

**SPECIFIČNOSTI OPREME I OBJEKATA TOPLOVODNIH
KOTLOVSKIH POSTROJENJA ZA SAGOREVANJE BALIRANE
BIOMASE**

**SPECIFIC TRAITS OF EQUIPMENT AND FACILITIES FOR HOT
WATER BOILER PLANT WHICH RUN ON BALED BIOMASS**

Todor Janić¹, Saša Igić,² Nebojša Dedović¹, Miladin Brkić¹
Bratislav Milenković

¹ Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

² „Gradska uprava Novog Sada“, Novi Sad

E mail: jtodor@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Eksploatacija termoenergetskih postrojenja koja kao pogonsko gorivo koriste biomasu ima niz specifičnosti. Takva postrojenja su gabaritno veća od postrojenja slične snage koji rade na konvencionalna goriva, potreba za njihovim opsluživanjem i održavanjem je obimnija (čišćenje i dr.), a u kotlarnicama je neophodno obezbediti i veći prostor za manipulaciju gorivom, zbog gabaritnih dimenzija bala biomase, češćeg loženja, zapaljivosti goriva i specifičnosti „hranjenja“ postrojenja. Pored toga i oprema koja se koristi u okviru takvih postrojenja ima niz specifičnosti. Sve to nalaže da objekti i oprema takvih postrojenja moraju da ispunjavaju i neke dodatne zahteve u odnosu na termoenergetska postrojenja za sagorevanje konvencionalnog goriva.

U ovom radu će se istaći smernice kod projektovanja, izgradnje i eksploatacije termoenergetskih postrojenja za sagorevanje balirane biomase sa krajnjim ciljem da se navedene smernice uvažavaju i primene u postupcima otvaranja novih pogona.

Ključne reči: biomasa, sagorevanje, termoenergetska postrojenja

1. UVOD

Poljoprivreda jeste veliki potrošač energije nižeg termičkog potencijala. Takva energija se najčešće troši za zagrevanje radnih medijuma, kao što su voda ili vazduh koji se koriste u raznim tehnološkim procesima ili još češće za zagrevanje radnog i životnog prostora.

Kada se razmatraju potrebe za zagrevanje objekata u kojima se odvija poljoprivredna proizvodnja (farme, objekti zaštićenog prostora, tj. plastenici i staklenici, mašinske radionice, doradni kapaciteti i dr.) mora se imati u vidu da su to prostori velikih zapremina, kao i da je potreba za ventilacijom takvih objekata takođe velika, samim tim i potrebe za toplotnom energijom su značajne.

Ako se izuzme lokalno zagrevanje, uglavnom manjih objekata, koje se najčešće realizuje vazduhom kao grejnim medijumom, ostale potrebe za zagrevanjem objekata u

poljoprivredi se podmiruju pomoću centralnih grejnih sistema. Kod centralnog grejanja toplotna energija se proizvodi na jednom mestu i uz pomoć radnog medijuma (najčešće vode) koji se dalje grejnim instalacijama razvodi do većeg broja potrošača, tj. grejnih tela. Takvo mesto nazivamo kotlarnicom i u njoj su smešteni jedan ili više kotlovskih postrojenja i potrebna armatura za njihov nesmetani rad.

Cilj ovog rada je da se navedu važnije postavke za pravilno projektovanje, izgradnju i eksploataciju opreme i kotlarnica u kojima su postavljeni jedan ili više kotlova na baliranu biomasu.

2. MATERIJAL I METOD RADA

U radu su navedene specifičnosti koje se ispoljavaju u praksi kod projektovanja, izgradnje i eksploatacije objekata i opreme toplovodnih kotlovskih postrojenja u kojima se sagoreva biomasa u obliku bala. Pre svega, navedeno se odnosi na kotlovska postrojenja manjih i srednjih snaga (manjim od 1 MW) kod kojih se bale biomase za sagorevanje ubacuju ručno ili polumehanizovano. Dozvole za rad ovih postrojenja izdaje lokalna samouprava.

Rad je napisan u skladu sa domaćim standardima, normama i propisima.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Uopšteno posmatrajući, kod grejnih sistema se po utvrđivanju potrebne količine toplote (proračunom toplotnih gubitaka) i dimenzionisanja grejnih tela sa njihovom potrebnom snagom, brojem i rasporedom pristupa spajanju grejnih tela s izvorom toplote, tj. kotlom.

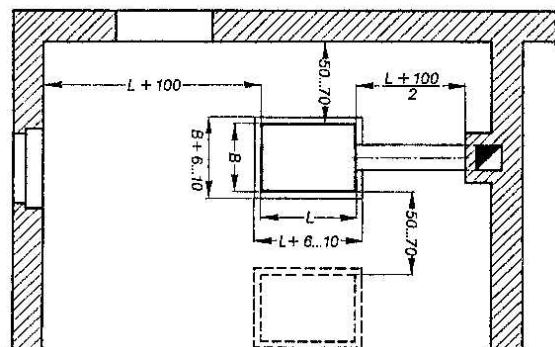
Da bi se omogućio funkcionalan, ekonomičan i energetski efikasan rad grejnog sistema još pri njegovom projektovanju se mora na adekvatan način rešiti: izbor lokacije za postavljanje kotlarnice, vrste, forme i načina skladištenja goriva, broja i toplotne snage kotlova, radnog režima sistema grejanja (temperature razvodne i povratne vode, radnog pritiska i dr.), načina regulacije rada postrojenja, načina dovođenja vazduha za sagorevanje i odvođenja gasovitih i čvrstih produkata sagorevanja, broja i tehničkih karakteristika dimnjaka, sigurnosnih vodova i načina ekspanzije grejnog medijuma, način razvođenja cevne mreže, smeštaja pumpi, zaštitu od korozije, hemijsku pripremu vode, potrebe u akumulaciji toplote i drugo.

Lokaciju kotlarnice kod konvencionalnih tečnih i gasovitih goriva najčešće određuje raspored cevnih instalacija, dok se kod kotlarnica, kod kojih se koriste kotlovi na biomasu, mora obratiti pažnja na još neke dodatne aspekte. U prvom redu tu se podrazumeva mogućnost nesmetanog dopremanja biomase, a ne sme da se zanemari ni higijenski aspekt i to kako u pogledu održavanja čistoće ekonomskih dvorišta, tako i održavanja uslova da se gasovitim i čvrstim produktima sagorevanja na što manji način zagađuje životna i radna sredina. Posebna pažnja pri izboru lokacije za izgradnju kotlarnice mora da se usmeri na preventivne mere protivpožarne zaštite.

Unutrašnje uređenje kotlarnice i dispozicija korišćene opreme zavisi najviše od izbora vrste kotlova, njihovih tehničkih karakteristika, usvojenog režima rada, načina „hranjenja“, održavanja i opsluživanja. Osim toga veliki uticaj na unutrašnji izgled kotlarnice ima i odluka da li će se u okviru grejnog sistema koristiti akumulacija toplotne energije, kao i da li je rač o akumulatorima koji su postavljeni unutar same kotlarnice ili izvan nje.

Unutrašnje dimenzije kotlarnice treba da omogućе nesmetanu montažu kotlova i druge opreme, kao i njihovo lako održavanje i opsluživanje. Zbog toga su propisana minimalna

rastojanja od stranica kotlova do susjednih zidova, sve zavisno od širine kotla B i njegove dužine L, slika 1, (Todorović, 2000). Kada se ugrađuje više kotlova onda su odstojanja između njih takva da je obezbeđen nesmetani rad i opsluživanje svake jedinice.



Sl. 1. Položaj kotla u kotlarnici (B-širina kotla; L-dužina kotla)

Fig. 1. Position of boiler in the boiler room (B-boiler width; L-boiler length)

Kotlarnica bi trebalo da ima bar jedan spoljašni zid, da bi se obezbedilo prirodno osvetljenje i provetranje njene unutrašnjosti, kao i mogućnost brze evakuacije u sličaju iznenadnih opasnosti. Kotlovi treba da se postave prema osvetljenju ili prozoru, tako da njihova prednja strana bude dobro osvetljena, a svi instrumenti uočljivi. Kotlove treba postaviti na fundamente koji su odvojeni od zidova kako se ne bi prenosila buka od oscilacija i same oscilacije pokretnih elemenata u strukturu objekta kotlarnice. Fundamenti kotlova su većih dimenzija od njihove osnove i izdignuti su od poda i služe ne samo kao čvrsta osnova za kotao i za prigušenje oscilacija, nego i za zaštitu od prodora vode u pepeljaru kotla, kod pražnjenja sistema. U podu kotlarnice, a ispred kotla treba da se izgradi kanal koji je u vezi sa kanalom za odstranjivanje pepela (ako ga u kotlarnici ima) da bi se u slučaju iznenadnog prekida rada kotlovskeg postrojenja mogao da odstrani žar iz ložišta kotla i tako sprečilo veće oštećenje kotla.

Zidovi i plafon kotlarnice moraju se izgraditi od materijala otpornih na vatru i imati u sebi sloj nepropusan za gasove, dok se pod mora izgraditi od negorivog materijala (Kulić, 1990). Kotlarnice sa postrojenjima do 300 kW moraju da imaju bar jedna vrata koja vode direktno napolje i otvaraju se ka spoljašnjoj strani, a kod postrojenja od preko 300 kW kotlarnice moraju da imaju bar dvoje vrata od kojih bar jedna vode direktno napolje i na spoljašnju stranu se i otvaraju. Kotlarnice moraju da imaju bar jedan prozor na spoljašnjem zidu čija veličina treba da bude najmanje 1/12 od ukupne površine poda kotlarnice. Na zidovima kotlarnice moraju da se predvide ventilacioni otvori za dovod i odvod vazduha, čije veličine su definisane standardima.

Kod značajnijih zahteva za toplotnom energijom preporučljivo je opredeliti se da se u kotlarnici instaliraju dva ili više kotla na biomasu - prema iskustvu ne bi trebalo više od četiri. Obrazloženje za ovo, treba tražiti u činjenici da sistemi grejanja ne rade tokom celog grejnog perioda maksimalno projektovanim toplotnim kapacitetom (Kulić, 1990), a mogućnosti za regulaciju režima rada kotlova na biomasu su veoma ograničene zbog njene

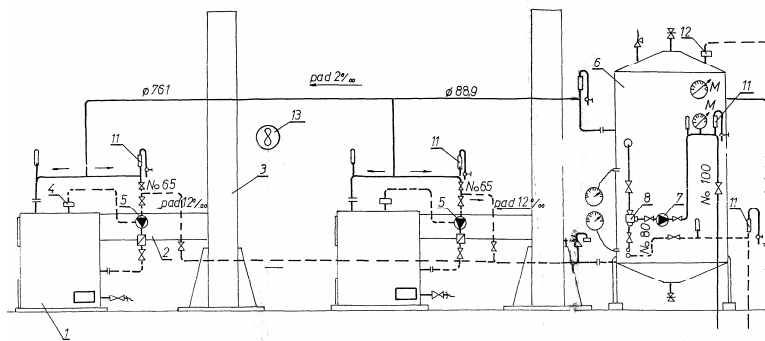
nekontinualnosti u sagorevanju. Prilikom postavljanja dva kotla treba težiti ka tome da se oko 1/3 projektovanog toplotnog kapaciteta kotlova može zadovoljiti jednim kotlom, a preostale 2/3 drugim, većim, kotlom. U slučaju postavljanja više kotlova njihove deklarirane snage trebalo bi da budu slične.

Akumulacioni rezervoari toplote koji se postavljaju u okviru kotlovskih postrojenja na biomasu su veoma korisni (Brkić i Janić, 2005), ali njihova primarna funkcija nije uvek u akumulisanju toplote za neki naredni period, kao što je to slučaj kod konvencionalnih sistema. Kao što je i naglašeno potrebe za toplotom kojom se zagrevaju objekti u poljoprivredi su velike, npr. kod zagrevanja plastenika, farmi, mašinskih radionica i dr. i za duži rad postrojenja bilo bi neophodno instalirati ogromne rezervoare toplote. Kod postrojenja za sagorevanje biomase akumulatorima toplote se smanjuju negativni efekti nekontinualnosti u sagorevanju biomase, tako da se višak trenutno produkovane toplotne energije akumulira i odaje u periodu kada produkcija toplote nije dovoljna da zadovolji potrebe, što je najčešće izraženo kod neravnomerno loženog kotla ili u fazama dogorevanja ili potpale većih ili sabijenijih bala slame. Uopšteno po kilovatu instalirane toplotne snage kotlovskog postrojenja trebalo bi obezbediti od 30 do 60 litara vode u rezervoaru akumulatora toplote.

Povezivanje kotlova sa grejnim instalacijama potrošača toplotne energije, akumulatorom toplote, sigurnosnom opremom, sistemima za pražnjenje, punjenje i održavanje pritiska može da se obavi na više načina. Najvažnija stvar u tome jeste da se u svakom trenutku mora omogućiti nesmetani protok vode kroz sistem, tj. izuzimanje zagrejane vode i ubacivanje pothlađene vode u kotlove u kojima se obavlja sagorevanje biomase. Ukoliko je povezivanje kotlova i ostalih elemenata postrojenja tako realizovano da u određenom momentu ima mogućnosti da dođe do blokade protoka vode kroz sistem moguće su velike havarije, čak i sa tragičnim završetkom. Iz tog razloga u kotlarnicama u kojima su instalirani kotlovi za sagorevanje biomase, kao čvrstog goriva, termičke snage od preko 100 kW obavezno bi trebalo da budu postavljeni otvoreni ekspanzioni sudovi, sa sigurnosnim vodovima koji se postavljaju na vodovima neposredno na izlazu i na ulazu u kotao. Dimenzionisanje tih cevnih sigurnosnih vodova je propisano standardima. Ventili, slavine i ostali zaporni elementi se smeju postavljati na instalaciju tek posle mesta spajanja sigurnosnih vodova i cevnih vodova na izlasku i ulasku u kotao.

Prema nekim toplotnim šemama i akumulatori toplote mogu da se iskoriste kao ekspanzione posude, kao što je prikazano na slici 2 (Ražić i sar, 1992).

Za pravilan rad grejnog sistema veoma je važno da se pored adekvatno urađenog proračuna toplotnih gubitaka i valjanog odabira i rasporeda grejnih tela pravilno dimenzioniše i cevna mreža grejnog sistema, kao i dovoljan protok grejnog medijuma kroz sve deonice cevne grejne instalacije (Milenković, 2003). Iz tog razloga u kotlarnici je veoma važno adekvatno rešiti efikasan način razvođenja tople vode u količini koja je neophodna svakom pojedinom potrošaču, a višak toplotne energije, tj. tople vode skladištiti u akumulatoru toplote. Pored toga razvodom se mora omogućiti i da se pothlađena voda vraća u kotao sa što manje nečistoća, kiseonika i sa temperaturom koja nije štetna za kotao. U tu svrhu u kotlarnici je neophodno postaviti razvodnik tople vode i sabirnik pothlađene vode. Na razvodnik se prema svakom zasebnom potrošaču treba postaviti cevna instalacija koja na svom početku treba najmanje da ima: ventil, filter, mešni – trokraki ventil sa sopstvenim elektropogonom (slika 3), zasebno dimenzionisanu cirkulacionu pumpu, još jedan ventil i termometar, kao što je prikazano na slici 4.



Sl. 2. Akumulator toplote u toplovodnom grejnom sistemu (Ražić i sar, 1992)

(1-toplovodni kotao, 2- dimnjača kružnog preseka $\varnothing 450$ mm, 3-čelični dimnjak $\varnothing 450$ mm, H = 10 m, 4-termostat, 5-cirkulaciona pumpa , 6-akumulator toplote V = 10 m³, 7-cirkulaciona pumpa , 8-ručna trokraka slavina, 9-kompresor, 10-omekšivač vode, 11-odzračni lončić V = 1,5 l, 12-diferencijalni presostat, 13-aksijalni ventilator)

Fig. 2. Accumulator heat in heatpiping heating system

(1-toplovodni kotao, 2- dimnjača kružnog preseka $\varnothing 450$ mm, 3-čelični dimnjak $\varnothing 450$ mm, H = 10 m, 4-termostat, 5-cirkulaciona pumpa , 6-akumulator toplote V = 10 m³, 7-cirkulaciona pumpa , 8-ručna trokraka slavina, 9-kompresor, 10-omekšivač vode, 11-odzračni lončić V = 1,5 l, 12-diferencijalni presostat, 13-aksijalni ventilator)

Rad ovih elemenata se u današnje vreme reguliše mikroprocesorskim regulatorima i odgovarajućim senzorima.



a)

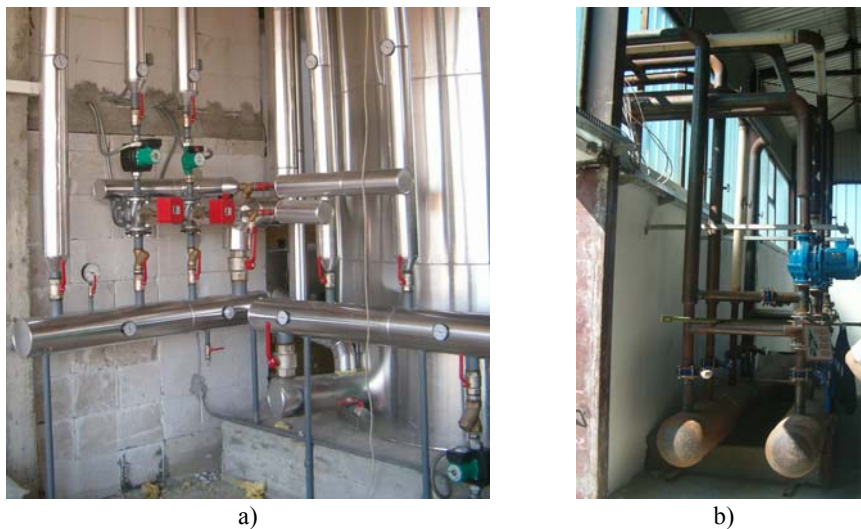


b)

Sl. 3. Oprema za pripremu i potiskivanje tople vode
(a- malo postrojenje, b- veliko postrojenje)

Fig. 3. Equipment for preparing and repulsing hot water
(a- small plant, b- big plant)

Važan element kotlovskog postrojenja koji je istovremeno i sastavni deo kotlarnice jeste i dimnjak. Kod postrojenja u kojima se sagoreva biomasa između kotla i dimnjaka se postavlja i taložna komora sa zadatkom da u što većoj meri odvoji čestice pepela od izlaznih produkata sagorevanja. Adekvatan odabir dimnjaka kod postrojenja sa prirodnom promajom je od ključne važnosti za dobar rad postrojenja. Ukoliko dimnjak nije adekvatan ne može se očekivati dobar rad postrojenja. Nedovoljan prečnik dimnjaka prouzrokuje veliki pad pritiska i slabu „promaju“, dok preveliki prečnik dimnjaka prouzrokuje pothlađivanje produkata sagorevanja koji više nemaju dovoljnu temperaturu da bi ostvarili dovoljnu razliku u gustinama vazduha, a samim tim i potrebnu promaju (Reknagel i sar, 2004), a uz to kod njih dolazi do pojave kondenzata, koji može da dovede do oštećenja dimnjaka (Bogner, 1992).



Sl. 3. Deo razvodnog sistema postrojenja na biomasu
(a- malo postrojenje, b- veliko postrojenje)

Fig. 3. Part of a modern steam distribution system within a biomass-fired plant
(a- small plant, b- big plant)

Pored navedenog u kotlarnici se mora instalirati i niz drugih uređaja i opreme koji omogućavaju nesmetani, dugotrajni i efikasni rad postrojenja, kao što su: omekšivači vode, regulatori pritiska, priključci za dovod napojne vode, oprema za odstranjivanje pepela i dr.

Svaka kotlarnica mora u odnosu na njeno specifično požarno opterećenje biti opremljena protivpožarnom opremom i to aparatima za početno gašenje požara, tipa „S“ punjenih suvim prahom ili tipa „CO₂“ punjenih ugljen-dioksidom (Radujkov, 1999). U kotlarnicama treba da postoji i hidrantska mreža sa pratećim hidrantom, izračunate izdašnosti, gde pritisak vode ne sme biti manji od 2,5 bara. Takođe, u kotlarnicama treba da postoji posuda sa peskom zapremine od 0,25 m³ sa potrebnim alatom za pruručno gašenje požara.

4. ZAKLJUČCI

Kao što se moglo videti u prethodnom izlaganju kotlarnica predstavlja objekat ili prostoriju u kojem su smešteni skoro svi uređaji i oprema kotlovskih postrojenja. Kotlarnica za kotlovska postrojenja na biomasu ima niz specifičnosti koje se ispoljavaju tokom njihove izgradnje i eksploatacije i koje se moraju uzeti u obzir da bi kotlovska postrojenja mogla nesmetano da rade. Pravilnim pristupom prilikom projektovanja i izgradnje kotlarnica umnogome se može olakšati montaža, eksploatacija i održavanje opreme kotlovskih postrojenja. Prilikom planiranja položaja kotlova u kotlarnici treba ostaviti mogućnost automatskog „hranjenja“ kotlova.

LITERATURA

- [1] Bogner M. (1992). Termotehničar. Poslovna knjiga, Beograd, 797.[.]
- [2] Brkić M, Janić T. (2005). Primena akumulatora toplote kod grejnih instalacija i kotlovskih postrojenja na biomasu. Savremena poljoprivredna tehnika, JNDPT, Novi Sad, XXXI (4), 227-235.
- [3] Dedović N. (2006). Apsolutni i relativni prikaz energetske resursa poljoprivredne proizvodnje i instaliranih energetske postrojenja i opreme na DPP „Mitrosrem“. Revija – agronomska saznanja, XVI (5): 17-23.
- [4] Kulić E. (1990). Principi projektovanja sistema grejanja, SMEITS, Beograd: 325.
- [5] Milenković B. 2003. Projektovanje energetske efikasne KGHP sistema, PTEP, JDPT, Novi Sad, VII(5): 123-125
- [6] Radujkov D. (1999). Protivpožarne i bezbednosne mere zaštite na radu u kotlarnicama na čvrsto, tečno i gasovito gorivo. PTEP, JDPT, Novi Sad, III(1-2): 54-56.
- [7] Ražić N, Filipović Zorica, Važić Suzana (1992). Glavni mašinsko-tehnološki projekt kotlarnice na biomasu 2 x 250 kW – Vrbovski, PKB, pogon „Poljotehnika“: 28.
- [8] Reknagel H, Špranger A, Šramek R, Čeperković Zagorka. (2004). Grejanje i klimatizacija, Interklima, Vrnjačka Banja, 1879.
- [9] Todorović B. (2000). Projektovanje postrojenja za centralno grejanje. Mašinski fakultet, Beograd: 441.

SUMMARY

Exploitation of thermal energy plants which run on biomass is specific for several reasons. Such plants are larger than the ones running on conventional fuels, they are more demanding in terms of manning and maintenance (cleaning, etc.), while the boiler rooms require larger space for fuel manipulation, due to larger dimensions of biomass bales, more frequent stoking, volatile fuel, and specific feeding requirements. Besides, the equipment used in such plants has a number of specific features. For these reasons, the facilities and equipment used in such plants have to meet some extra demands compared to their conventional counterparts.

Suggested in this paper are directions for design, building, and exploitation of thermal plants which run on baled biomass.

Key words: biomass, combustion, thermal plants

Primljeno: 11.10.2010.

Prihvaćeno: 18.10.2010.