

TEHNOLOGIJA IZRADE GORNJEG DIJELA CIKLONA

Technology procedure for cyclone upper part manufacturing

Ivan Opačak¹, Valnea Starčević², Ivan Putnik¹, Almir Rebronja¹, Turgay Özkan³

¹ Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Sveučilište J. J. Strossmeyera u Slavonskom Brodu,

² Đuro Đaković Termoenergetska postrojenja, Dr. Mile Budaka 1, Slavonski Brod,

³ Sakarya University, Kemalpaşa Mahallesi Üniversite Cd. Esentepe Kampüsü

Ključne riječi: kotlovska postrojenje, ciklon, kružna komora, cijevni paneli, zavarivanje, kontrola kvalitete

Key words: boiler plant, cyclone, ring header, tube panel, welding, QC

Sažetak:

U suvremenom svijetu, kotlovska postrojenja svoju primjenu su našla unutar brojnih grana industrije, od kojih se ponajviše ističe energetika. Vrsta goriva koja sagorijeva u ložištu predstavlja jedan od signifikantnijih kriterija podjele kotlova. Tijekom procesa gorenja, određeni postotak čestica pepela, ugljena i sl. ne sagorijeva u ložištu, nego dalje prolazi kroz kotao formirajući slojeve naslaga na ogrjevnim površinama poput pregrijača i membranskih zidova, čime u konačnici smanjuje učinkovitost kotla. Problem prekomjernog taloženja neizgorelih čestica goriva na ogrjevnim površinama riješio se povezivanjem ložišta s ciklonom, kao dodatnog dijela kotlovske postrojenja. Ulaskom dimnog plina u ciklon, plin se zarotira i povećava mu se brzina, a nesagorjele čestice padaju na dno ciklona, gdje se vrši njihov povrat u ložište.

U radu biti će predstavljen tehnološki proces izrade separatora čvrstih tvari – ciklona, s posebnim osvrtom na tehnologiju zavarivanja. Zbog kompleksnosti kao i velikog broja elemenata, rad će se ograničiti samo na izradu gornjeg dijela ciklona, a u zadnjem dijelu rada biti će prikazan sklop gornjeg i donjeg dijela u jednu cjelinu. Uz detaljan opis procesa izrade, također su opisane metode kontrole kvalitete zavarenog spoja te finalne aktivnosti.

Abstract:

In the modern world, boiler power facilities have found their application within numerous branches of industry, and especially in energetics. Type of fuel combustion in furnace represents one of the significant criteria of boiler division. During the process of combustion, a certain amount of ash -, coil – and another articles are not combusting into the furnace, then going further through the boiler

forming the layers on a heating surface such as superheaters, membrane walls, etc., resulting with decreased efficiency of the boiler.

The problem of excess layering of unburnt fuel particles on heat surfaces is solved with connecting of the furnace with cyclone, like an additional part of the boiler. By entering the flue gas into the cyclone, the flue gas is being rotated and increases its speed, and unburnt particles are falling at the bottom of the cyclone, where are then returning into the furnace. In this paper manufacturing process of solid matter separators – cyclone is shown, with special reference to the welding technology. Due to its complexity as well as a large number of elements, this paper will be limited just on the manufacturing of upper part of the cyclone, and in the final part of work, assembly of the upper and lower part of the cyclone in one unit will be shown. In addition to the detailed description of the process, the methods for controlling the quality of the welded compound and the final activity will be also described.

1 UVOD

U izvornom smislu, parni kotao predstavlja objekt u kojemu, toplinska energija dobivena gorenjem goriva preko ogrjevnih površina prenosi na radni medij koji koji u njemu isparava i čija se para pregrijava do određene temperature [1].

Koncept parnog kotla uključuje složen sustav za proizvodnju pare, uključuje različite faze prijenosa topline na ogrjevne površine kao što su ekonomajzer, pregrijači, zagrijači zraka. Također uključuje i razne pomoćne sustave kao što su dobava goriva, tretman vode, kanali za dimne plinove, sustav za čišćenje, sustav za odvodnju vode i nečistoća. Toplina se generira u ložišnom dijelu kotla, gdje se nalazi gorivo koje uz pomoć puhača zraka sagorijeva. Gorivo koje se koristi može biti ugljen, otpad biomasa.

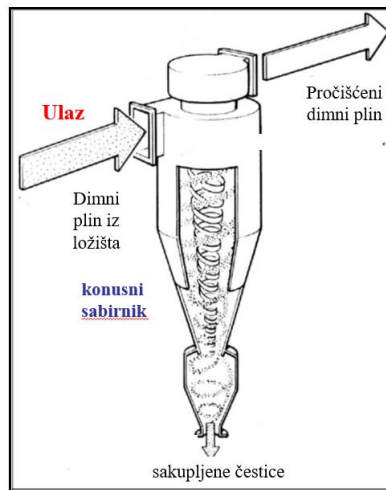
Zbog izraženog problema prilikom sagorijevanja goriva poput ugljena razvijeni su kotlovi s ciklonom. Sagorijevanje ugljena kod kotlovskeg postrojenja s ciklonom ima svoje prednosti i nedostatke kao što su velika potrošnja energije i čelika, veliki gabariti, velika koncentracija letećeg pepela u dimnim plinovima što povećava abraziju i pojačava prljanje ogrjevnih površina [2].

2 CENTRIFUGALNI SEPARATOR KRUTIH ČESTICA - CIKLON

Kao što je već navedeno, način i izvedba kotlovskeg postrojenja ovisiti će o mnogo kriterija, od kojih je značajan vrsta goriva koja izgara unutar ložišta. Prilikom sagorijevanja goriva tipa ugljen, određeni postotak čestica pepela, ugljena prašina i sl. ne će izgorjeti u ložištu, nego će, kao jedan od

sastojaka dimnih plinova cirkulirati dalje kroz sustav kotla taložeći se na ogrjevnim površinama i izlazeći iz sustava u vidu otpadnih plinova u atmosferu.

Problem taloženja čestica čvrstih tvari može se riješiti ugradnjom centrifugalnog separatora – ciklona .. Izvedba kotlovskeg postrojenja s ciklonom je takva da, ložište se spaja s ciklonom, na način da prilikom izgaranja, čestice koje nisu izgorjele unutar ložišta provlače se kroz vrtložnu komoru ciklona. Djelovanjem centrifugalne sile usred strujanja plina, krute čestice se odvajaju, udaraju u stjenku ciklona gubeći na taj način svoju kinetičku energiju i padaju na dno ciklona – sabirnik (slika 1).



Slika 1. Shematski prikaz rada ciklona [3]

Pri vrhu ciklona dolazi do odvajanja krupnijih od sitnijih čestica, gdje veće čestice se odvajaju na vrhu a sitnije pri dnu, s obzirom da je na dnu ciklona brzina strujanja dimnih plinova veća u odnosu na vrh. Dimni plin iz kojeg su separirane čestice diže se kroz cijev koja prolazi kroz središte ciklona i ispušta dimne plinove u atmosferu, odnosno na dalje pročišćavanje. Krute čestice odvoje se iz sabirnika kontinuirano ili diskontinuirano nazad u ložište gdje proces sagorijevanja ponovno započinje..

3 TEHNOLOŠKI PROCES IZRADA GORNJEG DIJELA CIKLONA

Zbog lakše izrade i kasnijeg transporta, ciklon se dijeli na dva dijela: gornji i donji dio. Gornji dio ciklona sastoji se od [4]:

- kružna komora gornjeg dijela ciklona,
- savijene cijevi krova,
- cilindrični membranski zid,
- membranski otvor,
- konusni dio gornjeg dijela ciklona.

3.1 Kružna komora gornjeg dijela:

Sukladno definiciji iz norme HRN EN 12952 – 3: Vodocijevni kotlovi i pomoćne instalacije - 3. dio: onstrukcija i proračun dijelova pod tlakom u polju kotlogradnje, cijevna komora se definira kao cijev čiji minimalni vanjski promjer iznosi $\varnothing 76,2$ mm sa minimalno tri priključka, čije simetrale se ne će podudarati sa simetralom komore. [5]

Zbog izuzetno agresivnih uvjeta tijekom perioda eksploatacije kotla, izbor odgovarajućeg materijala za izradu kotla predstavlja veoma važnu odluku. Odgovarajućom selekcijom materijala za svaki od segmenata kotla navedene pojave mogu se umanjiti odnosno izbjeći.

Kružna komora gornjeg dijela ciklona sastavljena je od više (uglavnom 5 komada) toplo valjanih, toplo savijenih komora koje se međusobno spajaju procesom zavarivanja. Normom HRN EN 10216-2: Bešavne čelične cijevi za rad pod tlakom; Tehnički uvjeti isporuke – II.dio: cijevi od legiranih i nelegiranih čelika sa specifičnim svojstvima na povišenoj temperature definiraju se tehnički uvjeti isporuke bešavnih cijevi kružnog promjera – komora na temelju koje se vrši ulazna kontrola dostavljenog materijala, što također uključuje i dodatke za atestiranje postupka savijanja (eng. BPQR) kao i nužne dodatke za savijanje na svim komorama koje će se naknadno primjenjivati.

Nakon provedene kontrole materijala prilikom zaprimanja na skladište, slijedeći korak je savijanje. Zbog velikih debljina stjenki komore obično savijanje na hladno, koje se primjenjuje na cijevima nije moguće. Savijanje komora na toplo definirano je standardom HRN EN 12952 – 5, a zatim se provodi toplinska obrada za popuštanje (potencijalnih) zaostalih napetosti unutar strukture materijala komore. [4,5]

U slijedećem koraku, komore se režu na mjeru, krajevi komora se obrađuju sukladno izabranom detalju zavarivanja. Tolerancija ravnosti kružne komore iznosi ± 5 mm: ostale tolerancije definirane su prema crtežom ISO 2768 – mK – E i ISO 13920 – BF, ali tolerancija radijusa savijanja na krajevima dijelova treba biti unutar $\pm 1,5$ mm, odnosno, maksimalno smaknuće unutarnjeg promjera cijevi na sučeonom spoju sukladno HRN EN 12952 – 5 može biti 1,5 mm. Odstupanje po ostalom dijelu luka može smije biti maksimalno ± 5 mm. Kako bi se dokazala korektnost dimenzija savijanja, provodi se probna montaža komora na ocrtu.

Uz provjeru točnosti dimenzija savijanja, tijekom probne montaže komora vrši se bilježenje rupa za bušenje, međufazna kontrola i označavanje dijelova čeličnim brojevima na sučeonom spoju.

Na naznačenim mjestima na komori buše se rupe te vrši priprema krajeva za zavarivanje priključaka i savijenih cijevi krova. Kako bi se postigao što kvalitetniji zavareni spoj, ali i reduciralo vrijeme potrebno za zavarivanje pripajanje priključaka sa komorom provodi se automatskim strojevima za orbitalno zavarivanje. [4]



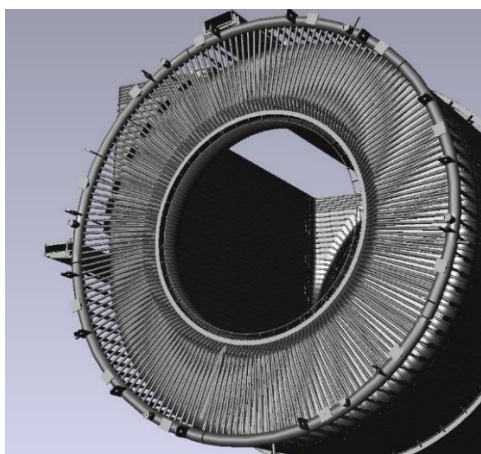
Slika 2. Pripoj komora

Kako bi se postigao što kvalitetniji zavar, ali i reduciralo vrijeme potrebno za zavarivanje pripajanje priključaka sa komorom provodi se automatskim strojevima za orbitalno zavarivanje. Zavarivanje cijevnih priključaka izvodi se ručnim postupcima TIG za zavarivanje korijena zvara i REL postupkom za popunjavanje žlijeba zvara. TIG zavarivanjem se ostvaruje kvalitetno izrađen korijen, ali zbog male brzine zavarivanja se ne koristi za popunu žlijeba. REL postupkom zavarivanja, koje je mnogo brže, ostvaruje se kvalitetna popuna žlijeba. Međutim, ne postiže se zadovoljavajuća kvaliteta zvara korijena (slika 3).



Slika 3. Savijena komora s priključcima

Konačni izgled kružne komore gornjeg dijela prikazan je na slici 4.



Slika 4. Priprema krajeva za zavarivanje na rupama komore

3.2 Cilindrični membranski 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. [5]

Zbog (uglavnom) velikih gabarita, membranske zidove nije moguće izraditi iz jednog komada, nego se uglavnom sklapaju iz više manjih segmenata, koji svojim dimenzijama su pogodniji za izradu na stroju. Iako će se u kasnijim fazama montaže i pripreme za transport membranski zid opet isjecati na manje transportne cjeline, segmenti membranskog zida međusobno se spajaju kako bi se moglo izvršiti pravilno pozicioniranje i uskladiti svi odnosi između elemenata koji ulazu u sastav zida.

Membransko zavarivanje započinje s pripremom i kalibracijom trake točno određene debljine. Traka iz valjaonice dolazi namotana na kolut i kako bi se ostvario traženi korak definiran tehničkom dokumentacijom. Nakon prolaska trake kroz valjke kalibratora, kreće se sa zavarivanjem cijevi i trake sve dok se ne ostvari traženi broj cijevi u panelu. Nakon završetka zavarivanja, provodi se međufazna kontrola (vizualna) kvalitete zavarenih spojeva.

Kako bi membranski zid dobio svoj konačni cilindrični oblik potrebno ga je zagrijati i stegnuti na krajevima zida koji su okomiti na cijevi membranskog zida, uz provjeru točnost . Trake koje se naručuju trebaju biti toplo valjane, izrađene u skladu sa normom DIN EN 10048 / EN 10025). U slučaju da su hladno valjane, postavlja se dodatni zahtjev da budu u normaliziranom stanju. Prilikom naručivanja potrebno je uzeti u obzir i skupljanje trake prilikom zavarivanja što u konačnici ima utjecaj na tolerancije cijelog membranskog zida.

Membranski zid zbog svojih dimenzija nije moguće izraditi u jednom komadu, stoga se izrađuju manji segmenti koji se ukupnjavaju u cjelinu. Iako se na kraju zid ponovno isjeca na transportne cjeline, potrebno je zid izraditi u komadu radi pravilnog pozicioniranja i odnosa između elemenata. Membranski zid se prvo zavaruje u 8 – cjevni panel te se potom ukupnjuje u 16 – cjeve. Membranski zid da bi dobio svoj cilindrični oblik se savija tako da se toplinski zagrijava te steže na krajevima zida koji su okomiti na cijevi membranskog zida. Nakon savijanja provjerava se točnost dimenzija i je li potrebna korekcija savijenog panela (slika 5.).



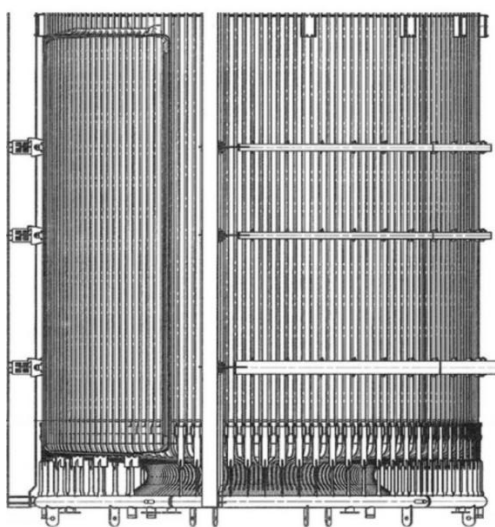
Slika 5. Savijeni membranski zid

3.2.1 Ukрупnjavanje panela gornjeg cilindričnog dijela ciklona

Ukрупnjavanje membranskog zida nastavlja se sve dok ne nastane šesnaesterocijev. U slijedećem koraku vrši se pripoj nastalog membranskog zida s gornjim dijelom ciklona (savijenim cijevima krova) prema slijedećoj proceduri. Krajevi traka i membranskih cijevi se markiraju, a zatim uz pomoć brusilice režu i vrši se priprema krajeva za sučeono zavarivanje.

Prije nego što se pristupi procesu zavarivanja, komprimiranim zrakom potrebno je ispuhati cijevi kako bi se uklonile prašina, metalna špena i ostale nečistoće koje se tijekom stajanja cijevi mogu uvući u njezinu unutrašnjost. Zatim se na već ranije izrađeni podsklop kružne komore sa cijevima krova, navarenim dijelovima i osloncima ugrađuju cijevi šesnaesterocijeva. [4]

Prilikom cijelog procesa ukрупnjavanja gornjeg dijela ciklona predmontaža se vrši na šabloni, kako bi se održale dimenzije, tolerancije i oblik ciklona. Prije nego li se krene s sučeonim zavarivanjem provodi se međufazna dimenzijska i vizualna kontrola budućih zavara te zadnje pripreme za zavarivanje. Nakon zadovoljavajuće kontrole, vrši se zavarivanje sučeonih spojeva traka – traka te cijev – cijev sukladno odgovarajućim planovima zavarivanja te međufazna kontrola nakon provedenog zavarivanja (DT, MT/PT, RT. VT).



Slika 6. Spoj membranskog zida s kružnom komorom i savijenim cijevima krova [4]

Bandaže, kutije i ostali navareni dio (limarija) zatim se zavaruju na postojeći sklop (slika 6) te ispituju prema planu zavarivanje. Po završetku zavarivanja netlačnog dijela opreme slijedi dotjerivanje kompletne konstrukcije u vidu rezanja membranskog dijela za ugradnju cijevi, ugradnje i pripoja savijenih cijevi i koljena otvora (jedna po jedna), sučeonog zavarivanja spoja cijev – cijev, kutnih zavara brtvenih limova te zavarivanja igli za izolaciju i štiftova za držanje izolacije.

Gornje krajeve cijevi i trake potrebno je obilježiti na mjeru kako je definirano sklopnim crtežom. Kako bi se spriječio upad čestica metala tijekom rezanja, ispod linije rezanja cijevi ubacuje se čep sa žicom.

3.3 Membranski otvori

Otvori na membranskim zidovima također se izrađuju procesom savijanja cijevi izrezanih na definiranu duljinu (uz dodatak tehnološkog dodatka za savijanje). Nakon što su cijevi otvora savijene, na membranskom zidu potrebno je izvršiti rezanje segmenta zida na kojemu će se ugraditi otvor. Na dijelu zida gdje su predviđeni otvori vrši se priprema krajeva za zavarivanje te ugrađuju i pripajaju savijene cijevi (spoj cijev – cijev) jedna po jedna.

U kasnijoj fazi ukрупnjavanja membranskog panela cijevi otvora pokrivaju se limenim kutijama koje štite cijevi otvora tijekom transporta i eksploatacije kotla. Za izradu raznih brtvenih limova šablone se izrađuju prema potrebnim dimenzijama, a zatim provodi dimenziona kontrola i priprema za tavarivanje. Nakon što je izvedeno zavarivanje zavarivanje sučeonih spojeva cijev - cijev i kutni zavar brtvenih limova, sukladno planu zavarivanja provodi se slijedeća ispitivanja:

- VT, DT, MT/PT, RT ispitivanje i kontrola zavarenih spojeva,
- zavarivanje štiftova i iglica za držanje izolacije.
- kontrola, vizualno – dimenzionalna.
- čišćenje svih oštećenja,
- završna kontrola dimenzija, čistoće izvana i iznutra,
- dotjerivanje kompletne konstrukcije.



Slika 7. Ugradnja membranskih otvora

3.4 Savijene cijevi krova

Cijevi predstavljaju vrlo zastupljeni profil u strojarstvu: bilo kao dio konstrukcije, bilo kao sredstvo kroz koje struji razni mediji. Kako bi cijev mogla izvršiti predviđenu funkciju, potrebno ju je obraditi različitim tehnološkim postupcima oblikovanja deformacijom. Savijanje je jedan od najčešće primjenjivanih procesa oblikovanja metala deformacijom u metaloprerađivačkoj industriji.

U ovisnosti o promjeru, debljini stijenke cijevi koje je potrebno obraditi te u ovisnosti o stupnju deformacije, proces savijanja može se vršiti na toplo i na hladno.

Zbog relativno male debljine stijenke, cijevi za krov savijaju se na CNC stroju na hladno. Prije početka procesa, potrebno je provjeriti stanje površine kalupa koji će se primjenjivati za savijanje – ukoliko površina alata nije besprijekorno glatka i čista, vrlo česta je pojava da nakon savijanja na površini cijevi se mogu uočiti razna oštećenja i zarezi.

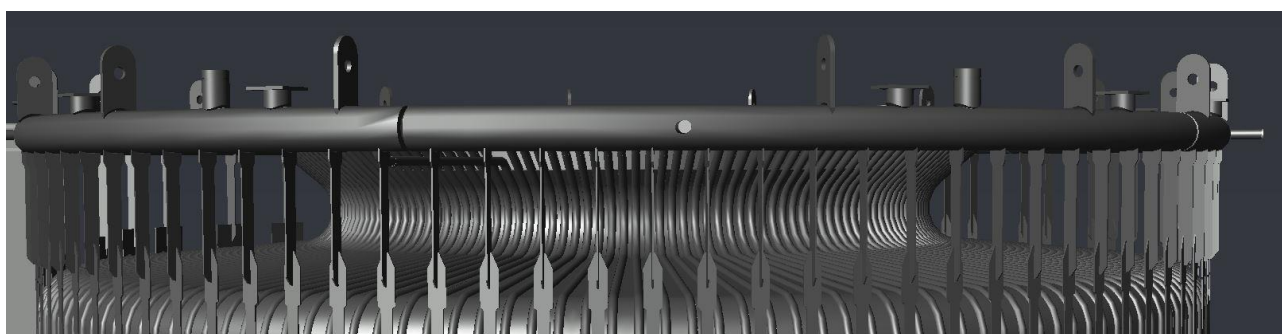
Poslije procesa savijanja, uobičajena je međufazna kontrola izvedenog stanja (vizualna kontrola, a u slučaju potencijalnog defekta na cijevi test kugliranjem i mjerenje debljine stijenke)

Uz zasebne savijene cijevi, za izradu krova također je potrebno izraditi segmente procesom membranskog zavarivanja – dvocjeve. U slučaju nastanka izvijanja tijekom membranskog zavarivanja, proizvedene dvocjeve potrebno je izravnati na presi sve dok ne postanu ravni.

U slijedećem koraku provesti će se sastav dvocjeva na posebnoj napravi i pripajanje s brtvenim limovima. Već na prvim zavarenim spojevima dvocjeva i brtvenih limova biti će moguće kontrolirati skupljanje i skraćenje, te na temelju ove spoznaje ostali brtveni limovi će se moći modificirati kako bi se postigle tražene tolerancije.

Sastav i zavarivanje brtvenih limova s dvocjevima izvoditi će se preskakanjem s jednog kraja na 1/5 kružne komore na drugi kraj, a zatim na sredinu. Zavarivanjem na ovaj način ukupno skupljanje biti će podijeljeno umjesto da se vrijednosti skupljanja zbrajaju. Kako bi se osigurala kružnica cijevi i korak, na gornjem kraju cijevi uglavnom se primjenjuje limena šablona.

Nakon spajanja kružne komore s cijevima krova potrebno je provesti međufaznu kontrolu (vizualna, dimenzijska, ispitivanje zavarenih spojeva prema planu zavarivanja). U slijedećem koraku potrebno je postaviti navarene netlačne dijelove između kružne komore i cijevi krova te zavariti ih sukladno planu zavarivanja. Na slici 8 prikazan je spoj savijenih cijevi krova s kružnom komorom na koju su montirani navareni dijelovi .



Slika 8. Spoj savijenih cijev krova s kružnom komorom

3.5 Izrada bandaža i ostalih oslonaca

Tijekom vijeka eksploatacije, kotlovsko postojenje konstantno je izloženo djelovanju tlaka (podtlak / nadtlak) dimnih plinova koji struje i promjenama temperature unutar ložišta, koje, kroz duži period uzrokuju pojavu panela membranskog zida. Kako bi se osigurala stabilnost zidova i osiguranje od deformacija ukoliko vrijednosti tlaka dimnih plinova postanu previsoke, primjenjuju se bandaže kotla.

Bandaža kotla i ostali oslonci ubrajaju se u netlačni dio kotla izrađen u zavarenoj izvedbi lima (knake i sl). te greda I profila (slika 9). Postavljaju se u nekoliko razina. Količina bandaža i njihova veličina definira se statičkim proračunom.



Slika 9. Bandažni prsten

3.6 Konusni dio gornjeg dijela ciklona

Zbog kompliciranog oblika radi se priprema limenih šablona i radnog mjesta za sastav konusa. Bilježenje i rezanje ručnom plazmom ili plinskim plamenikom traka na potrebnu mjeru prema stvarnoj šablona. Najprije se pripremi samo 4 - cijevi sa trakama i montiraju se na pripremljenu napravu/šablonu. Nakon zavarivanja spoja traka – traka, ako je potrebno dotjerati širinu traka i njihov oblik, uključujući stvarno skupljanje zbog zavarivanja na tražene dimenzije, radi izrade drugih cijevi sa trakama. [4]

Nakon izrade konusnog dijela, provodi se njegovo spajanje s cilindričnim membranskim zidom gornjeg dijela ciklona (slika 10).



Slika 10. Spoj konusa i cilindričnog membranskog zida

Slijedeće radnje zatim se provode:

- vizualna kontrola dimenzija,
- zavarivanje sučeonih spojeva cijev – cijev i kutnih zavara brtvenih limova, prema WPS-ovima,
- VT, DT, MT/PT, RT ispitivanje i kontrola zavara prema WHTP,
- čišćenje svih oštećenja i sl.,
- završna kontrola dimenzija, čistoće izvana i iznutra,
- ukrućivanje dijelova, tako da nema mogućnosti promjene dimenzija ili oblika nakon rastavljanja dijelova,
- označavanje kontrolnih točaka na montažnim spojevima, radi lakše montaže na gradilištu.

3.7 Montaža gornjeg dijela ciklona

Prije nego li se započne s ukupnjavanjem gornjeg dijela ciklona, potrebno je izvršiti pripreme radnog mjesta i oslonaca za kružnu komoru i savijene cijevi krova, a zatim i kontrolu niveliranja oslonaca. Prilikom montaže gornjeg dijela ciklona, kreće se sa spajanjem kružne komore i savijenih cijevi krova. Navedena cjelina se u slijedećem koraku spaja s cilindričnim membranskim zidom, konusom. Međufazna kontrola obavezno se provodi prije spajanja sa novim segmentom gornjeg dijela ciklona.

4 AKTIVNOSTI KONTROLE I OSIGURAVANJE 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. Zadatak kontrole kvalitete je osigurati da se proces izrade odvija u skladu

sa propisima na svim razinama, od ulaska materijala do izlaska gotovog proizvoda iz radionice. 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 sljedećih ispitivanja [5]:

- 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.

4.1 Završna kontrola kvalitete

Niti jedan proizvod ne dobiva status gotovog proizvoda i ne stavlja se u opticaj na tržište prije nego li sve radnje kontrole kvalitete definirane dokumentacijom ne budu izvršene na zadovoljavajući način i prije nego što vezana dokumentacija i podaci na njima ne budu dostupna i prihvaćena od strane odgovorne osobe.

Nakon što se svi segmenti gornjeg dijela ciklona ukрупne i završi proces montaže, povode se finalne kontrole (vizualna, dimenzijska itd.), čistoće izvana i iznutra te popravci (bravarsko, zavarivački) prije nego što se napravi poziv prema kontroli od strane Kupca – NoBo (eng. *Notify Body*), koji provodi završno preuzimanje izrađenog proizvoda i daje dozvolu za daljnji nastavak aktivnosti.

Uz dobivenu dozvolu za daljnji rad, provodi se ukruta dijelova tako da nema mogućnosti promjene dimenzija ili oblika nakon okretanja u položaj za transport.

Finalne aktivnosti

Ciklon se „rastavlja“ na transportne cjeline zbog svojih dimenzija i olakšavanja transporta. Dijelovi se ukrućavaju kako ne bi došlo do eventualne promjene oblika i dimenzija. Kontrolne točke označavaju se na montažnim spojevima, kako bi se olakšalo montiranje ciklona na gradilištu. U

slijedećem koraku, ciklon se boja i postavlja na transportni okvir na kojemu će biti utovaren na prijevozno sredstvo (slika 11). Prije utovara, provodi se još kontrola kompletnosti pozicija.



Slika 11. Položaj za transport cjelina ciklona

5 ZAKLJUČAK

U radu je prikazan tehnološki postupak izrade ciklona kao jednog od značajnih segmenata kotlovskog 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 štetnijim utjecajem na okoliš.

Upravo iz tog razloga, zadnjih dvadeset godina sve pažnje polaže se na svjesnost o važnosti očuvanja životne sredine. U tom smislu, definirana je zakonska regulativa te preporuke o граниčnim vrijednostima koncentracija onečišćujućih tvari u okolišu, kao i preporuke za implementaciju najbolje raspoloživih tehnika u industrijskim procesima.

Život suvremenog čovjeka u 21.stoljeću gotovo je nezamisliv bez električne energije. Kotlovska postrojenja, kao jedan od izvora za dobivanje električne energije svoju primjenu našla su u brojnim granama industrije, a najveću u području energetike.

Tijekom procesa izgaranja ugljena unutar ložišta kotla, određeni postotak čestica ugljena, pepela i ostalih čestica ne izgara u ložištu već prolaze kroz prolaze unutar kotla onečišćujući membranske zidove, pregrijače ubrzavajući na taj način potrebni remont. Osim taloženja na ogrijevnicima, veliki problem predstavljaju i dimni plinovi koji u sebi također sadrže i krute čestice.

Kao jedan od načina za rješavanja ovog problema, naročito kod kotlova u kojima kao gorivo se koristi biomasa i fosilna goriva tipa ugljen je implementacija centrifugalnog separatora čestica – ciklon. Ciklon predstavlja složena komponenta kotla koja je veoma zahtjevna za izradu. Svi dijelovi izrade ciklona zahtijevaju stručnost osoblja; od voditelja projekta do bravarsko- zavarivačkog kadra. Poznavanje materijala, te izbjegavanje pogrešaka prilikom izrade ciklona su veoma bitni, jer dijelovi poput savijenih komora ne predstavljaju zahtjev koji svakodnevno se sreće u radionici zbog specifičnih zahtjeva na dimenziju i materijal te njihova isporuka može trajati i po nekoliko mjeseci.

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 temperatura i tlakova i sl.

6 REFERENCES

- [1] Gulić, Miloš; Brkić, Ljubiša; Perunović, Panto: *Parni kotlovi*,. Beograd; Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1988., 510 str.
- [2] Filetin, Tomislav; Kovačiček, Franjo; Indof, Janez: *Svojstva i primjena materijala*, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje, 372 str.
- [3] Mlinarić, Franko: *Tehnike pročišćavanja krutih čestica iz otpadnih plinova*, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, 9 – 13.str
- [4] ĐĐ TEP interna dokumentacija
- [5] Jeleč, Slaven: *Tehnološki postupak izrade ciklona kod kotlovskeg postrojenja*, Slavonski Brod, Sveučilište Josipa J. Strossmeyera u Slavonskim Brodu, 45. – 46.str.