

TEHNOLOGIJA IZRADE REŠETKE LOŽIŠTA

TECHNOLOGY PROCEDURE OF FURNACE GRID MANUFACTURING

Valnea Starčević¹, Ivan Opačak², Ivan Putnik², Turgay Özkan³, Branko Grizelj²

¹ DD TEP, Dr. Mile Budaka br.1, Slavonski Brod,

² Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Sveučilište u Slavonskom Brodu,

³ Sakarya University, Kemalpaşa Mahallesi Üniversite Cd. Esentepe Kampüsü

Ključne riječi: generator pare, izgaranje u fluidiziranom sloju, mehanička rešetka, membransko zavarivanje, lijevci pepela

Key words: steam generator, fluidised - bed combustors, mechanical grid, membrane welding, ash hopper

Sažetak: U suvremenom svijetu, kotlovska postrojenja svoju primjenu su našla unutar brojnih grana industrije, od kojih se ponajviše ističe energetika. Iako termoenergetska postrojenja predstavljaju efikasan rješavanja problema gomiljanja komunalnog otpada u gradovima i dobivanja korisne topline, zbog svog, još uvijek nereguliranog sastava, predstavljaju znacajan izvor emisija štetnih plinova i lebdećih čestica, koji prilikom izlaska iz kotla odlaze u atmosferu negativno utječeći na okoliš. U vremenu kada se zbog sve strožih zakona o zaštiti okoliša i svijesti o sve manjim zalihamama fosilnih goriva koja su nam dostupna, čovjek se sve više okreće ekološki prihvatljivim metodama dobivanja električne energije poput biomase. Unutar jednog kotlovskega postrojenja, izgaranje je vrlo bitan proces, jer predstavlja izvor korisne energije u vidu topline dobivene energetskom transformacijom iz goriva. Opseg i vrsta opreme od koje se ložiste kotla sastoji prvenstveno će ovisiti o procesu sagorijevanja ali i o vrsti goriva koja se unutar njega spaljuje. Rešetka predstavlja glavnu opremu ložišta za sagorijevanja u sloju; na kojoj se odvijaju sve četiri faze procesa sagorijevanja uz mogućnost regulacije njenog kapaciteta i odnosa količine goriva i zraka.

Tehnološki proces izrade mehaničke rešetke postrojenja za spaljivanje ostataka iz papirne industrije, pulpe eukaliptusa i šumske drvene biomase u radu će biti detaljno opisan, s posebnim osvrtom na tehnologiju zavarivanja. Tehnologija izgaranja u fluidiziranom mjeđuričastom sloju (eng. *Bubbling Fluidized Bed – B.F.B.*) svoju primjenu nalazi u kotlovima manje snage koji koriste gorivo niske energetske vrijednosti i visokim postotkom vlage poput spomenute biomase. Uz opsežan prikaz tehnološkog procesa izrade rešetke, također su opisane metode kontrole kvalitete za ispitivanje zavarenih spojeva te finalne aktivnosti.

Abstract: In the modern world, boiler power facilities have found their application within numerous branches of industry, and especially in energetics. Although thermal power plants are representing an efficient solution to the problem of municipal waste accumulation in cities and to obtaining the useful heat, due to there, still unregulated composition, represent a significant source of emissions of flue gases and particles which, when leaving the boiler, fly into the atmosphere negatively affecting the environment. In a time when, due to increasingly stringent environmental laws and awareness of the diminishing supply of fossil fuels available to us, man is increasingly turning to ecologically admissible methods of producing electric current such as biomass. Within a boiler power plant, combustion is a very important process, as it represents a source of useful energy in the form of heat obtained from energy transformation from fuel. The scope and type of equipment from which boiler consists will depend primarily on the combustion process, but also on the type of fuel being burned inside. The grid represents the main equipment of the furnace in the layer; at which all four stages of the combustion process take place, with the possibility of regulating its capacity and the ratio of fuel to air. This paper describes the technological process of manufacturing a mechanical grid for a plant for burning residues from the paper industry, eucalyptus pulp, and forest wood biomass, with special reference to welding technology. Bubbling Fluidized Bed (B.F.B.) combustion technology is used in low-power boilers that use low energy fuel and high moisture content, such as above mentioned biomass. In addition to a comprehensive overview of the technological process of grid fabrication, quality control methods for testing welds and final activities are also described.

1 UVOD

U posljednjih pedeset godina, potražnja i potrošnja energije u svijetu gotovo se utrostručila, a godišnje raste za 1.5 – 2%. Ovakvim načinom potrošnje neobnovljivih resursa poput nafte, plina i ugljena ljudima će biti dostupne još samo nekoliko stoljeća.

Kao jedan od potencijalnih izvora energije nameće se biomasa, najstariji i najdostupniji izvor energije. Biomasa predstavlja jedini neograničeni izvor energije koji se može primjenjivati za proizvodnju toplinske i električne energije.

Postrojenja koja za dobivanje energije koriste biomasu kao gorivo nazivaju se kogeneracijska postrojenja. Kod postrojenja ovog tipa, najveći problem predstavlja iskorištenje dobivene toplinske energije. U Republici Hrvatskoj kogeneracije su još uvijek slabo zastupljene, i svoju primjenu ostvaruju u drvoprerađivačkim industrijama. Razlog tomu leži u činjenici da drvoprerađivačka industrija koristi toplinu dobivenu spaljivanjem ostataka za sušenje drveta i grijanje postrojenja. Za razliku od Republike Hrvatske, kogeneracijska postrojenja znatno veću zastupljenost ostvarila su u

zemljama bogatim šumama poput Finske, gdje se gotovo 25 % potražnje za energijom ostvaruje upravo putem postrojenja ovog tipa.

2 LOŽIŠTE KOTLA

Ložište kotla predstavlja prostor unutar kojega se odvija proces izgaranja goriva; drugim riječima, prostor unutar kotla u kojem dolazi do transformacije kemijske energije dobavljenog goriva u toplinsku energiju dimnih plinova koja se prenosi na ogrjevne površine. Oblik i veličina ložišta prvenstveno će ovisiti o kapacitetu generatora pare, vrsti goriva te načinu izgaranja goriva.

Proces izgaranja odvija se u ložištu, iznad rešetke. Kao cjelina, ložište je sastavljeno od rešetke na dnu ložišta, hlađenih i nehlađenih zidova te stropa kotla. [1]

Primarni zadatak ložišta je osiguravanje potpunog i pravilnog izgaranja goriva. Kako bi se osiguralo potpuno sagorijevanje, ložište mora biti opskrbljeno dovoljnom količinom zraka i goriva, te pravilnim odvodom dimnih plinova. Sustavi za dovod goriva i zraka te sustav za odvod dimnih plinova su direktno spojeni sa ložištem kotla. [2]

Ložište je obloženo snopom isparivačkih cijevi preko kojih se prijenos topline vrši zračenjem. Podjela ložišta najčešća je na načinu i vrsti goriva koje izgara. Isključivo gorivo u čvrstom agregatnom stanju može izgarati u sloju – krutom ili fluidiziranom. Izgaranje se u krutom sloju odvija na rešetci koja se kreće kroz podnožje ložišta. Kroz rešetku se upuhuje zrak potreban za izgaranje Čestice se u krutom sloju ne gibaju u odnosu na rešetku. [1,3]

Kod izgaranja u fluidiziranom sloju, zrak se upuhuje tolikom brzinom da podiže čestice kvarcnog pijeska i goriva. Kod ovakvog načina izgaranja kvarni pijesak ima funkciju ispunjavanja prostora između čestica goriva radi ostvarivanja boljeg stupnja fluidizacije. U prostoru ložišta moguće je vršiti proces izgaranja goriva u sva 3 agregatna stanja. Tekuće gorivo disperzira se u sitne kapljice, čime mu se povećava površina i olakšava isparavanje. Plinovito gorivo ubacuje se putem sustava gorionika na način da se parcijalno ili u potpunosti miješa sa zrakom radi boljeg izgaranja. Kruti tip goriva poput ugljena potrebno je usitnjiti mljevenjem u fino granuliranu prašinu, koja se, zajedno sa zrakom upuhuje u ložište.

Dio prašine koja nije izgorjela pada na dno ložišta te se lijevkom odvodi do mjesta gdje se sabire pepeo i šljaka. Ukratko, funkcionalno ložište mora osigurati slijedeće [4]:

- što ravnomjernije izgaranje goriva s minimalnim koeficijentom pretička zraka,
- što manje prljanje ogrjevnih površina,
- odgovarajuću proizvodnju pare s obzirom na unesenu količinu goriva,
- veliku sigurnost u radu,
- mogućnost lakog i jednostavnog rukovanja,
- mogućnost brzog reguliranja opterećenja unutar širokog spektra.

2.1 Oprema ložišta

Oprema ložišta namijenjena je da se pomoću nje djelomično ili u potpunosti provede proces sagorijevanja. U osnovne elemente ložišne opreme mogu se uvrstiti slijedeće [3]:

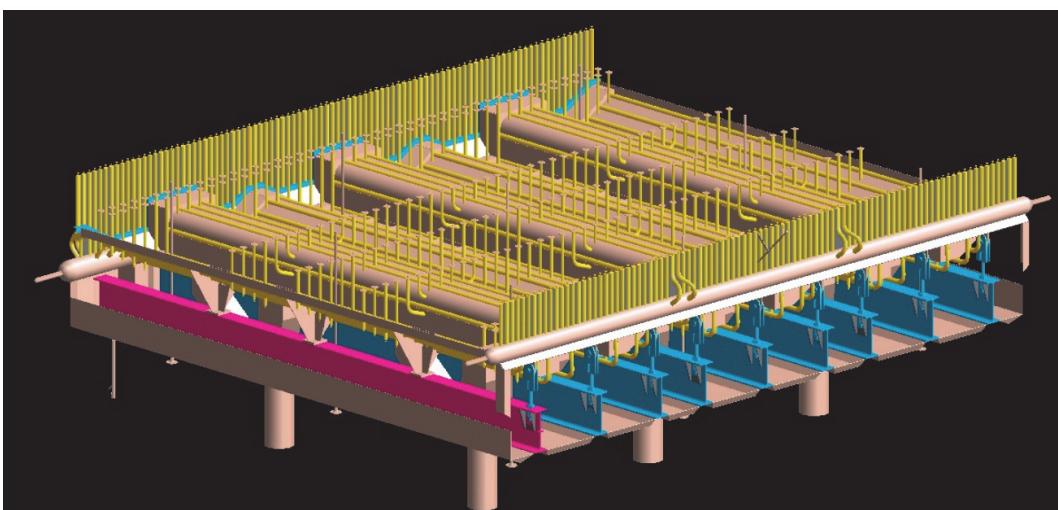
- rešetke (za sagorijevanje čvrstih goriva u sloju),
- ubacivači (putem kojih se ostvaruje kombinirano sagorijevanje čvrstog goriva u sloju i u letu),
- gorionici (pomoću kojih se u ložište uvodi sprešano čvrsto / tekuće / plinovito gorivo),
- uređaj za uklanjanje čvrstih ostanaka nakon procesa izgaranja.

2.1.2 Rešetka ložišta

Vrsta i opseg opreme ložišta prvenstveno će ovisiti o sistemu izgaranja goriva. Rešetke predstavljaju glavnu opremu ložišta za sagorijevanje u sloju, dok gorionici tek parcijalno obavljaju ovu ulogu kod ložišta za sagorijevanje u letu. Funkcija rešetke znatno je veća u odnosu na ulogu koju ima gorionik. Na rešetkama je moguće vršiti sve 4 faze procesa sagorijevanja uz mogućnost regulacije njenog kapaciteta i omjera goriva i zraka.

Količina dodatnog zraka (sekundarni, tercijarni, jezgreni i podni) regulira se pomoću priključaka zraka koje ga upuhuju direktno u struju aeropraha ili u ložište, tj. u plamen, dok se faze procesa sagorijevanja provode dok čestice goriva prolaze kroz ložište.

Ukoliko se polazi od kapaciteta kotla, rešetke se mogu podijeliti na nemehaničke (za kotlove malog kapaciteta i kvalitetno gorivo) te mehaničke (za sve kapacitete kotla za sagorijevanje u sloju i širokog opsega kvalitete čvrstog goriva). Primjer jedne nemehaničke rešetke dan je na slici 1.



Slika 1. Shematski prikaz rešetke ložišta [5]

3 IZGARANJE

Primarna namjena procesa spaljivanja je redukcija mase otpadne tvari (do 75 %) i volumena otpada (do 90 %), čime se ostvaruju uštede prostora na odlagalištima otpada, koja su često vrlo limitirana prostorom [1]

jest drastično smanjenje mase otpada (do 75%) i volumena otpada (do 90%) [1], čime se štedi često vrlo ograničeni prostor na odlagalištima otpada. Izgaranjem otpada uništavaju se neke opasne, nemetalne organske tvari, uništavaju se bakterije i virusi, te je stoga posebno pogodno za zbrinjavanje medicinskog otpada. Najčešće korištena tehnologija za termičku obradu otpada jest izgaranje ukupnog, nerazvrstanog otpada na rešetki (mass-burn). Takvom, nerazvrstanom otpadu potrebno je dodati gorivo koje će mu dodatno povećati ogrjevnu vrijednost otpada. Najčešće se kao dodatno gorivo koristi prirodni plin, ali i ugljen i drvana biomasa, naročito ako se otpad prethodno ne osuši. Rešetka na kojoj otpad izgara može biti izvedena kao ravna, kosa ili stepenasta. Postoji nekoliko varijacija tehnologije izgaranja, te tako osim izgaranja na rešetki postoji izgaranje u rotacijskoj peći i izgaranje u fluidiziranom sloju.

3.1 Izgaranje u fluidiziranom sloju (eng. *Bubbling Fluidized Boiler - B.F.B.*)

Tehnologija izgaranja goriva u fluidiziranom sloju u primjeni je već nekoliko desetljeća, ponajviše za spaljivanje homogenih gotiva tipa sirovi lignit, biomasa i ugljen. Spalionica za ovakvu vrstu goriva izvedena je u obliku vertikalnog cilindra kod kojeg su, u donjem dijelu komore sloj kemijski inertnog materijala (uglavnom kvarni pijesak) na rešetki odnosno ploči koji je fluidiziran sa zrakom. Gorivo na rešetci koje se spaljuje ravnomjerno se ubacuje sa strane odnosno odozgor na fluidizirani sloj. [1]

Uz pomoć priključaka za zrak koji su postavljeni na rešetci ravnomjerno se upuhuje zagrijani zrak tvoreći na taj način fluidizirani sloj s kvarcnim pijeskom ili drugim inertnim materijalom, ponekad s dodatkom vapnenca (slika 2).



Slika 2. Priključci za dovod zagrijanog zraka

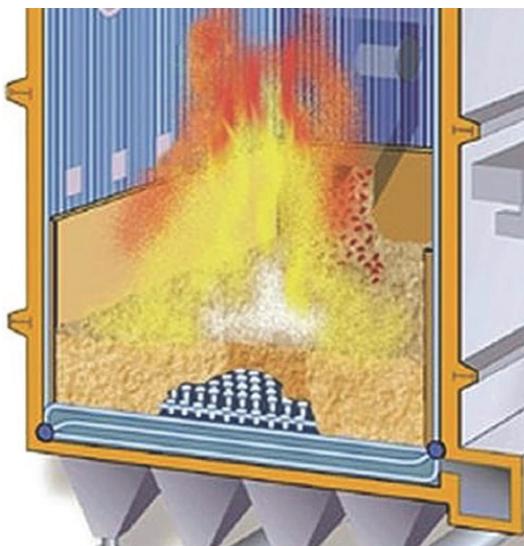
Dobava goriva u ložište vrši se uz pomoć pužnog vijka odnosno pumpe. Zahvaljujući homogenom sastavu otpada i ravnomjernoj distribuciji otpada u fluidiziranom sloju, ovakvi sustavi u pravilu imaju uniformno raspodijeljenu temperaturu i udio kisika, što proces čini stabilnim. Za otpad heterogenog sastava, otpad se najprije mora pripremiti u smislu ujednačavanja veličine čestica u otpadu. Ovaj postupak zahtijeva relativno malu veličinu čestica, često do maksimalno 50 mm promjera čestice. Ovo se može postići mehaničkom obradom.

Prikupljeni biootpad se kompostira ili koristi u procesu anaerobne digestije. Kombinacija dobro pripremljenog i kontroliranog otpada i tehnologije izgaranja u fluidiziranom sloju omogućava napredak u kontroli procesa izgaranja, te za potencijalno jednostavnije, a time i jeftinije pročišćavanje dimnih plinova.

Danas je dostupno nekoliko varijanti ove tehnologije, a razlikuju se u brzini plinova i konstrukciji ploče sa sapnicama [1]:

- Stacionarni (mjehuričasti) fluidizirani sloj: kemijski inertni materijal se miješa, ali uzlazno gibanje krutih čestica nije značajno,
- Vrtložni fluidizirani sloj: jedna od varijanti mjehuričastog fluidiziranog sloja, kod kojeg fluidizirani sloj vrtložno se giba u ložištu, čime se postiže dulji boravak otpada u ložištu,
- Cirkulirajući fluidizirani sloj: veće brzine strujanja plinova u ložištu uzrokuju djelomično odnošenje materijala iz sloja koji se nakon odvajanja čestica neizgorenog goriva i pepela u ciklonskim odvajačima vraća nazad u ložište.

Kako bi proces izgaranja započeo, fluidizirani sloj se mora prethodno zagrijati minimalno na temperaturu zapaljenja otpada koji se ubacuje, ili čak na višu temperaturu. Ovo se postiže predgrijavanjem zraka koristeći uljne ili plinske plamenike, koji se gase tek kada izgaranje postane samoodrživo (slika 3). U pravilu se veći dio pepela odnosi s dimnim plinovima, te ga je kasnije potrebno izdvojiti iz dimnih plinova. Udio pepela koji se zadržava na dnu fluidiziranog sloja ovisi o samoj tehnologiji i o sastavu otpada, te parametrima procesa [1].



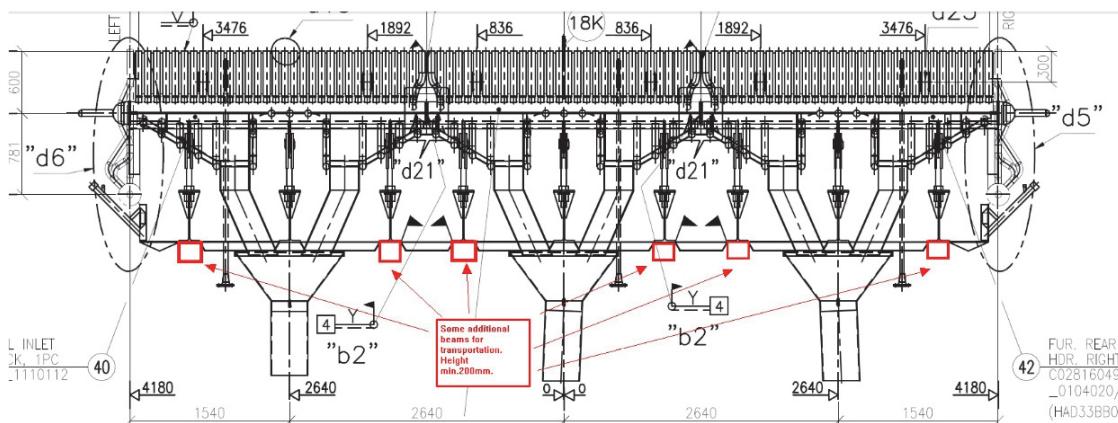
Slika 3. Proces izgaranja goriva u mjehuričastom sloju [6]

4 TEHNOLOŠKI SLIJED IZRade REŠETKE LOŽIŠTA

Sa stajališta izrade, rešetka ložišta predstavlja kompleksan skup dijelova, koji se zbog lakše izrade, a kasnije i transportiranja dijeli na transportne cjeline.

Svaka transportna cjelina sastoji se od sljedećih dijelova (slika 4):

- pod ložišta,
- oslonci i navareni dijelovi,
- lijevci pepela,
- komore zidova,
- membranski panel prednjeg i stražnjeg zida.



Slika 4. Shematski prikaz rešetke ložišta

4.1 Pod ložišta i paneli (prednji i stražnji zid)

Membranski zid definira se kao spoj cijev – traka – cijev dobiven automatskim EPP procesom zavarivanja materijala (cijevi, trake / limova) definiranih standardom ISO 15608. Materijali 1.grupe (P235GH, P265GH, 16Mo3, S235, S275) i 5. grupe (13CrMo4-5, 10CrMo9-10) najčešće su zastupljeni materijali za izradu membranskih zidova. Priprema i kalibracija trake za membransko zavarivanje prvi je korak kod membranskog zavarivanja. Kalibracija trake provodi se između valjaka s ciljem osiguravanja definiranog koraka (udaljenost između simetrale dvije cijevi).

Nakon kalibracije, traka se odvodi do stroja za zavarivanje pod zaštitom praha (EPP stroj). Nakon završetka zavarivanja potrebno je provesti kontrolu (vizualnu i dimenzijsku) membranskog panela kako bi se utvrdilo da li je tijekom procesa zavarivanja došlo do pojave defekata u vidu nezavarenog dijela zida, propaljenja i sl. te da li je uslijed unosa topline u strukturu materijala došlo do skupljanja materijala (tkz. tolerancija u minus).

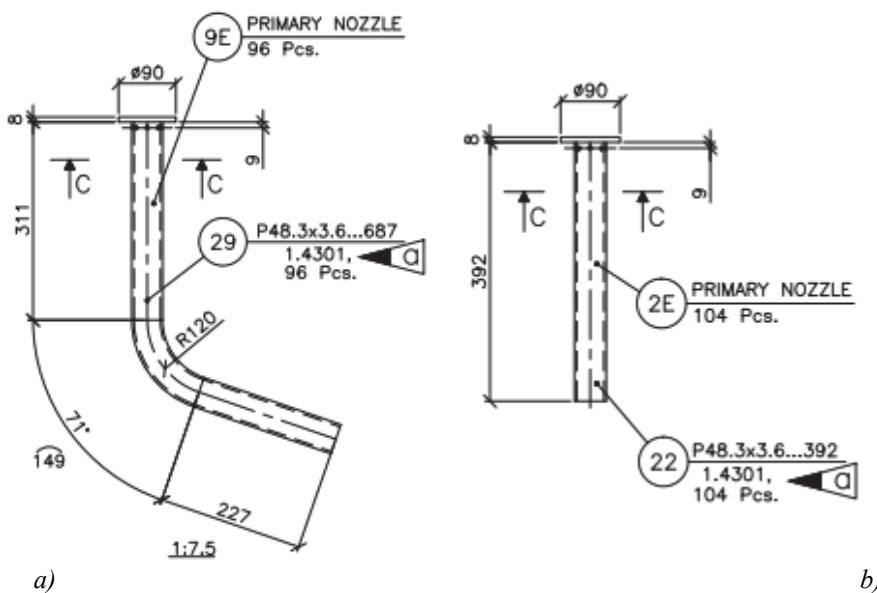


Slika 5. Membranski paneli poda rešetke

4.2 Priključci zraka (ravni i savijeni)

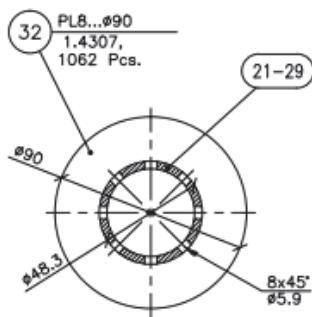
Priključak zraka sastoji se od dva dijela: poklopca i tijela priključka. Za rešetku zraka koriste se dva tipa priključaka zraka (slika 6): ravni i savijeni priključak. U ovisnosti o definiranom položaju na rešetci primjenjivati će se odabrani tip priključka.

Tijelo priključka zraka dobiva se na način da se iz cijevi potrebnog promjera i debljine stjenke režu na pili na dužinu definiranu tehničkim crtežom. Prilikom rezanja cijevi za savijene priključke u obzir je potrebno također uzeti i dodatak za savijanje, tako da nakon što su savijene dimenzijski odgovaraju.



Slika 6. Detalj izrade priključka zraka: a) savijeni; b) ravnii

Na odrezanom tijelu priključka potrebno je izbušiti otvore kroz koje će tijekom rada unutar ložišta se upuhivati zagrijani zrak radi povećanja stupnja fluidizacije. Detalj bušenja otvora na priključcima zraka prikazan je na slici 7.



Slika 7. Detalj bušenja otvora na priključcima zraka

Poklopac priključka zraka izrađuje se ispaljivanjem iz lima na stroju za rezanje plazmom. Tijelo priključka i poklopac zatim se zavaruju TIG procesom zavarivanja, te se provodi kontrola kvalitete zavarenog spoja (VT i PT). Primjer gotovog priključka zraka dan je na slici 8.



Slika 8. Savijeni priključci zraka sa zavarenim poklopcem

4.3 Navareni dijelovi i oslonci

Na slici 9 prikazan je dio navarenih dijelova koji se primjenjuju za montiranje rešetke. Navareni dijelovi su pozicije izrađene ispaljivanjem iz plahte lima na plazma rezaču. U ovisnosti o poziciji na crtežu, navareni dijelovi mogu biti konstrukcijski jednostavniji i sastoje se iz jednog komada, odnosno složeniji nastali spajanjem više različitih komada.



Slika 9. Navareni dijelovi rešetke

Oslonci rešetke proizvode se rezanjem i obradom I profila na traženu dužinu. U kasnijim fazama montaže, na proizvedeni oslonac zavarivati će se pozicije iz lima tipa uške za podizanje.

4.4 Komore prednjeg i stražnjeg zida rešetke

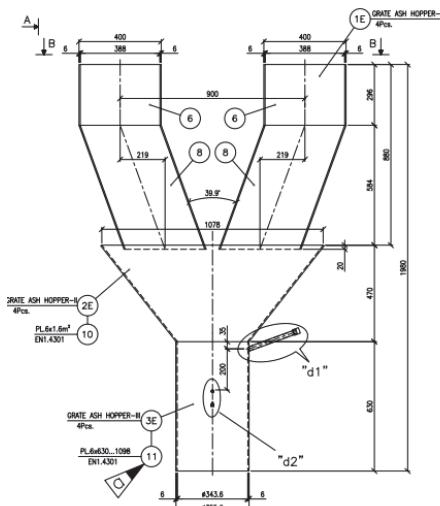
Komora za prednji i stražnji zid rešetke izrađuje se iz tri manje komore koje će se međusobno povezati zavarivanjem na gradilištu. Komoru je potrebno na pili odrezati na traženu dužinu definiranu tehničkim crtežom. U slijedećem koraku, komoru je potrebno izbušiti na obradnom AXA-VHC3-XTS50 gdje se u upravljačku jedinicu unosi G-kod pisan u Shop Mill software-u. Za potrebe izrade programa, na crtežima je potrebno razviti plašteve sa dimenzijama prvrta koje je potrebno izraditi te njihova pozicija na komori. Pored bušenja, na obradnom centru se također izvode i obrade krajeva cijevi. Priprema krajeva cijevi se vrši za potrebe sučeonog zavarivanja komora (slika 10).



Slika 10. Priprema komora

4.5 Lijevcu pepela

Lijevcu pepela predstavljaju netlačni dio kotla smješten ispod rešetke. Funkcija lijevaka je odvođenje otpadnog pepela nastalog sagorijevanjem u sabirnicu iz koje će naknadno biti uklonjen iz sustava kotla. Lijevcu su u cijelosti izrađeni od lima; pozicije se ispaljuju na stroju za rezanje plazmom. Ispaljene pozicije zatim se međusobno povezuju TIG procesom zavarivanja (slika 11).



Slika 11. Shema lijevaka pepela

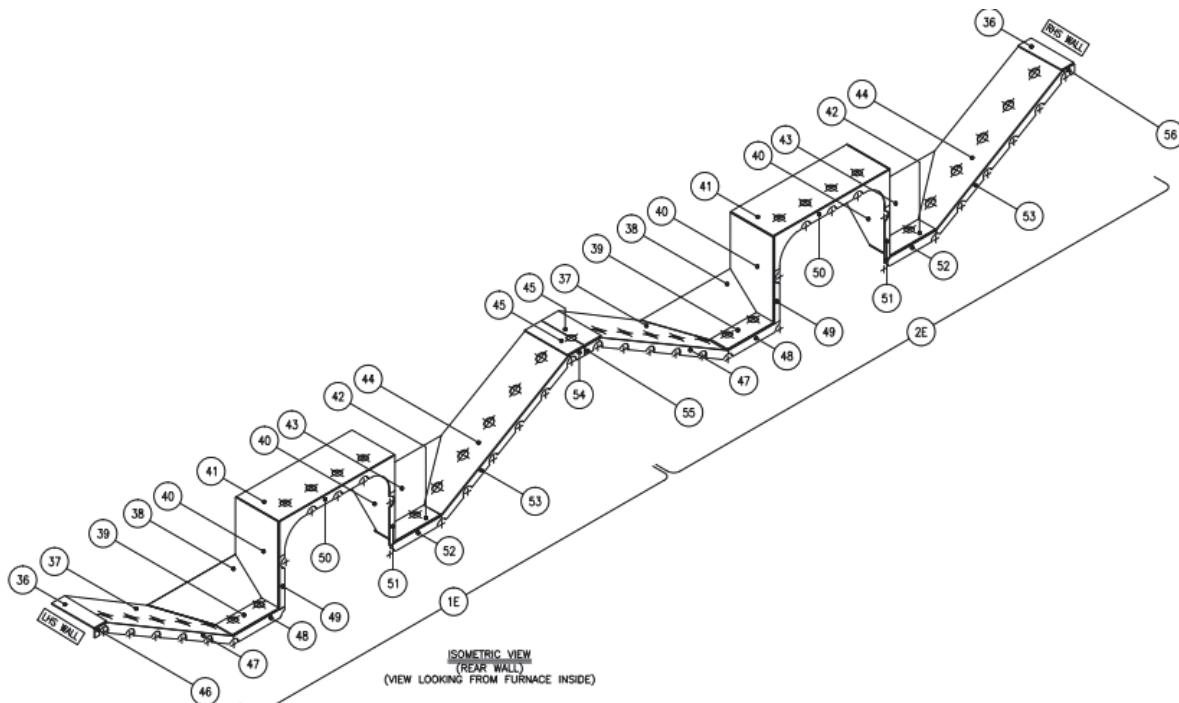
4.6 Radionička montaža rešetke ložišta

Prije nego li se započne sa sastavom rešetke, potrebno je izvršiti pripreme radnog mjesta. Oslonci rešetke postavljaju se na poviseno mjesto radi lakšeg rukovanja. Kada se postave grede oslonaca provodi se njihovo nivелiranje i sastav vijčanim spojem (slika 12.)



Slika 12. Niveliranje i sastav oslonaca vijcima

Na učvršćene oslonce u slijedećem koraku postavljaju se ravni i savijeni paneli poda koji se zatim zavaruju kako bi se formirao pod rešetke (slika 13).

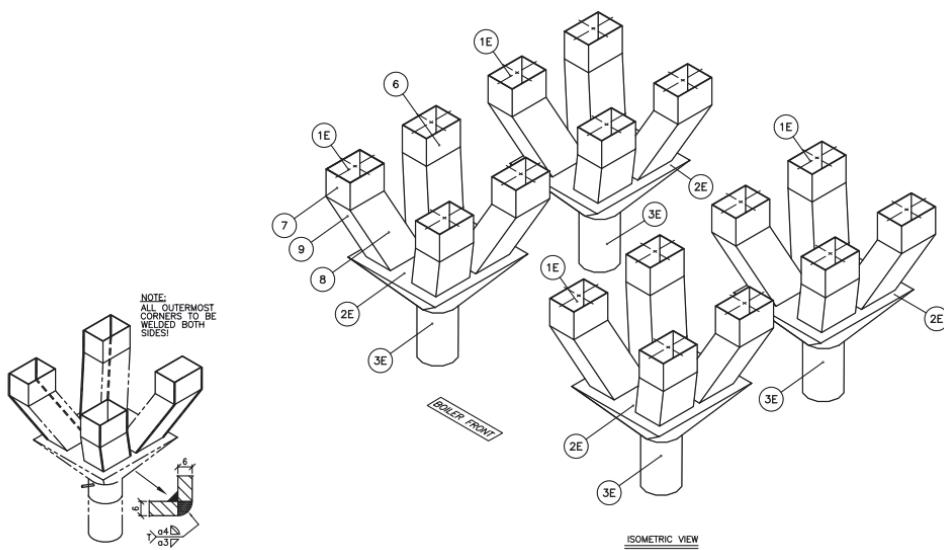


Slika 13. Raspored ugradnje ravnih i savijenih panela poda rešetke

Nakon što je postavljen i formiran pod, pristupa se ugradnji prednjeg i stražnjeg zida rešetke na komore. U slučaju opisanom u ovom radu, rešetka ložišta sastavljena je od tri transportne cjeline, što znači da će imati sveukupno šest ugrađenih komora: tri sprijeda i tri straga. Prije zavarivanja segmenta membranskog zida na komoru potrebno je napraviti pripremu krajeva kako bi se mogao ostvariti zavareni spoj cijev – komora. Zavarivanje spoja cijev – komora izvodi se primjenom TIG procesa zavarivanja.

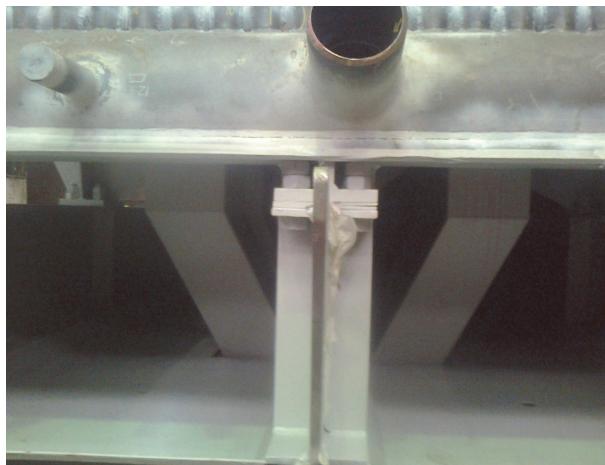
Medufazna kontrola za ovakav tip spoja provodi se u opsegu od 10% s rendgenom, kao što je definirano planom zavarivanja. Isti opseg aktivnosti provodi se i za zavarivanje stražnjeg zida rešetke.

U slijedećem koraku, nakon postavljanja membranskih zidova zavaruje se traka i ostatak netlačnog dijela opreme iz lima poput lijevaka pepela, posuda i sl. Raspored postavljanja lijevaka pepela prije početka zavarivanja za pod rešetke dan je na slici 14.



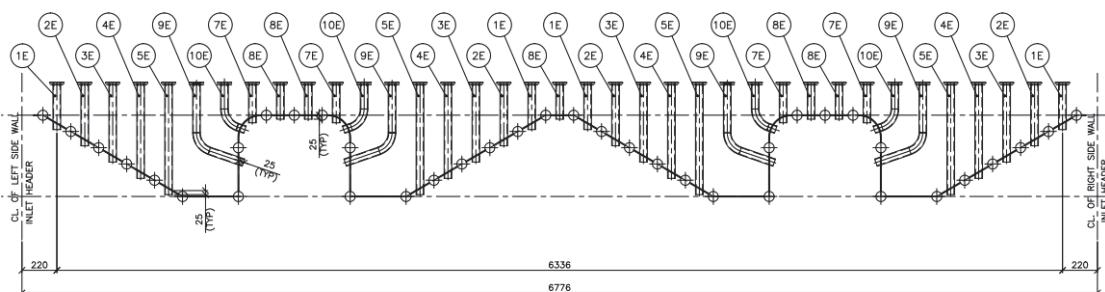
Slika 14. Raspored lijevaka pepela za zavarivanje na pod rešetke

Lijevci pepela izrađeni su od bijelog lima i zavaruju se primjenom TIG procesa zavarivanja. Primjer zavarenih lijevaka prikazan je na slici 15.



Slika 15. Zavarivanje lijevaka na panele poda rešetke

Prije nego se pristupi zavarivanju priključaka za zrak, na dnu rešetke potrebno je označiti mjesto gdje će se priključak zavariti. Na označenom mjestu dna uz pomoć plazme ili magnetskom bušilicom ispaljuju se otvor na kojima će se primjenom TIG procesa zavarivati priključci zraka (slika 16).



Slika 16. Shema postavljanja ravnih i savijenih priključaka zraka

Prilikom postavljanja priključaka (i ravnih i savijenih) potrebno je voditi računa da budu postavljeni i zavareni svi na istoj elevaciji pošto je visinska tolerancija dosta stroga (± 3 mm). Prikaz zavarenih priključaka na rešetci ložista prikazan je na slici 17. Po završetku zavarivanja priključaka provodi se kontrola zavarenog spoja (vizualna, MT, PT).



Slika 17. Zavareni i nivelirani priključci zraka

5 AKTIVNOSTI KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE

Da bi se osigurala primjerena kvaliteta zavara aktivna kontrola kvalitete uključena je u svim fazama proizvodnje. Od izrade tehničke dokumentacije, tehnoloških procesa pa sve do same otpreme gotovog dijela na gradilište. Za vrijeme proizvodnje izvode se dimenzijske kontrole, provjere mehaničkih i strukturnih svojstava, nerazorna ispitivanja, provjera atesta materijala, osiguranje atesta zavarivača itd.

Sav sirovi materijal, poluproizvodi i komponente, mora se prekontrolirati ulaskom na skladište ili gradilište, pri čemu se provode kao minimum slijedećih ispitivanja:

- vizualna kontrola – u slučaju eventualnih oštećenja
- kontrola dimenzija
- ispitivanje kompletnosti ili cjelovitosti
- mjerna kontrola metodom uzorkovanja
- usporedba oznaka na materijalu sa popratnim dokumentima – atesti, brojevi šarži i žigovi proizvođača
- ispitivanje u svrhu sprječavanja zamjene materijala
- kontrola bez razaranja i s razaranjem,
- utvrđivanje kakvoće i stanja isporuke materijala.

Nakon zavarivanja kontrola kvalitete ima zadatak provjere kvalitete ostvarenog zavarenog spoja. Ova ispitivanja se izvode bez razaranja i koriste se sljedeće metode: vizualna, dimenzijska, magnetom, penetranti itd.

5.1 Finalne aktivnosti

Zavareni priključci zraka predstavljaju posljednji segment rešetke koji je potrebno zavariti na konstrukciju. Preostali radovi na rešetci uglavnom su dorađivanje eventualnih grešaka, čišćenje i ispuhivanje komprimiranim zrakom kako bi se prašina, nečistoća i sl. uklonili s nje. Po provedbi dimenzijske i vizualne kontrole, rešetka se rastavlja na transportne cjeline koji se zatim zaštićuju od korozije bojanjem (slika 18).



Slika 18. Priprema za provođenje antikorozivne zaštite rešetke

Nakon što se obojana rešetka osuši, provodi se finalna kontrola kvalitete. Upravo na obojenim segmentima sve nepravilnosti se lakše mogu uočiti i ukloniti. U slučaju da nema potrebe za dodatnim reparaturnim radovima, potrebno je još samo izmjeriti debljinu sloja boje koja mora biti minimalno $25 \mu\text{m}$, a svako eventualno odstupanje u debljini mора

biti unutar definiranih tolerancija. Završenu rešetku potrebno je još samo pripremiti za prijenos na transportno sredstvo (slika 19).



Slika 19. Priprema za transport

6 ZAKLJUČAK

U radu je prikazan tehnološki postupak izrade rešetke ložišta kao jednog od značajnih segmenata kotlovnog postrojenja. Industrijska revolucija prije više od 2 stoljeća dovela je do naglog i ubrzanog razvoja tehnologije, povećanja stupnja produktivnosti i proizvodnje novih vrsta proizvoda, što je rezultiralo sve štetnjim utjecajem na okoliš.

Tehnologija izgaranja goriva na rešetki trenutno predstavlja jednu od najraširenijih tehnologija termičke obrade otpada (bilo komunalnog, bilo prirodnog – biomase), a svoju primjenu nalazi više od jednog stoljeća. Jak razvoj metoda za pročišćavanje dimnih plinova prilikom izlaska iz kotla, što je također doprinijelo održanju ove tehnologije u vremenu kada su sve rigorozniji zahtjevi na emisiju ispušnih plinova i utjecaj na okoliš.

Tehnološki postupak izrade navedenog proizvoda sastoji se od niza tehnologija, od kojih zavarivanje igra važnu ulogu. Proces zavarivanja predstavlja jednu od najvažnijih tehnika spajanja materijala koji su izloženi djelovanju agresivnog medija, promjenjivog opterećenja, visokim ili niskim temperaturama i tlakovima i sl.

7 REFERENCES

- [1] Kirac, Milan; Tehno-ekonomska analiza postrojenja za energetsku uporabu komunalonog otpada, završni rad, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, 2008.
- [2] Soldo, Slaven; Tehnološki proces izrade membranskog cjevovodnog zida kotlovnog postrojenja; diplomska rad, Slavonski Brod, Sveučilište J.J. Strossmeyera u Sl. Brodu, 2016.
- [3] Đurić, Vojislav, Parni kotlovi – posebna poglavlj, Beograd, Beogradski grafički izdavački zavod, 1973.
- [4] Musulin, Nemanja; Matematički model generator pare, završni rad, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, 2017.
- [5] Interna dokumentacija tvrtke ĐĐ TEP, 2011.
- [6] Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, European Commission, 2006. (<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>), 10.09.2019.
- [7] <https://www.powermag.com/fbc-control-strategies-for-burning-biomass/?pagenum=2>, 10.09.2019.