Primenjena metodologija za zamenu cevni lukova na integralnim cevovodima u TE “Oslomej”

BRATICA K. TEMELKOSKA Univerzitet “Goce Del ev” Štip,
Mašinski fakultet, Vinica, Makedonija
RADOMIR K. CVETANOSKI Univerzitet “Goce Del ev” Štip,
Mašinski fakultet, Vinica, Makedonija

Stru ni rad
UDC: 621.643

DOI: 10.5937/tehnika1602249T

Integralni cevovodi u termoeenergetskim postrojenjima, predstavljaju nose e linijske prostorne konstrukcije sa visokim radnim parametrima sa složenim stati kim i dinami kim optere enjem. Integralni cevovodi, po celoj svojoj dužini obešeni su na konstrukciju pružnim ovešenjem od kotlovske zgrade, gde je postavljen parni kotao, do mašinske hale, gde je postavljena turbina. Zbog toga važno je pra enje stanja i sanacija eventualnih nedostataka primenjenim metodama.

U ovom radu opisana je metodologija za zamenu cevnog luka na jedan od integralnih cevovoda-linija za toplu me u pregrejanu paru. Date su metode predvi ene ovom metodologijom za ispitivanje i ocenu stanja materijala cevnog luka koje je bio u eksploataciji i novog cevnog luka koji e biti ugra en, zatim pristup, tehnologija za zamenu, fiksiranje parovoda, tehnologija za zavarivanje itd, kao i izrada završnog projekta za izvedeno stanje.

Klju ne re i: parovod, zavarivanje, metodologija, ispitivanje

1. UVOD

Integralni cevovodi u termoeenergetskim postrojenjima, predstavljaju nose u linijsku prostornu konstrukciju sa visokim, radnim parametrima, sa složenim stati kim i dinami kim optere enjem. Integralni cevovodi, po celoj svojoj dužini obešni su na konstrukciju pružnim ovešenjem od kotlovske zgrade, gde je postavljen parni kotao, do mašinske hale, gde je postavljena turbina.

Važnost trajnog pra enja, istraživanja i usavršavanja ogleđa se u slede im injenicama:

- Oni su veza izme u kotla i turbine, koja su glavna postrojenja u termo elektri nim centralama.
- Izloženi su teškim uslovima rada: visokim pritiscima i temperaturama, cikli ki rad, vibracije, termi ki šokovi, toplo-hladno..
- Zbog temperaturnih razlika dolazi do velikih pomeranja pri prelazu od jedne do druge faze rada, iz toplog u hladno stanje, pa zbog toga traže složena rešenja oslanjanja (gde zbog svoje dužine i složene

konfiguracije bilo kakav defekat može doneti velika ošte enja).

- U odnosu na sigurnost i bezbednost rada na termoelektri nim centralama u celini integralni cevovodi imaju zna ajan uticaj.

U ovom radu opisana je metodologija za zamenu cevnog luka na jednom od integralnih cevovoda-linija za toplu me u pregrejanu paru. Date su metode za ispitivanje i ocenu stanja materijala cevnog luka koji je bio u eksploataciji i novog cevnog luka koji e biti ugra en, pristup, tehnologija za zamenu, fiksiranje parovoda, tehnologija za zavarivanje itd.

Parovod za toplu me u pregrejanu paru, linija RB ima radnu temperaturu od 540 °C i projektni pritisak 3,1 MPa, izra en je od elika 10H2M prema PN standardu, tj. 10CrMo9-10 prema EN-10216-2. To je niskolegiran hrom-molibdenski, feritno-perlitni elik sa više od 2% Cr.

Dimenzije parovoda su Ø 457x16 mm, sa približnom dužinom na jednoj grani od 135 m, sa visinom od kote 7,30 m (priklju ak sa parnom turbinom-cilinder srednjeg pritiska) do kote 47,4 m (priklju ak sa parnog kotla). Po dužini cevovoda postavljeni su: 12 opruga sa promenljivom silom; 6 opruga sa konstantnom silom; 4 kruta ovešenja; jedna vo ica i jedna fiksna ta ka po grani.

Adresa autora: Bratica Temelkoska, Univerzitet “Goce Del ev” Štip, Mašinski fakultet, Vinica, Bra e Miladinov bb, Makedonija

Rad primljen: 29.09.2015.

Rad prihva en: 18.02.2016.

2. METODOLOGIJA ZAMENA CEVNIH LUKOVA NA INTEGRALNIM CEVOVODIMA

Metodologija zamene cevni elementa na integralne cevovode je slede a:

- Ispitivanje elemenata parovoda NDT metodama,
- Prora un o preostalom radnom veku i ocenjivanje integriteta materijala kako bi se odredili elementi za zamenu,
- Nove elemente koji su za zamenu pre montaže ispitati NDT metodama i utvrditi da li zadovoljavaju tražene karakteristike (materijal i dimenzije).
- Izraditi projekat za demonatažu i montažu cevni elementa, koji treba da obuhvati: projektovanje ukru enja parovoda i blokiranje ovešenja; stati ki prora un ukru enja; propisati tehnologiju zavarivanja i termi ke obrade;
- Nakon završetka montažni radova potrebno je ispitivanje zavarenih spojeva i cevni lukova NDT metodama.
- Demontirati ukru enje i vratiti ovešenje u radni položaj.
- Izraditi završni izvedbeni projekat.

2.1. Metode ispitivanja

Za ocenjivanje stanja materijala koriste se NDT metode:

- metalografska, koja otkriva struktura svojstva i veli inu zrna i
- defektoskopske – nerazorne metode koje otkrivaju nevidljive greške.

Ovim metodama ispitani su zavareni spojevi i cevni lukovi-kolena.

Mesta kontrole na kolenu i zavarenog spoja date su na slici 1.

Slika 1 - Šema ispitivanja zavarenog spoja i cevni lukova [3]

U remontima 2005, 2006. i 2008 g. u TE "Oslo-mej", izvršeno je ispitivanje integralni cevovoda sa NDT metodama koje se koriste za ocenjivanje stanja materijala. Nakon ovog ispitivanja i ocene predvi eno je da se neki cevni elemente zamene novim.

2.2. Metalografska ispitivanja

Prema metodi SRPS C.A7.091 uzete su mikro replike pri emu je koriš ena oprema za metalografsku

pripremu: Površina je pripremljena brušenjem i poliranjem, nagrizana nitalom 10-15"; mikroskop PSM-2; NU-2, Carl Zeiss, Jena; Indeks veli ine zrna odre en je pri pove anju 200x prema SRPS C.A3.004. Mesta uzimanja replike data su na (sl. 2). [1]

Slika 2 - Replikacija kolena K3 na liniji RB1-parovoda tople me u pregrejne pare (kota +44 m kotlovske zgrade) [1]

Na (sl. 3a) data je replika cevni luka K3 linije RB1. Struktura je feritno-perlitna, prisutne su pojedina ne pore, neujedna ena struktura, izdvojeni grublji karbidi po granicama zrna i fini unutar zrna, sferoidizacija perlita.

Na (sl. 3b) data je replika osnovni materijala zavarenog spoja 8A na kolenu K3. Struktura je feritno-beinitna, koroziono naponske mikroprrsline koja se prostire po celoj dužini vara (sl. 3c).

a) Cevni luk K3, replika 1, pov:200x

b) zavaren spoj 8A osnovni materijal, pov.200x

Slika 3 - Replike cevni kolena i zavarenog spoja, koje treba zameniti [1]

2.2.1. Defektoskopska ispitivanja:

a) Penetrantska kontrola

Slika 4 - Indikacija-prsline penetrantskom metodom na zav.spoj 8A, na koleno K3 –linije RB2 [1]

b) Dimenzionalna kontrola-ovalnost, prema SRPS-ISO 970; [2] Koriš en je mikrometar 400-400 [mm].

c) Ispitivanje magnetnim esticama

Koriš ena je metoda prema EN ISO 9934-1; postupak mikro-crno na belo; obim ispitivanja-100 [%]; tem. predmeta/okoline 25 [°C]; tehnika magnetizacije - EM jaram; vrsta magnetizacije – naizmeni na; ja ina struje magnetizacije-2,5K [A/m]; osvetljenje - prirodni; ure aj TIDE-Njema ka; ispitno sredstvo - MR 158 MR-CHEMIE-Njema ka; kriterijum prihvatljivosti - SRPS ISO 5817[2]

Slika 5 – Indikacija - prslina MF metodom na osnovni materijal zavarenog spoj 8A [1]

d) Ultrazvu na metoda

Ultrazvukom prema EN 1714, kriterijum prihvatljivosti - SRPS ISO 5817; metoda SPRS EN 583-1; tehnika rada - impulsna eho; vrsta ulaza - UV longitudinalni/transferzalni; dužina baždarenja - 20 mm, 100 mm; kontakt sredstvo-tapetol lepak; etalon za bazdarenje K2; osnovno pojaćanje - 35 dB; ispitno pojaćanje/osetljivost - 75 dB, transfer gubici - 2 dB; Ured-MASTRSCAN 330; Sonatest-Engleska; sonda-SEB 4KF8; MWB 70 N4-Krautkramer-Nema ka [2].

e) Ultrazvu no merenje debljine

Prema EN 14127; ured D-metar DM4-Krautkramer - Nema ka; UZ sonda DA 412 - Krautkramer-Nema ka.

f) Površinska tvrdo a, prema SRPS C.A4.003; ured-TEMP II; sonda-G; optere enje - 11,0 N; etalon- 197 [HB]. [2]

Na novim kolenima za zamenu, pre ugradnje izvršena je metalografska i defektoskopska kontrola, metodama koji su pre opisane (pog. 1. 2; 1.3). Rezultati su pokazali da nova kolena odgovaraju materijalu i dimenziji i mogu da se ugrade [2].

2.3. Izrada projekta zamene cevni lukova i ukrutenja na parovodima

Ovim projektom su obuhva ene sve neophodne radnje i postupci koji bi trebalo da obezbede nesmetanu zamenu cevni lukova.

2.3.1. Projektovanje ukrutenja parovoda i kontrola sistema oslanjanja linije tople me u pregrejanje pare RB

Za izradu potrebnog ukrutenja potrebno je izraditi kontrolni prora un koji obuhvata: šemu optere enja, geometriju i statičke karakteristike popre nog preseka

(odrediti kriterijum vrsto e); dokaz napona; dokaz deformacije-proveru nosivosti zavarene veze. Izraditi grafi ku dokumentaciju projektovanih ukrutenja.

Slika 6 - Segment projekta, cevni luk K3 za zamenu i projektovana ukrutenja [3]

Deo projektovanih ukrutenja za liniju parovoda RB za toplu me upregrejanu paru, a koji se odnose na koleno K3 obra eno u ovom radu dat je na (sl. 6) [4], gde su obuhva ena ukrutenja samo za koleno K3.

Posebno uraditi kontrolni prora un sistema oslanjanja cevovoda na kome se vrši zamena cevni elemenata, a prepodešavanja ili rekonstrukcija posle završetku radova, treba da budu dati u projektu izvedenog stanja.

2.3.2. Pripremni radovi

Sam postupak zamene sastoji se iz pripremnih radova, demontažno-montažnih radova i završnih radova [4]. Montaža skele kojom bi se obezbedila pristupa nost blokiranja ovešenja, skidanje izolacije, postavljanje ukrutenja, demontaže i montaže cevni luka kao i postupci zavarivanja i termičke obrade.

2.3.3. Demontažno-montažni radovi

Ovim se odre uje linija se enja cevni luka koji je za zamenu.

- Vrš se dimenzionalna kontrola starog i novog kolena i ukoliko je potrebno uskla uju se dužine.
- Se enje cevni luka na ozna enim mestima je obavezno brusilicom.
- Krajeve novog cevni luka kao i krajeve postoje e cevi obraditi prema DBS (Deutsche Babcock Standard) (sl.6a) [4].
- Novi cevni luk postaviti u zadati geometrijski položaj i izvršiti fino podešavanje pri emu treba voditi ra una o zazoru kod zavarenih spojeva.
- Prema datoj tehnologiji izvršiti zavarivanje.

2.3.4. Tehnologija zavarivanja

Tehnologija zavarivanja obuhvata:

a) Postupke zavarivanja

U ovom slučaju preporučeno je 111 (E) postupak-elektrolu no, ručno zavarivanje obloženom elektrodom, i 141 (TIG) postupak-elektrolu no zavarivanje netopivom, volframovom elektrodom (končno brušen vrh elektrode) u zaštiti inertnog gasa argona 99,9 [%]. Tip zavarenog spoja BW, položaj zavarivanja PF, PC.

Elektrodu sa baznom oblogom sušiti u elektrope i na temp. 300-350°C u toku od 2 sata (min). Osušene elektrode držati u tobojcu na temp. od 80°C do upotrebe. Obavezna je primena ove procedure za sušenje da bi se izbegla poroznost zavarenog spoja zbog povećanog sadržaja rastvorene atmosferske vlage u oblozi elektrode. Žica za zavarivanje mora da bude ista bez tragova bilo kakve prljavštine i masti.

b) Dodatni materijali, u ovom slučaju je:

Postupak zavarivanja	Dimenzije dodatnog materijala	BÖHLER	Oznaka prema AWS-u	Oznaka prema EN-u
141	Ø2,0/2,4	CM2-IG	ER 90S-G	WC _r M ₀ 2S _i
111	Ø3,25	FOX CM2Kb	E9018-B3H4R	E _{C_rM₀2B42H5}

c) Parametri zavarivanja

Pro-laz	Postupak	Dodatni mat.	Pr.dodatnog mat.	Struj (A)	Na pon (V)	Tip struj/polaritet
1,2	141	CM2-IG	2,2/2,4	80-110	18-22	DC/-
3-N	111	FOX CM2 Kb	3,25	100-140	24-26	DC/+

d) Priprema za zavarivanje

Žljebovi za zavarivanje formiraju se isključivo postupkom rezanja-mehaničkim postupcima (skidanjem strugotine). Ivice formiranog žleba se doraduju se ručnim alatom – šljifericom, da bi se dobio zahtevni oblik žleba. Žljebovi moraju biti izvedeni da zadovolje uslove tabele 2 standard JUS C.T3.010 (Tehnički uslovi za zavarivanje spojeva izvedene topljenjem na eliku-nivoi kvaliteta [4]).

Slika 7 - Priprema žleba [4]

Centriranje cevi se vrši prema unutrašnjem prečniku cevi, a formiranje zazora mora biti ravnomerno po celom obimu cevi (spoja). Priprema žleba prema DBS standard ili ALSTOM normi DIN EN 10216-2, data je na (sl. 7) [4].

e) Zavarivanje

Postavljanje elemenata u položaju za zavarivanje obavlja se u alatima i uređajima bez pripojnih zavara ili sa pripojnim zavarima. Pripojne zavare mogu izvoditi samo atestirani zavarivači, a pod istim uslovima kao i samo zavarivanje, odnosno sa atestiranim zavarivačima i sa istim (atestiranim) dodatnim materijalom i merama termičke obrade (predgrejanje). Privarci (heftovi) se raspoređuju ravnomerno po obimu cevi (po obimu spoja), a njihov broj i dimenzije zavise od prečnika cevi. Privarci se pre zavarivanja korenog dela moraju pregledati i ako nemaju uočeni grešaka i ako su dobro uvareni u osnovni materijal mogu ostati sastavni deo korenog prolaza.

Šavovi se izводе iz više zavara (prolaza) (sl. 8). Kraj svakog zavara treba pažljivo prebrusiti. Nadvišenje pokrivnog (završnog) sloja mora da bude 1-3 mm i sa ravnomernom konturom lica šava.

Slika 8 - Izgled popunjenog spoja [4]

f) Predgrejavanje i termička obrada

Na (sl. 9) dat je dijagram predgrejavanja i termičke obrade propisane tehnologije. [4].

Slika 9 - Dijagram predgrejavanja i termičke obrade pri zavarivanju elika 10CrMo9-10 (Ø457,2x16) [4]

2.3.5. Završni radovi

Prema planu kontrole ispituju se zavareni spojevi, skidaju se ukrutjenja, deblokiraju se ovekšanja, treba

vratiti izolaciju u delu cevovoda sa koga je skinuta i skelu demontirati.

a) Ispitavanje NDT metodama zavarenih spojeva

U programu završnih radova sledi ispitivanje NDT metodama zavarenog spoja (površinska metalografska analiza, ultra zvučno ispitivanje magnetnofluksno ispitivanje, merenje tvrdoće, i merenje površinske tvrdoće na mestima uzimanja replike [5].

Metalografska metoda zavarenog spoja u ZUT (sl. 10a); metal šava (sl. 10b) i osnovnog materijala spoja (sl. 10c) pokazuje da je struktura feritno-beinitna, bez prisustva pora, izdvojeni karbidi po granicama zrna; u osnovnom metalu i metal šavu uočeno je izdvajanje segregacije po granicama austenitnih zrna [3].

Slika 10 - Replike novog zavarnog spoja 8A: a) u ZUT-u; b) metal šav i c) osnovni materijal [3]

2.4. Projekat izvedenog stanja

Po završetku predviđenih radova, osim elaborata i izveštaja o pojedinačnim ispitivanjima, investitoru se dostavlja i projekat izvedenog stanja u kome su navedene sve izmene do kojih je došlo u toku rada, a nisu bile predviđene planiranim projektom.

Tako i u ovom primeru u TE "Oslomej" u vreme remonta 2009. pri zameni cevni lukova na linije tople me u pregrejanje pare RB, došlo je do odstupanja od predviđenih radova.

Veliki pad, posmatrano od kotla ka turbini, koji je postojao na liniji parovoda (kota +47) kao i velikog pada linije od najbližeg cevni luka do kotla ka kolektorima u kotlu, za posledicu je imao zaokretanje cevni luka 45° (susedni luk kolenu K3), a samim tim i ugao koji je zatvarao sa vertikalnim delom linije, a na mestu gde se nalazi cevni luk K3, je bio veći od 90° i iznosio je 93°. U tom položaju linije RB1 nije bilo moguće ugraditi cevni luk K3. Da bi anulirali veliki pad, izvršena je provera uticaja ovešenja koje se nalaze na liniji, pri čemu je konstatovano da sama ovešenja nemaju nikakav uticaj na formiranje tako velikog pada

na liniji, pa da bi uradili montažu cevni luka K3, trebalo je izvršiti sečenje linije na cevnom luku 45°. Sečenje je urađeno po zavarenom spoju a krajevi cevi obrađeni prema detalju obrade krajeva cevi sl. 6 [4]. Cevni luk od 45° je zarotiran za ~3° i postavljen u poziciji za ugradnju [6].

Projekat izvedenog stanja obuhvata:

- Tehnički opis izvršenih demontažno-montažnih radova na zameni cevni lukova i kontrolu sistema oslanjanja i rekonstrukcije.
- Pri tom prikazano je tabelarno kako su podešena ovešenja sa svim neophodnim podacima (oznaka, tip, radna sila, hladna sila, krutost, visine opruge i položaj pokazuje a u toplom i hladnom stanju itd).
- Tehnologija zavarivanja sa programom kontrole i ispitivanja prema kojoj su zamenjeni cevni lukovi.
- Grafička dokumentacija sa svim neophodnim izmenama u odnosu na prethodno predate projekte vezane za zmenu cevni lukova i rekonstrukciju sistema oslanjanja na liniji.
- Novi proračun samokompensacije cevovoda prema kojem je izvršena rekonstrukcija sistema oslanjanja na liniji parovoda.

Metoda za proračun napona koja je primenjena u opisanim zahvatima na integralnim cevovodima u TE "Oslomej" [6] je ANSI B.31.1 iz 1986. obuhvata:

- proračun dozvoljenog napona,
- napon od postajinih opterećenja - S_{SL} ,
- napon od povremenih opterećenja - S_{OL} ,
- napon od termičkih izduženja - S_E ,
- ukupni napon - S_T ,
- faktori povećanja napona SIF , čime su premetana dopuštena naprezanja i statička opterećenja.

3. ZAKLJUČAK

Predviđena metodologija (predložena projektom) za zmenu cevni lukova, je kompletno primenjena, a takođe i nastali nepredviđeni radovi, koji su obuhvaćeni naknadnim izvedbenim projektom.

Izbor metode za promenu cevni luka K3 na liniji tople me u pregrejanje pare RB u TE "Oslomej", je ispravan i celishodan. To je potvrđeno sa ispitivanjima u narednim reomontima (2010. i 2011.) [7], [8] gde je izvršena kontrola materijala zamenjenih komponenta, kao i proračun cevni lukova za preostali vek eksploatacije.

Ova ispitivanja ukazuju da nema većih odstupanja od poželjnih karakteristika materijala, čime se potvrđuje ispravnost primenjene metodologije pri sanaciji, i zameni cevni elemenata na integralnim cevovodima.

LITERATURA

- [1] Stanje delova parovoda TE „Oslomej“, - Elaborat o ispitivanju. Remont, KontrolInspekt, Beograd, 2008.
- [2] Ulazna kontrola novih kolena za parovod me u pregrejane pare za potrebe TE „Oslomej“, KontrolInspekt - Beograd, junu 2008.
- [3] Kontrolisanje parovoda bloka 125 MW u remontu Elaborat o kontrolisanju, KontrolInspekt, Beograd, 2009.
- [4] Projektno tehni ka dokumentacija – zamene cevni h lukova i ukru enja linije tople me upregrejane pare –RB, BET, Beograd, 2009.
- [5] Izvešaj o ispitivanju metodama bez razaranja zamenjenim kolenima TE „Oslomej“, MetalInspekt - Beograd, 2009.
- [6] Projekat izvedenog stanja – zamene cevni h lukova rekonstrukcijom sistema oslanjanja linije tople me u pregrejane pare RB i zamene cevni h luka na liniji sveže pare-RA-6, BET, Beograd, 2009.
- [7] Tehni ki izveštaj kontrolana presmetka na cevni kolena na parovodi za sveža, topla i ladna para, opredeluvanje na preostanati resurs i preporaki za idni ispitivanja vo TE „Oslomej“, ELTE Inženering, Skopje 2010.
- [8] Izveštaj za ispitivanje so metodi bez razaranja na zavareni spojevi, Y I T par inja na parovodi RA, RB, RC i RL, ELTE Inženering, Skopje 2011.

SUMMARY

APPLIED METHODOLOGY FOR REPLACEMENT PIPE ARCS IN INTEGRAL PIPELINES TE “OSLOMEJ”

The integral pipelines in thermal power plants present a linear spatial bearing construction with high operating parameters, complex static and dynamic load. The integral pipelines along its entire length are hanging on construction spring hangers from the boiler building, where the boiler is placed, next to the machine hall where the turbine is placed. Therefore, it is important to monitor the condition and to remove any possible defects from the applied methods.

This paper describes the methodology of replacement of the pipe arch on one of the integral pipelines-the line for hot superheated steam. In addition, in this paper are given the method methods that led to this methodology for testing and evaluation of the condition of the pipe arch material that had been in exploitation and the new pipe arch that will be embedded. Furthermore the approach, the technology of replacement, anchoring of the steam line, technology of welding etc., as well as the preparation of the final design of constructed condition are also covered in this paper.

Key words: steam pipeline, welding, methodology, examination