalnika, obenem pa je na razpolago manj metana za zgorevanje v plinskem motorju, kar prispeva k nižjemu izkoristku. Prenizka temperatura v uplinjevalniku pa onemogoča normalen proces uplinjanja.
4. Najvišji eksergijski izkoristek je bil dosežen ob proizvodnji splošnega sinteznega plina, najnižji pa ob proizvodnji sinteznega plina obogatenega z vodikom, in sicer zaradi endotermičnosti redukcijskih reakcij. Uporaba kisika kot oksidanta se je v vseh primerih izkazala za boljše od uporabe zraka.

V nadaljevanju je v modelu predvidena dodatna vključitev modelov za popis vpliva reaktorja in kinetike kemijskih reakcij uplinjevalnega procesa.

Ključne besede: uplinjevalnik, sestava sinteznega plina, biomasa, energetski sistem, modeliranje.