

**UPRAVLJANJE SAGOREVANJEM BALIRANE BIOMASE U
TOPLOVODNIM KOTLOVSKIM POSTROJENJIMA**

**CONTROL OF BALED BIOMASS COMBUSTION PROCESS IN HOT
WATER BOILER PLANTS**

Todor Janić¹, Miladin Brkić¹, Saša Igić², Nebojša Dedović¹, Rajko Lazić¹

¹ Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

² „Grad Novi Sad“, Novi Sad

E mail: jtodor@polj.ns.ac.yu

SAŽETAK

Iako se u energetske i drugim tehničkima karakteristikama biomasa koja je nastala iz poljoprivredne proizvodnje može porediti sa nekim vrstama ugljeva, mora se konstatovati da je to ipak specifično gorivo i tako se mora pričeti upravljanju kod njihovog sagorevanja.

Deo preduslova koji su neophodni za kvalitetno sagorevanje biomase u kotlovskom postrojenju mogu se realizovati još prilikom izrade postrojenja, ali je znatan deo preduslova promenljive prirode. Da da bi se oni ispunili neophodno je merenje relevantnih parametara u radu postrojenja i regulacija onih veličina koje su odstupile od zadatih vrednosti. Da bi se navedeni zadaci ispunili potrebno je ugraditi odgovarajuću mernu, kontrolnu i regulacionu opremu.

U radu su prikazane tehnološke osnove upravljanja procesima sagorevanja balirane biomase, opisana je neophodna oprema koja bi se morala naći u postrojenjima za sagorevanje balirane biomase i načini mehanizovanja i automatizovanja rada tih postrojenja.

Ključne reči: upravljanje, toplovodno postrojenje, biomasa

1. UVOD

Stremljenja za korišćenjem biomase u cilju produkovanja toplotne energije su sve izraženija. U tim bilansima sve veći deo zauzima biomasa nastala iz poljoprivredne proizvodnje.

Iako se u energetske i drugim tehničkima karakteristikama biomasa koja je nastala iz poljoprivredne proizvodnje može porediti sa nekim vrstama ugljeva, mora se konstatovati da je to ipak specifično gorivo i tako se mora pričeti upravljanju kod njihovog sagorevanja (Brkić i sar., 2006).

Cilj ovog rada je da se prikažu tehnološke osnove upravljanja procesima sagorevanja balirane biomase, kako bi se neophodna oprema koja bi se morala naći u postrojenjima za sagorevanje balirane biomase i načini mehanizovanja i automatizovanja rada tih postrojenja eksploatisala na pravilan način i postrojenje radilo u optimalnom režimu.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Gotovo sve vrste biomase nastale iz poljoprivredne proizvodnje koje se koriste kao biogorivo imaju velike sličnosti u pogledu hemijskog elementarnog sastava i tehničkih karakteristika značajnih za realizaciju procesa njihovog sagorevanja (Brkić i Janić, 2005). Razlike se javljaju u pogledu forme u kojoj se biomasa izlaže procesu sagorevanja. Tu se, pre svega, podrazumeva dopremanje usitnjene biomase i biomase spremljene u većim jedinicama (najčešće balama).

Da bi se postiglo što efikasnije i racionalnije sagorevanje trebalo bi se težiti na tome da se u prostor za sagorevanje ubacuje usitnjena biomasa (Janić i sar, 2010). Postoji veliki broj tehnologija kojim se usitnjena biomasa može sagorevati. Tako se biomasa sagoreva u sloju (na ravnim, kosim i vertikalnim nepokretnim i pokretnim rešetkama), u prostoru, u ciklonima i u fluidizovanom sloju. Kod navedenih načina sagorevanja koriste se različite tehnologije rada, pa samim tim i različita oprema. Cena navedene opreme je velika, pa se sagorevanje usitnjene biomase realizuje na mestima takvog njenog nastanka (dorađivački kapaciteti – uljare, sušenje i dorada semenskog kukuruza i dr.) ili u većim termoenergetskim postrojenjima, gde količina jeftinije produkovane energije opravdava nabavku skupe opreme (Brkić i Janić, 2009).

Danas se u Srbiji biomasa nastala u procesima primarne poljoprivredne proizvodnje najčešće sagoreva u postrojenjima manjih ili srednjih toplotnih snaga (Janić i sar., 2008). U njima se u najvećem broju slučajeva sagoreva balirana biomasa, pošto je to najjeftiniji način pripremanja biomase. Uopšteno posmatrajući povećanjem veličine bala biomase smanjuju se troškovi njenog pripremanja, transporta i manipulacije (Zoranović i sar, 2005). Tako će se u ovom radu prikazati zahtevi za regulacijom kotlovske opreme termičke snage od 300 kW za sagorevanje velikih rol bala biomase (slama pšenice, soje ili kukuruzovine), prečnika do 1,1 m i dužine do 1,2 m (slika 1). Postrojenje je namenjeno za zagrevanje proizvodnih objekata i nalazi se u okviru Centra za doradu semena u Lačarku.



Sl. 1. Kotlovsko postrojenje toplotne snage od 300 kW, proizvođača "Eko produkt" u Novom Sadu

Fig. 1. 300 kW power Boiler plant, manufactured by "Eko produkt", Novi Sad

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Osnova procesa upravljanja sagorevanjem balirane biomase u termoenergetskim postrojenjima određuje se definisanjem tehnologije njegovog rada (Milenković, 2003). Pri definisanju tehnologije rada termoenergetskog postrojenja moraju se ispoštovati zahtevi koje nameću njegove pojedine funkcionalne celine (Janić i sar, 2009). Među najvažnijim funkcionalnim celinama takvih postrojenja mogu se navesti:

- dopremanje bala biomase za sagorevanje,
- sagorevanje biomase,
- ubacivanje vazduha za sagorevanje (Igić, 2008),
- transport produkovane toplote preko radnog medijuma (vode) do potrošača,
- odvođenje gasovitih produkata sagorevanja u atmosferu,
- odnošenje pepela,
- pripremanje, ubacivanje i održavanje radnih karakteristika radnog medijuma postrojenja.

Da bi se s uređajima i opremom ispunile navedene funkcije postrojenja mora se ispoštovati sledeće:

- učestalost ubacivanja bala mora biti u skladu sa traženom toplotnom snagom ložišta,
- najveća učestalost ubacivanja bala biomase mora biti ograničena mogućnošću sagorevanja mase prethodne bale,
- bala se mora ubaciti relativno brzo i bez mogućnosti da delom ostane izvan ložišta,
- po ubacivanju bale u ložište vrata ložišta se moraju potpuno zatvoriti da bi se sprečilo širenje plamena i ulazak okolnog vazduha u ložište,
- prilikom ubacivanja bala u ložište trebalo bi da se spreči nekontrolisani ulazak okolnog vazduha u ložište,
- ukoliko dođe do havarije postrojenja ili do prekoračenja zahtevanog režima rada mora postojati automatizovan način da se onemogući ubacivanje nove bale biomase u ložište,
- da se proces sagorevanja bala ne bi zaustavljao u ložištu se u kontinuitetu mora obezbediti: dovoljno gorive materije, kiseonika, tj. vazduha za sagorevanje i toplote reakcione aktivacije – žara ili plamena,
- tokom sagorevanja moraju se definisati stanje i položaj sagorevanih bala biomase u ložištu, čime se definiše raspoloživost gorivim komponentama, položaj užarenog goriva i kretanje plamenog fronta.
- količina i sastav ubacivanog vazduha za sagorevanje moraju da odgovaraju trenutnoj dinamici sagorevanja bala biomase,
- vazduh za sagorevanje trebalo bi ubacivati po zonama sagorevanja sa mogućnošću predgrevanja i dodavanja recirkulisanih produkata sagorevanja,
- mora se obezbediti dobro mešanje ubačenog vazduha za sagorevanje i gasovitih gorivih komponenti nastalih sagorevanjem bala biomase,
- da bi se hemijske reakcije sagorevanja obavile do kraja put izmešanih gasovitih gorivih komponenti i vazduha za sagorevanje treba da je što duži kroz zonu visokih temperatura,
- termoenergetsko postrojenje mora da ima dovoljno površina za preuzimanje produkovane toplote od radnog medijuma, tj. vode,
- od produkata sagorevanja treba oduzeti maksimalnu količinu toplote, ali samo do granica kojim se neće narušiti normalan i dugovečan rad postrojenja,

- po završenom sagorevanju i preuzetoj količini toplote iz gasovitih produkata sagorevanja oni se na bezbedan način po okolinu mogu izbaciti u atmosferu,
- iz gasovitih produkata sagorevanja se pre ispuštanja u atmosferu moraju odstraniti sve veće čestice, a posebno čestice koje još nisu potpuno sagorele,
- kod postrojenja namenjenih za sagorevanje velikih bala biomase zbog velikih vrata, njihovog čestog otvaranja i drugog najbolje je sprovesti proces sagorevanja u atmosferi potpritiska,
- zbog potreba dodatnog regulisanja kvaliteta rada postrojenja trebalo bi da postoji mogućnost recirkulisanja gasovitih produkata sagorevanja,
- odstranjivanje čvrstih produkata sagorevanja - pepela iz pepeljare može da se izvodi kontinualno ili periodično, ali se mora realizovati pre nego što pepeo počne da ometa nesmetani rad postrojenja,
- ukoliko dođe do topljenja pepela iznad rešetke i stvaranja omekšane ili tečne šljake mora da postoji mogućnost relativno brzog hlađenja šljake i smanjenja intenziteta sagorevanja biomase,
- u sistem treba ubacivati samo fizički i hemijski prečišćen radni medijum, tj. vodu,
- temperatura vode u postrojenju mora biti jedan od osnovnih faktora koji utiču na upravljanje radom postrojenja, a samim tim i intenzitetom sagorevanja biomase,
- za ekonomičan i funkcionalan rad postrojenja neophodno je da se potrebna količina toplotne energije, koja se šalje toplom vodom potrošaču, može automatski regulisati,
- postrojenje mora da se zaštiti od negativnih uticaja povratne pothlađene vode,
- radni pritisak vode u sistemu treba da je stalan i u dozvoljenim okvirima,
- tokom rada postrojenja mora da postoji način da se sistem dopuni vodom, da se iz vode odstranjuje vazduh i nečistoće i da se omogući planirano ili iznenadno širenje vode,
- pored navedenog za nesmetano funkcionisanje postrojenja postoje i drugi zahtevi, ali se oni zbog obimnosti rada neće navoditi.

Deo napred navedenih funkcionalnih preduslova za efikasan i ekonomičan rad postrojenja mogu se realizovati adekvatnim konstrukcionim rešenjima postrojenja, a ostali preduslovi su stalno promenljivi i oni se moraju neperestavno pratiti i regulisati za to namenjenom merno-regulacionom opremom i održavati na zadanom nivou.

Da bi se na adekvatan način odgovorilo navedenim zahtevima toplovodno postrojenje treba da ima sledeću opremu: toplovodni kotao sa rešetkom za pridržavanje sagorevane bale biomase, odvajač pepela (ciklon, taložnik ili dr.), dimnjak (slika 2), komorni dozator bala biomase u ložište, ventilator za ubacivanje primarnog vazduha za sagorevanje i recirkulisanih produkata sagorevanja ispod rešetke ložišta, ventilator visokog pritiska za ubacivanje iznad rešetke i u gasnom traktu sekundarnog i tercielnog vazduha za sagorevanje (sa mogućnošću predgrevanja vazduha), ventilator za odstranjivanje iz ložišta gasovitih produkata sagorevanja, otvor za iznošenje pepela (ručno ili mehanizovano – pužem ili lančastim transporterom), sabirni i razdelni kolektor, pumpe za transport zagrejane vode u cirkulacionim krugovima potrošača, pumpu kotlovske cirkulacionog kruga, mešne ili regulacione ventile za automatsku regulaciju temperature razvodne vode (slika 3), uređaj za hemijsku pripremu vode, opremu za održavanje konstantnog pritiska u sistemu i dopunjavanje postrojenja vodom, ekspanzionu posudu, odzrake, prečistače vode i potrebnu merno regulacionu opremu. Ovde bi bilo važno napomenuti da bi ovakva postrojenja u kojima se sagorevaju velike bale biomase radi njihovog ekonomičnijeg i dugovečnijeg rada obavezno morala biti opremljena akumulatorom toplote, zapremine od minimalno 30 l po kilovatu deklarisanе snage (Reknagel i sar. 2004).



Sl. 2. Kotao termičke snage 300 kW sa taložnikom pepela i dimnjakom, proizvođača "Eko produkt" u Novom Sadu

Fig. 2. Boiler of 300 kW thermal power with an ashtray and a chimney, manufactured by "Eko produkt", Novi Sad

Sistem merenja nadzora i upravljanja baziran je na PLC sistemu i PC računaru što mu daje karakteristike savremenih decentralizovanih distribuiranih sistema, jer su funkcije upravljanja i nadzora raspodeljene na dva nivoa na nivou programibilnog logičkog kontrolera i na nivou PC računara.

Sistem merenja nadzora i upravljanja sastoji se od sledećih funkcionalnih celina:

- Merno-regulaciona oprema u polju-pogonu;
- Lokalna komandna oprema, smeštena na vratima razvodnih tabli
- Ormani automatike sa programibilnim logičkim kontrolerom i pratećom opremom;
- Komunikacioni podsistem
- Kontrolno komandni centar za centralni nadzor i upravljanje, sa centralnim nadzorno-upravljačkim računarom i pratećom opremom;
- Programska podrška - softverski paketi za nadzor i upravljanje (na nivou PLC-a i na nivou nadzorno-upravljačkog računara);
- Kablovi, kablovski pribor i komunikaciona oprema za medjusobno povezivanje i komunikaciju svih elemenata nadzorno-upravljačkog sistema;

Računar sa pratećom opremom i orman automatike smešteni su u komandnoj prostoriji fabrike (Komandno kontrolni centar). Ovaj računara može da se poveže sa centralnim računarom fabrike.

PLC nadgleda i upravlja radom tehnoloških i tehničkih postrojenja i sistema, preko odgovarajućih ulazno-izlaznih modula, vodjenih centralnom mikroprocesorskom jedinicom i odgovarajućim software-om na nivou PLC-a.

Namena ovakvog sistema jeste prikupljanje podataka o različitim stanjima u tehnološko-tehničkim sistemima, prenos tih podataka u kontrolni centar, njihovo sistematizovanje i obrada, prikazivanje željenih vrednosti i na bazi obradjenih podataka, izdavanje odgovarajućih upravljačkih instrukcija, koje se šalju u postrojenje.

Sistem za komunikaciju, kombinovan s inteligencijom ugradjenom u kontrolere obezbedjuje visok nivo pouzdanosti sistema, kao tehnološke celine. U slučaju greške i prekida u komunikacijama između PLC-a i centralnog računara, kontroler poseduje potpunu hardware-sku i software-sku autonomiju u radu, te neometano nastavlja da obavlja svoje funkcije u skladu s unapred upisanim programima, sve do ponovnog uspostavljanja komunikacije sa računarom u kontrolnom centru.

Softver u računaru obezbedjuje raznovrsne mogućnosti pri komunikaciji čovek-mašina, koje se realizuju preko tastature/miša i monitora i preko printera.

Funkcionisanje centralnog sistema globalno može da se подели na nekoliko vrsta operacija i procedura.

Osnovne funkcije

- Nadgledanje rada svih pomoćnih sistema putem merenja, signala statusa i signala kvarova (alarmi)
- Kategorizacija signala u slučaju pojave kvarova i alarma
- Upravljanje radom pojedinih delova procesa i zaštita putem izdavanja digitalnih komandi u funkciji vremena i događaja
- Programsko vodjenje stanja odgovarajućih tačaka (analogna merenja temperature, pritiska i nivoa) i njihova regulacija

Operatorske funkcije

- Unošenje i modifikacija korisničkih parametara
- Sistemsko povezivanje sa korisničkim programima
- Izdavanje komandi za uključenje i isključenje
- Sve manipulacije sa programskim zapisima, ili bazom podataka
- Izdavanje periodičnih izveštaja o radu pojedinih sistema na bazi istorijskih podataka na nivou centralnog računara

Indikacione funkcije

- Pojava kvarova, alarma u zavisnosti od prirode i mesta
- Prpratni tekst na štampaču

Funkcije zapisivanja

- Događaja, ili promena stanja primljenih sa perifernih uređaja
- Intervencije kao što su promena vremena, prioriteta ili korekcija

Funkcija nadgledanja rada sistema

- Nadgledanje ispravnosti hardware-a kontrolnog centra i kontrolera
- Nadgledanje prenosa podataka

4. ZAKLJUČCI

Da bi se uspešno upravljalo procesom sagorevanja biomase mora da se ispune brojni preduslovi. Neki od tih preduslova su opšte prirode, ispoljavaju se i kod sagorevanja konvencionaknih goriva, ali se znatan broj odnosi isključivo za sagorevanje biomase.

Deo preduslova koji su neophodni za kvalitetno sagorevanje biomase u kotlovskom postrojenju se mogu realizovati još prilikom izrade postrojenja, ali je znatan deo preduslova promenljive prirode. Da da bi se oni ispunili neophodno je merenje relevantnih parametara u radu postrojenja i regulacija onih veličina koje su odstupile od zadatih vrednosti. Da bi se navedeni zadaci ispunili potrebno je ugraditi odgovarajuću mernu, kontrolnu i regulacionu opremu.

LITERATURA

- [1] Brkić M, Janić T. (2005). Poljoprivreda kao potrošač i proizvođač energije. *Savremena poljoprivredna tehnika*, XXXI (4), 155-161.
- [2] Brkić M, Janić T, Somer D. (2006). Procesna tehnika i energetika, *Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, s. 289
- [3] Brkić M, Janić T. (2009). Briketiranje i peletiranje biomase, *Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, s. 277
- [4] Igić, S. (2008). Uticaj vrste i sabijenosti biomase, te okolina vazduha i gasova na energetska efikasnost kotlovskeg postrojenja, *Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, 340.
- [5] Janić T, Brkić M, Igić S, Dedović N. (2008). Gazdovanje energijom u poljoprivrednim preduzećima i gazdinstvima, *Savremena poljoprivredna tehnika XXXV (1-2)*, 127-133
- [6] Janić T, Brkić M, Igić S, Dedović N. (2008). Termoenergetski sistemi sa biomasom kao gorivom, *Savremena poljoprivredna tehnika XXXIV (3-4)*, 213-220
- [7] Janić T, Brkić M, Igić S, Dedović N. (2010). Biomasa – energetska resurs za budućnost, *XXXVI (2)*, 167-176
- [8] Milenković B. (2003). Projektovanje energetska efikasna KGHP sistema, *PTEP, JDPT, VII(5)*: 123-125.
- [9] Reknagel H, Špranger A, Šramek R, Čeperković Zagorka (2004). *Grejanje i klimatizacija, Interklima, Vrnjačka banja*, 1879.
- [10] Zoranović M, Brkić M, Dedović N. (2005). Eksploatacioni i ekonomski pokazatelji manipulacije pšeničnom i sojinom slamom kao alternativnim toplotnim izvorima, *Revija – agronomska saznanja, XV (5)*: 54-56.

SUMMARY

Although the agricultural biomass can be compared to some coal types by its calorific and technical characteristics, it should be noted that it is a specific type of fuel which requires special considerations regarding combustion.

Part of prerequisites related to efficient combustion of biomass in boiler plants can be met at the plant design stage. However, a considerable part of the prerequisites are variable. In order to fulfill them, it is necessary to measure all relevant operating parameters and regulate those which deviate from the set values. This requires installation of measuring, control, and regulation equipment.

This paper discusses the technological foundations of baled biomass combustion control, reviews the equipment necessary for thermal plants which run on baled biomass, and the ways to mechanize and automate the operations within such plants.

Key words: control, hot-water plant, biomass

Primljeno: 13.10.2010.

Prihvaćeno: 17.10.2010.