Tehnologija promene cevnog luka na integralnom cevovodu u TE „Oslomej”

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

Stručni rad
UDC: 621.643.41:621.791
DOI: 10.5937/tehnika1702229C

Cevni spojevi omogućavaju međusobno spajanje pojedinih cevi da bi se dobio cevovod, kao i spajanje cevi sa opremom i njihov priključak na armaturu. Spoj cevi treba da ima čvrstoću kao i same cevi, nepropustljivost i mogućnost lake montaže i demontaže. Spajanje cevi ovakvih konstrukcija vrši se zavarivanjem zbog rada u uslovima najviših radnih pritisaka i temperature. Cevi se mogu spajati sučeono.

Prilikom zavarivanja cevnih vodova mora se voditi računa o uslovu da otpori pri proticanju fluida budu što manji. Zbog toga je često neophodna posebna priprema cevi za zavarivanje, kako i da način samog zavarivanja nema nikakvih unutrašnjih nadvišenja spoja ili neujednačenost unutrašnjih prečnika cevi.

Ključne reči: cevni luk, zavarivanje, metodologija, ispitivanje, ovalnost, čvrstoća

1. UVOD

U ovom radu opisana je metodologija za zamenu novog cevnog luka – koleno 2 na jednom od integralnih cevovoda-liniji za toplu međupregrejanu paru RB 1, Φ 456,3x16,5 mm od materijala 10 H2M (PN). Cevni luk je bio u eksploataciju oko 175.000 časova. Dati su rezultati ispitivanja i ocene stanja materijala cevnog luka koji je bio u eksploataciji i postupak zamene novog cevnog luka koji će biti ugrađen, pristup, tehnologija za zamenu, fiksiranje parovoda, tehnologija za zavarivanje, problemi pri zameni zbog nejednake ovalnosti itd.

2. REZULTATI ISPITIVANJA

U sledećim tabelama date su vrednosti debljine zida, tvrdoće i ovalnost za cevne lukove koji se menjaju.

Za proračun preostalog radnog veka materijala primenjen je standard RD 10-249-98 i RD 10-400-01, a za proračun čvrstoće primenjen je standard MKS EN 12953-3:2007. Na osnovu ispitivanja proračunat je preostali radni vek od $\tau_o = 12.424$ h otprilike oko dve godine rada Termoelektrane (≈ 6.000 h), odnosno navedenog parovoda (linija RB -1).

Adresa autora: Radomir Cvetanoski, Univerzitet “Goce Delčev”, Štip, Mašinski fakultet, Vinica, R. Makedonija, e-mail: radomir.cvetanoski@gmail.com

Rad primljen: 09.08.2016.

Rad prihvaćen: 16.03.2017.

Tabela 1. Debljina cevi tokom godina ispitivanja

Debelina [mm]						
Godina ispitivanja	Merno mesto	Presek				
		1-1	2-2	3-3	4-4	5-5
2010	1	14.8	15.0	16.0	15.4	15.2
	2	16.7	16.4	16.4	16.4	16.5
	3	15.1	14.4	14.8	16.0	16.0
	4	13.8	13.9	12.9	13.1	13.2
2011	1	14.1	14.5	15.9	16.5	17.0
	2	16.0	16.1	17.0	15.5	16.9
	3	14.2	14.3	15.0	15.2	15.3
	4	14.3	14.2	12.5	12.9	14.7

Tabela 2. Tvrdoća cevi tokom godina ispitivanja

Tvrđina [HB]						
Godina ispitivanja	Merno mesto	presek				
		1-1	2-2	3-3	4-4	5-5
2010	1	139	139	141	138	137
	2	136	140	137	139	138
	3	138	142	140	141	141
	4	140	138	140	140	139
2011	1	144	145	147	142	140
	2	145	150	154	148	147
	3	147	146	145	148	145
	4	148	147	148	147	144

Tabela 3. Ovalnost cevi tokom godina ispitivanja

Ovalnost [%]				
Godina ispitivanja	Dijametar (presek)	1-1	2-2	3-3
2010	1	453	455	453
	2	455	452	452
Ovalnost (%)		0.22	0.66	0.22
2011	1	451	453	453
	2	450	448	452
Ovalnost (%)		0.22	1.11	0.22

Za proračun preostalog radnog veka materijala primenjen je standard RD 10-249-98 i RD 10-400-01, a za proračun čvrstoće primenjen je standard MKS EN 12953-3:2007.

Na osnovu ispitivanja proračunat je preostali radni vek od $\tau_o = 12.424 h$ otprilike oko dve godine rada Termoelektrane ($\approx 6.000 h$), odnosno navedenog parovoda (linija RB -1).

Preostali resurs materijala je 7%.

Prosečna tvrdoća materijala je 146 HB i u dozvoljenim je granicama od 128 – 170 HB.

Izmerena ovalnost kreće se u 0,22 do 1,11 i manja je od dozvoljene 8%.

Površinsko mikrostrukturno stanje materijala je feritno-benitno sa prisutnom degradacijom benitnog mikrokonstituenta, što je normalno kod materijala sa produženim vekom eksploatacije.

U materijalu su prisutni nemetalni uključci oksida i u manjem obimu sulfidnog tipa. Veličina feridnog zrna je sa ujednačenom granulacijom.

Na ovim pozicijama nije konstatovano prisustvo mikropora, mikropukotina ili ostali mikrostrukturni defekti.

2. TEHNOLOGIJA ZAMENE

Koleno je nabavljeno i 2015. godine podignuto je na koti 47.400 gde je vršena njegova priprema za zamenu.

U periodu od 17.09.2015. do 06.10.2015 godine izvodio se postupak ukrućivanja, sečenja, montaža, termička obrada, kao i demontaža ukrućivanja.

Nakon ukrućivanja parovoda za sečenje navedenog kolena pristupilo se postavljanju novog kolena i na mestu gde treba da se spoji sa starim parovodom pojavila se unutrašnja i spoljašnja neujednačenost debljine zida i ovalnost (slika 1).

Slika 1 – Šematski prikaz cevovoda RB 2 linije na kori 47.400

Na slici 2 prikazana je mogućnost rešavanja problema sa rotacijom navedenog kolena do 45° . Za rotaciju kolena od 45° postigla se usaglašenost dimenzija ovalnosti, no geometrijski i funkcionalno to nije bilo izvodljivo. Budući da nije mogao na ovakav način, rotacijom kolena, da se reši problem, pristupilo se usaglašavanju unutrašnjeg dijametra cevovoda i kolena. Za usaglašavanje spoljašnje nejednakosti ovalnosti tj. različite debljine zidova kolena i cevovoda razmišljalo se na dva načina radi rešavanja ovog problema.

Jedan je bio sa izjednačavanjem unutrašnjih prečnika brušenjem do potrebne dužine na tačno označenim mestima sa unutrašnje strane, zavarivanje spoja sa njegovim proširenjem, tj. navarivanje sa spoljašnje strane cevi kod unutrašnjeg izbrušenog dela, čime bi se dobila potrebna debljina cevi pomoću sloja zavarivanja (slika 3).

Slika 2 - Pokušaj usaglašavanja dimenzija kolena i parovoda sa rotacijom kolena

Ovim bi se dobilo izjednačavanje dijametra u korenskom delu spoja, a sa proširenjem vara postigla bi se nominalna debljina cevi.

Drugi način bio je, da se montaža kolena izvede sa izjednačavanjem unutrašnjih dijametara sa brušenjem i izjednačenje spoljašnjih dijametara i postavljanjem spoljašnjeg prstena kao pojačenje (slika 4).

Slika 3 - Rešenje sa navarivanjem parovoda

Slika 4 - Rešenje sa spojnim prstenom

Kao pouzdanije i bolje izabrano je prvo rešenje sa navarivanjem parovoda.

Slika 5 - Priprema spoja za zavarivanje

Zavarivanje spojeva izvodio je Fakom AD Skopje sa sopstvenom pripremom spoja prikazano na slici 5, nanošenjem osnovnog materijala (slika 6) i predgrevanjem materijala i termičkom obradom (slika 7).

Slika 6 - Postupak nanošenja dodatnog materijala

Tabela 4. Parametri zavarivanja

prolaz	postu pak	Precnik dodatnog materijala [mm]	struja			
			Struja [A]	Napon [V]	Tip struje/ polaritet	polaritet
1,2	141	1.6;2.4	90÷120	18÷22	DC	(-)
3-n	111	3.25	110÷140	22÷24	DC	(+)

Za dodatni materijal oznaka i klasa prema EN za postupak 141 je: CM2 – IG (W CrMo2 Si), a za postupak 111 je: FOX CM2 Kb (E CrMo2B42 H5). Predgrevanje osnovnog materijala bilo je na temperaturi od 200 do 250°C, pomoću elektrotopnog uređaja, a kontrola temperature predgrevanja je vršena pomoću bezkontaktnog laserskog termometra.

Termička obrada počela je odmah nakon zavarivanja. Brzina zagrevanja je 150°C/h, temperatura naponskog održavanja je 720 10°C u vremenu trajanja od 90 min. Brzina hlađenja do temperature od 300°C je 150°C/h, a ispod 300°C ostavlja se slobodno da se hladi (slika 7).

Slika 7 - Dijagram termičke obrade

Izvršena je i radiografska kontrola i metalografsko ispitivanje i uzete su replike (slika 8, 9 i 10) u saglasnosti sa standardom MKS ISO 3057:2009 (ISO 3057:1998) za ispitivanja bez razaranja »Tehniki sa metalografskim replika za ispitivanje površina«. Zbog toga izvršena je priprema brušenjem spoja, šmirglanje sa brusnim papirom od 100-1200, poliranje dijama-niskim pastama od 6 mikrona i 1 mikron i lubrikant, međufazno nagrizzavanje sa 3% HNO₃ kiselinom. Nakon pripreme materijala uzima se otisak – replika pomoću gela za replike proizvodnja firme Struers.

Uzete replike slikane su mikroskopom Meiji Tehno i izrađene su fotografije istih (sl. 11, 12, 13 i 14). Uzete su četiri replike zavarenog spoja od kojih su replike 1 i 2 jednom žarene, a replike 3 i 4 uzete su nakon popravke zavarenog spoja i ponovo su žarene. Za analizu replika korišćen je atlas za mikrostrukturu industrijskih legura »Metals handbook«.

Radi žarenja nakon zavarivanja spoja struktura materijala svih četiri replike je identična feritna matrica sa sveroidnim cementitom (slika 11-14).

Slika 8 - Veza stare cevi i novog cevnog luka

Slika 9 - Mesto uzimanja replike 1 i 2

Slika 10 - Mesto uzimanja 3 i 4 replike

4. ZAKLJUČAK

Postupkom sa izjednačavanjem unutrašnjih dijametara sa brušenjem do potrebne dužine na tačno označenim mestima sa unutrašnje strane, zavarivanje spoja sa njegovim proširenjem, tj. navarivanje sa spoljašnje strane cevi kod unutrašnjeg izbrušenog dela, dobila se potrebna debljina cevi pomoću sloja zavarivanja. Ovim se dobilo izjednačenje dijametra

u korenskom delu spoja, a sa proširenjem vara postigla se nominalna debljina cevi.

Izvršeno je i metalografsko ispitivanje i uzete su replike u saglasnosti sa standardom MKS ISO 3057:2009 (ISO 3057:1998) za ispitivanja bez razaranja »Tehnike sa metalografskim replikama za ispitivanje površina«. Za analizu replika korišćen je atlas za mikrostrukturu industrijskih legura »Metals handbook«, čime je utvrđena struktura materijala svih četiri replike: identična feritna matrica sa sveroidnim cementom, čime se pokazuje da je zamenom kolena navedenim postupkom dobijen nadežan spoj koji obezbeđuje dugotrajan i siguran rad parovoda.

LITERATURA

- [1] Izveštaj za ispitivanje so metodi bez razorevanje na zavareni spoevi i cevni lakovi na parpovod RA, Rb i RC br. 448/10-2010 godina, ELTE inžinjeriing Skopje.
- [2] Izveštaj za ispitivanje so metodi bez razorevanje na zavareni spoevi i cevni lakovi na parpovod RA, Rb i RC br. 388/11-2011 godina, ELTE inžinjeriing Skopje, 2011.
- [3] Tehnički izveštaj od kontrolni presmetki na cevni kolena na parovodi za sveža, topla i ladna para, opredeluvanje na preostanat resurs i preporaki za idni ispitivanja vo TE Oslomej, Mašinski Fakultet Skopje, 2011 godina.
- [4] WPS: 241-FKM-Fakom inžinjeriing LTD Skopje, 2015.
- [5] Elaborat za izvršeni metalogravski testiranja – repliki na zavarena parovodna cevka 458,3h16,5 mm so kvalitet 10 H2M, RŽ Tehnička kontrola AD Skopje, Noemvri 2015.
- [6] Radiografski izveštaj br.580/15-42- RŽ Tehnička kontrola AD Skopje, Noemvri 2015.
- [7] Izveštaj za ispitivanje so metodi bez razorevanje na zavareni spoevi i cevni lakovi na parpovod RA, RB i RC br. 388/11-2011 godina, ELTE inžinjeriing Skopje.
- [8] Tehnički izveštaj od kontrolni presmetki na cevni kolena na parovodi za sveža, topla i ladna para, opredeluvanje na preostanat resurs i preporaki za idni ispitivanja vo TE Oslomej, Mašinski fakultet Skopje, 2011. godina.
- [9] WPS: 241-FKM-Fakom inžinjeriing LTD, Skopje, 2015. godina.
- [10] Elaborat za izvršeni metalografski testiranja – repliki na zavarena parovodna cevka 458,3h16,5 mm so kvalitet 10 H2M, RŽ Tehnička kontrola AD Skopje, Noemvri 2015.
- [11] Radiografski izveštaj br.580/15-42- RŽ Tehnička kontrola AD Skopje, Noemvri, 2015.

SUMMARY

TECHNOLOGY OF APPLICATION OF PIPE'S ARC OF THE INTEGRAL PIPELINE IN POWER PLANT "OSLOMEJ"

Pipe connections allow interconnection of individual pipes to obtain pipeline and pipe connection with the equipment and their connection to the valve. The pipe connector should have the same strength of the pipe, impermeability and possibility of easy assembly and disassembly. Connecting of pipes of such construction is carried out by welding due to the work in conditions of maximum operating pressures and temperatures. The pipes can be joined at the ends.

When welding the pipe lines should take into account the condition that the flow resistance of the fluid must to be as small as possible. Therefore, special preparation for pipe welding it is often necessary, as well as for the welding processes itself not to have any internal height differences of the joint or unevenness of the internal diameter of the pipe.

Key words: joint, welding, methodology, testing, oval, strength