Upotrebljivost visoko pritisnih cevovoda u termoelektranama za eksploataciju posle projektnog perioda

BRATICA K. TEMELKOVSKA Univerzitet "Goce Delčev" Štip,

Mašinski fakultet, Vinica, R. Makedonija

RADOMIR K. CVETANOSKI Univerzitet "Goce Delčev" Štip,

Mašinski fakultet, Vinica, R. Makedonija

Stručni rad

UDC:621.643

DOI:10.5937/tehnika1506982T

Komponente od kojih su izgrađena termoelektrična postrojenja, a posebno integralni cevovodi, u toku rada izloženi su u isto vreme dugotrajnom dejstvu opterećenja (napon), na visokim temperaturama u uslovima puzanja, agresivnoj sredini, zamoru i drugim mehanizmima oštećenja, koji su uzrok pojave degradacije, deformacija ili prslina, zbog čega je ograničen njihov eksploatacioni vek. Za utvrđivanje aktuelnog stanja metala i uzrok za takvo stanje, ocena iscrpljenosti, tj. prognoza preostalog veka, razvijene su i u primeni su odgovarajuće metode koje u glavnom obuhvataju tri faze: pojavu prslina, rast prslina i otkaz komponente kada prslina dostigne kritičnu vrednost.

U ovom radu date su metodologije za procenu preostalog veka komponente integralnih cevovoda u TE Oslomej, R. Makedonija, za pregrevanu (primarnu) paru i naknadno pregrevanu (sekundarnu) paru, primenjene u različitim periodima eksploatacije i to 87545, 137487, 148128 i 167460 sati rada.

Ključne reči: preostali radni vek, toplopostojanost, elici, metalografska struktura, degradacija strukture, LMP

1. UVOD

Materijal je veoma odgovorna komponenta termoelektričnih postrojenja, a posebno integralnih cevovoda, koji su u toku rada izloženi dugotrajnom dejstvu opterećenja (napon), visokih temperatura u uslovima puzanja, zamora i drugih mehaničkih oštećenja, koji uzrokuju degradaciju, deformaciju ili prslina, zbog čega im je ograničen vek eksploatacije.

Pod uticajem temperature i naprezanja, toplotno postojanost elici od kojih su izgrađeni integralni cevovodi, sklone su na puzanje, zbog čega u strukturi ovih materijala dolazi do difuznog kretanja, precipitacije karbida, formiranja mikropora i mikro-makro prslina. Akumulacija deformacije od puzanja u materijalu može u jednom trenutku da uzrokuje pojavu velikih prslina i do razaranja komponenti. Proces puzanja može da se prati makroskopski i mikroskopski. Mikroskopski se prati promena u materijalu, kao što je degradacija materijala, a makroskopski podrazumeva analizu uticaja temperature i napona tzv. vrstoća puzanja.

Prema uspostavljenoj praksi u svetu, eksploatacioni vek elemenata cevovoda visokog pritiska procenjuje se uopšteno na osnovu kriterijuma u zavisnosti od toga kakvim su uslovima rada bili su izloženi.

Pored termičkih i mehaničkih opterećenja, u uslovima rada ubraja se i uticaj radne sredine, koji se manifestuje preko korozione i erozije mehanizme. Svi navedeni procesi dovode do degradacije osobine materijala koji mogu da se svrstaju u sledeće kategorije[1]:

- Vremenska degradacija materijala zbog dugotrajne eksploatacije na povišenim temperaturama, kad materijal trpi strukturne promene u stacionarnim uslovima rada sa sudejstvom spoljašnjih opterećenja;
- Pad integriteta materijala zbog dejstva niskocikličnog zamora u svim uslovima nestacionarnog rada;
- Pad integriteta materijala u uslovima povećanog naponskog stanja i prisustvo mogućih oštećenja u stacionarnim i nestacionarnim uslovima rada u sadejstvu sa spoljašnjim opterećenjem.

U zavisnosti od toga koji mehanizam degradacije je dominantan pri datim uslovima rada, u određenoj materijalu, određuju se kriterijumi i metode procene preostalog radnog veka.

Adresa autora: Bratica Temelkovska, Univerzitet "Goce Delčev" Štip, Mašinski fakultet, Vinica, Krste Misirkov 10A, R. Makedonija

Rad primljen: 09.04.2015.

Rad prihvaćen: 18.06.2015.

U odsustvo opšte teorije puzanja, koja bi na fenomenološkom nivu objasnila sve mehanizme ove pojave i time bi definisala matematički aparat za procenu preostalog veka komponenata izloženih visoko-temperaturnom puzanju, postoji više potpuno različitih načina rešavanja ovih problema. Ovi načini mogu se podeliti u dva generalna pristupa [7]:

Pristup A: koji se zasniva na preciznoj akviziciji radnih parametara (pritisak i temperatura) tokom celog radnog veka, na osnovu kojih se može, pomoću standardnih podataka o materijalu, izračunati preostali radni vek, primenom pravila frakcija radnog veka da je zbir inilaca (različitih mahanizama razaranja) radnog veka uvek ravan jedinici [7] tj.:

$$t_i(...,T)/t_f(...,T) = 1; \quad (1)$$

Pristup B: zasnova se na metodi koje koriste podatke o osobinama materijala dobijene raznim ispitivanjima, bilo novog ili eksploatisanog materijala što zahteva pristup komponenti da bi se obezbedila uzorkovanja i merenja.

Urađeno je veliki broj studija u cilju ispitivanja zavisnosti promene mikrostrukture materijala od puzanja, sa ciljem procena preostalog radnog veka. Jedna od tih studija je od Evropske komisije 2005 godine [5]. gde je urađena tzv. Videl - Nojbarova (Wedel-Neubauer) klasifikacija pora sa ocenom stanja materijala koji

pored po etnog neoštećenog stanja materijala obuhvata još 4 klase degradacije sa podklasama. Na osnovu utvrđivanja klase može se proceniti preostali vek i neophodnost sledeće kontrole [6].

2. EKSPERIMENTALNI RAD

Primenjene metode za procenu preostalog radnog veka integralnih cevovoda u TE Oslomej

U ovom radu date su primenjene metodologije za procenu preostalog radnog veka komponenata integralnih parovoda, linije sveže (pregrejane) i sekundarne (ponovo pregrejane) pare u Termoelektrani Oslomej, nakon eksploatacije od 87545 h; 137487h; 148128h i 167460 h.

Parovod pregrejane (sveže) pare, linija RA ima radnu temperaturu od 540 °C i projektni pritisak 13,8 MPa, izrađen je od niskolegiranih elik 13HMF prema PN standardu, tj. 14MoV6-3, prema EN-102016-2.

Parovod ponovo pregrejane (sekundarne) pare, linija RB ima radnu temperaturu od 540 [°C] i projektni pritisak 3,1 MPa, izrađen je od niskolegiranih elik 10H2M prema PN standardu, tj. 10CrMo9-10 prema EN-10216-2.

Hemijski sastav i mehanička svojstva ovih elika prema EN 10216-2-2007 data su u tabelama 1 i 2.

Tabela 1. Hemijski sastav materijala prema EN 10216-2 2007

elik (generička oznaka)	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Al [%]	Cu [%]	V [%]
14MoV63 (0,5Cr0,5Mo0,25V)	0.10-0.15	0.15-0.35	0.40-0.70	0.025	0.020	0.30-0.60	0.50-0.70	0.30	0.040	0.30	0.22-0.28
10CrMo910 (2.25Cr1Mo)	0.08-0.14	0.50	0.30-0.70	0.025	0.020	2.0-2.50	0.90-1.10	0.30	0.40	0.30	-

Tabela 2. Mehanička svojstva materijala prema EN 10216-2 2007

Materijal	Zatezna vrsta a	R _{0,2} – konvencionalni napon tečenja na sobnoj temperaturi		
		d 16[mm]	16<d 40[mm]	40<d 60[mm]
		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
14MoV6-3	460-610	320	320	310
10CrMo9-10	480-630	280	280	270

2.1. Ispitivanje integralnih parovoda na 100.000 radnih sati

Metoda koja je korišćena za procenu preostalog veka integralnih parovoda u ovom periodu je proračunski metod, zasnovan na parametarsko-temperaturno-naponskim relacijama, čiji osnovni element je procena Larsen- Milerovog parametra (LMP).

U tom cilju formirana je baza podataka u zavisnosti od vremena eksploatacije i kretanja temperaturnog polja različitih vremenskih perioda eksploatacije za: t₁

= 87 545 h, t₂ = 93 682 h, t₃ = 101 256 h. *(vremena t₁, t₂ i t₃ uzeti su samo za proračun Larsen Milerovog parametra za ispitivanje na 100 000 radnih sati). Tako je formirana je baza podataka istrošenosti materijala za različite vremenske periode eksploatacije.

Pored radne temperature kao polazni parametri za proračun određivanje stepena istrošenosti materijala i stvarnog radnog veka, uzima se opterećenje, tj. napon u komponentama. Budući da u ovom periodu nisu postojali podaci za radni pritisak za proračun je

upotrebljen pritisak predviđen u projektnoj dokumentaciji. Na osnovu ovih vrednosti izrađunat je napon u zidu cevovoda od unutrašnjeg pritiska pare, adekvatno [4]:

$$\sigma = \frac{p(D-2s)}{2s} \frac{2R-0,5D+s}{2R-D+s} + \frac{p}{2} \quad (2)$$

gde je:

P [MPa]- projektni pritisak;

D [mm] - spoljašnji dijametar cevovoda;

s [mm] - minimalna izmerena debljina zida cevovoda i

R [mm] - radijus kolena.

Na osnovu ovih podataka izrađunat je LMP na sledeće i na in:

$$LMP = (t + 273^\circ\text{C})(20 + \log t) \quad (3)$$

gde je:

t [°C] - temperatura;

t [h] - vreme rada.

$A=20$ konstanta eksperimentalno određena za niskolegirane elike otporne na puzanje.

Donja granica rasejavanja vremenske jačine $0,8 \sigma_m$

Slika 1. Grafički prikaz LMP za elik 14MoV6-3 [8]

Tabela 3. LMP za elik 14MoV6-3 (RA-linija) [8]

Vreme rada	10 000 [h]			100 000 [h]			200 000 [h]		
Ekstrapolirana temperatura [°C]	σ_m [MPa]	$0,8 \sigma_m$	LMP	σ_m [MPa]	$0,8 \sigma_m$	LMP	σ_m [MPa]	$0,8 \sigma_m$	LMP
525	194,0	155,2	19152,0	125,0	100,0	19950,0	106,0	84,8	20190,2
535	175,0	140,0	19392,0	109,5	87,6	20200,0	91,5	73,2	20443,2
545	156,5	125,2	19632,0	95,0	76,0	20450,0	79,5	63,6	20696,2
555	139,0	111,2	19872,0	81,5	65,2	20700,0	67,5	54,0	20949,2
565	122,8	98,2	20112,0	67,9	54,3	20950,0	55,0	44,0	20202,2

Tabela 4. LMP za elik 10CrMo9-10 (RB-linija) [8]

Vreme rada	10 000 [h]			100 000 [h]			200 000 [h]		
Ekstrapolirana temperatura [°C]	σ_m [MPa]	$0,8 \sigma_m$	LMP	σ_m [MPa]	$0,8 \sigma_m$	LMP	σ_m [MPa]	$0,8 \sigma_m$	LMP
525	148,0	118,4	19152,00	100,0	80,0	19950,00	87,50	70,0	20190,2
535	131,0	104,8	19392,00	85,0	68,0	20200,00	74,00	59,2	20443,2
545	115,5	92,4	19632,00	72,0	57,6	20450,00	62,00	62,0	20696,2
555	101,5	81,2	19872,00	61,0	48,8	20700,00	51,30	51,30	20949,2
565	89,0	71,2	20112,00	47,9	37,6	20950,00	43,00	43,00	20202,2

Donja granica rasejavanja vremenske jačine $0,8 \sigma_m$

Slika 2. Grafički prikaz LMP za elik 10CrMo9-10 [8]

Za oba elika 13HM i 10H2M za sve temperature izvršena je linearna interpolacija sa temperaturnim korakom od 5°C da bi se opredio LMP u funkciju od temperature na zidu cevi, koja je saglasno TRD standarda viša za 15°C od temperature radnog fluida.

Zavisnost LMP od trajne vrste i ovih ugrađenih materijala grafički je predstavljena na slici 1) i slici 2, kao funkcija podataka donje granice trajne vrste i $0,8 \sigma_m$ dati u tabelama 3 i 4 (saglasno TRD standard) proračun se vrši smanjenjem trajne vrste za 20 %).

Na slici 1 i 2 dati su adekvatne jednačine [4, 8] koji se dalje koriste za proračun:

Za 14MoV6-3:

$$LMP = 22237,92611 - 27,68555 \cdot \sigma + 0,004902 \cdot \sigma^2$$

Za 10CrMo9-10:

$$LMP = 22090,61087 - 31,20038 \cdot \sigma + 0,05491 \cdot \sigma^2$$

Zavisnost LMP od trajne vrste i za elik 14MoV6-3 i 10CrMo9-10 dati su u tabelama 3 i 4.

Na osnovu ove metode izvršen je prora un preostalog radnog veka pojedinih komponenata parovoda RA i RB linije (tabela 6).

2.2. Vreme rada posle 137 487 h ili posle 49 942 h od prethodne procene

Za ova ispitivanja koriš eni su slede i kriterijumi i metode:

- Kriterijum naponskog stanja na zidu cevovoda za projekne parametre;
- Kriterijum naponskog stanja na zidu cevovoda za postoje e uslove rada i izmerene debljine zida cevovoda;
- Kriterijum stanja metala, izražen preko procenata stepena ošte enja mikrostrukture;
- Kriterijum stanja cevovoda izražen je preko mehani kih karakteristika;
- Procena preostalog veka eksploatacije u uslovima uticaja vremenskih degradacija materijala (linije RA i RB);

A kao rezultat dobijen je preostali radni vek linija RA i RB.

Opis koriš enih metoda

Dobijeni podaci iz razli itih kriterijumima za sva ku ispitivanu komponentu me usobno su upore eni (i me procena dobija na vrednost), pa na osnovu njihove kompatibilnosti data je procena preostalog radnog veka odnosno eksploataciona upotrebljivost elementa.

Koriš ene metode i kriterijumi za procenu preostalog radnog veka odnosno eksploataciona upotrebljivost, su:

- Prora unska metoda za odre ivanje radnog napona na komponenti. Na osnovu minimalno izmerene debljine zida cevovoda, prema TRD serija 300, odre en je napon u komponentama, koji mora da bude manji a najviše jednak dozvoljenom naponu.
- Larsen Milerova Parametarska relacija. Ova parametarska relacija daje preostali radni vek u funkciju od temperature za dati radni napon. Sama metoda, ukoliko ne postoje ta ni podaci za njenu primenu, može kao krajni rezultat da da optimisti nu procenu preostalog radnog veka. Tako e, pri primeni ove metode treba imati u vidu da izmerena minimalna debljina zida cevovoda ne mora stalno da bude minimalna s obzirom da merenje nije izvršeno u zoni najmanje debljine komponente.
- Metoda za odre ivanje preostalog resursa debljine zida cevovoda koji nisu izloženi vremenskoj degradaciji. Ova metoda (zavisnost od preostalog resursa debljine zida cevi) daje mogućnost za odre

ivanje eksploatacione upotrebljivosti linija na licu mesta kao i period naredne kontrole do momenta njihove zamene.

2.3. Vreme eksploatacije 148 128 h ili 10 641 h od prethodne procene

Izvršen je jakosni prora un i procena preostalog radnog veka linije RA i RB. Za ove prora une koriš eni su podaci iz NDT ispitivanja ovih cevovoda ura eni iste godine. Prora un vrsto e izvršen je koriš enjem standarda MKS EN 12963-3, 2007; ASME B31.1-2001 i TDR 300 za prora un napona kolena iz procene preostalog radnog veka prema API 530-2004. Prema standardu TRD300 u cilju dobijanja ta nih vrednosti uzima se u razmatranje stvarno stanje cevovoda prema dobijenim podacima merenja. Podaci za napon se baziraju samo na unutrašnji pritisak pare.

Metod za odre ivanje stvarno potrošenog radnog veka sa primenom LMP zaniva se na primeni jednog parametra ijom pomo i se dobija vremenska zavisnost ja ine materijala.

API 530 (ISO 13704:2001) obuhvata prora un pomo u dijagrama u zavisnosti temeperature spoljnog zida cevi i dijametara cevi i obuhvata LMP.

2.4. Vreme eksploatacije 167 460 h ili 19 332 h od prethodne procene

Izvršen je kontrolni prora un kolena linije RA i RB za odre ivanje preostalog radnog veka.

Ovaj prora un izvršen je na osnovu:

- Metodologije za procenu preostalog resursa materijala prema preporuci standarda GOST RD 10-249-98 i RD 10-400-01; i
- Jakosni prora un prema preporuci standarda MKC EN 12953-3 2007.

Standard RD 10-249-98 i RD 10-400-01 obuhvata debljina zida kolena, relativnu vrednost mernih ta aka, a nominalni dozvoljeni naponi za razli ite temperature i razli ita vremena eksploatacije uzimaju se prema EN 10216-2.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Promena mikro strukture

Promena mikrostrukture materijala 14MoV6-3 i 10CrMo9-10 za razli ite periode eksploatacije pokazani su na slici 2 i 3.

Mikrostrukturno stanje neeksploatisanog materijala 14MoV6-3 za liniju RA je feritno perlitna i u strukturi preovla uje perlit (slika 2.a).

Nakon 87 545 h eksploatacije linije RA, struktura je grubozrnasta sa pojedina nim porama (slika 2. b).

Metalografskom analizom na liniji RA nakon 148.128 radnih sati u eksploataciji (slika 2.d) nisu prime ena vremenska ošte enja tipa grupiranih orjentisanih pora, koja bi ukazala na mogućnost pojave mikro i makro prsline.

Slika 2 - Promena strukture materijala 14MoV6-3

- a) Neeksploatisan materijal;
- b) Eksploatacija od 87 545 h kom. RA6 K3;
- c) Eksploatacija od 137 487 h kom RA6 -K1;
- d) Eksploatacija od 148 128 h kom RA6 - K1;
- e) Eksploatacija od 167460 h RA6 - K1, R7;

Retko prisustvo pojedina nih pora vidljive sa optikom mikroskopom uo eni su samo na nekoliko ispitanih pozicija i to uz nemetalnih uklju aka.

Na ispitanim pozicijama RA linije nakon eksploatacije od 167.460 h (slika 2.e) nije konstatovano zna ajno prisustvo grubih karbida po granicama zrna, a prisutno razugljeni enja strukture je posledica fabrikacije. Perlitno feritno mikrostrukturno stanje uz zadovoljavaju u tvrdo u ukazuje na prisustvo fino disperzirane karbide u feritnoj osnovi, teško vidljive sa optikom mikroskopom. U strukturi ve eg broja ispitanih pozicija uo eni su prisustvo nemetalnih uklju aka sulfidnog i karbidnog tipa kao posledica proizvodnje, koja je u periodu ugradnje cevovoda bila na niskom tehnološkom nivou.

Mikrostrukturno stanje neeksploatiranog elika 10CrMo9-10, linija RB (slika 3.a) je feritno – beinitna, uobi ajena za ovaj kvalitet, sa veli inom zrna 7 po ASTM skali.

Metalogrfska analiza komponenata nakon 87.546 h eksploatacije (slika 3.b) ukazuje da je struktura finozrnasta bez mikropora.

Nakon eksploatacije 137.487 h (slika 3.c) struktura ukazuje da nema pojava degradacije materijala. Struktura je bez prisustva pora, igli asta je i ima nemetalne uklju ke oksidnog tipa.

Slika 3 – Promena strukture elika 10CrMo9-10

- a) Neeksploatiran materijal;
- b) Eksploatacija od 87 545 h kom. RB1 K3;
- c) Eksploatacija od 137 487 h kom RB-K3, R3;
- d) Eksploatacija od 148 128 h kom RB1-K3, R5;
- e) Eksploatacija od 167460 h RB2 – K3, R2;

Analizom površinske mikrostrukture nakon 148 128 [h] (slika 3.d) struktura je perlitna sa izdvojenim karbidima po granicama zrna sa nizama i finim karbidima u zrnju. Ima i pojedina nih pora, nemetalne uklju ke sulfidnog i oksidnog tipa. Na ispitanim pozicijama nije konstatovano vremensko ošte enje tipa grupisanih i orjentiranih pora, koji bi ukazale na mogućnost da u naredno vreme se pojave mikro i makro prsline kao posledica njihovog prisustva. Pojedina ne pore vidljive na optikom mikroskopu uo eni su na nekoliko ispitanih pozicija i to na trojnim granicama.

Nakon 167 460 [h] eksploatacije (slika 3.e) na nekim pozicijama linije RB uo eno je prisustvo nekoliko niza nemetalnih uklju aka oko kojih uo eno je razdvajanje metalne osnove. Površinsko metalostruktorno stanje je feritno - beinitno – perlitno sa prisutnom degradacijom beinitnog i perlitnog mikrokonstituenta. Metalno zrno uglavno je homogeno sa srednjom veli inom bez prisustva mikropora, mikroprslina ili drugih metalno strukturnih defekata.

3.2. Rezultati dimenzionih ispitivanja i ispitivanja trdo e

Stepen ošte enja materijala može se odrediti i merenjem tvrdo e. Tvrdo a bilo kog konstruktivnog materijala tokom eksploatacije se smanjuje zbog toga

što prolazi kroz niz različitih stepena degradacije kao puzanje, tj. zamor materijala. Ovo potvrđuju rezultati

ispitivanja za pojedine komponente u različitim vremenskim periodima eksploatacije dati u tabeli 5.

Tabela 5. Promena tvrdoće nekih komponenti materijala 14MoV6-3 i 10CrMo910 u zavisnosti od perioda eksploatacije

Linija/ godina	Dimenzije	Izmerena debljina min [mm]	Izmerena debljina [mm]	Projektna tvrdoća [HB]	Izmerena tvrdoća min [HB]	Izmerena tvrdoća [HB]	Izmerena ovalnost min. [%]	Izmerena ovalnost [%]
RA6-K1 87545	14MoV6-3 219,2 28	24,2	30,0	143-195	178	Nema podatak	Nema podatak	Nema podatak
137487		23,8	29,9		174	186	2,3	5,7
148128		26,1	29,6		160	185	3,3	6,3
167460		24,2	29,7		155	173	0,91	1,38
RB1-K3 87545	10CrMo910 451 16	14,9	16,8	128-170	133	Nema podatak	Nema podatak	Nema podatak
137487		12,5	17,3		144	183	0,0	2,4
148128		13,7	16,8		147	179	0,0	2,2
167460		12,2	15,7		141	154	0,44	1,12

3.3. Procena preostalog radnog veka u različitim periodima eksploatacije

Ispitivanja sprovedena u Termoelektrani Oslomej na integralnim cevovodima [1], [2], [3], [8] u različitim periodima eksploatacije sa primenom različitih metoda

i postupaka pri proceni preostalog radnog veka/eksploatacije upotrebljivosti i preporuka, daju različite prognoze (Tabela 8), što za naručioce ove proračune ne daju dovoljno jasnu sliku integriteta konstrukcije.

Tabela 6. Proračun preostalog radnog veka u različitim periodima eksploatacije nekih komponenta linije RA i RB u TE Oslomej, primenom navedenih metoda i standarda.

Linija/cevno koleno	Procena po 87545 [h]	Procena po 137487 [h]	Procena po 148128 [h]	Procena po 167460 [h]
R 1- 1	94 328	40 000	20 000	21 000
R 2- 1	106 398	50 000	20 000	20 000
R 6- 1	130 741	35 000	20 000	20 000
RB1- 1	162 259	40 000	28 000	15 500
RB1- 2	93 067	30 000	15 000	12 500
RB1- 7	202 718	30 000	28 000	28 700
RB2- 3	86 169	40 000	10 000	00

4. ZAKLJUČAK

Da bi se dala približno najtačnija ocena preostalog radnog veka materijala treba iskoristiti što više i broj metoda kao što su numeričke metode i kompjuterski softverski paketi za ocenu naponskog stanja i sl.

Metodologije koje obuhvataju više i broj aspekata smanjenja integriteta konstrukcije daju više u sigurnost datih veličina.

Takođe važno je i definisanje nultog stanja materijala na svim komponentama koje se ugrađuju, pre početka eksploatacije, da se definiše kriva puzanja, karta razaranja i deformacija istih, a zatim urade dijagrami za promenu karakteristika materijala u toku eksploatacije.

Na ovaj način dobijaju se oblasti u njihovim granicama bi trebalo da se kreću u podaci dobijeni kontrolom u toku eksploatacije. U toku vremena, sve više i broj statističkih podataka da se sve više i sigurniji interval rasejavanja podataka za promenu karakteristika materijala.

Ne pored toga, treba voditi računa o unifikaciji metoda ispitivanja, po mogućnosti, opreme i laboratorije u svim fazama ispitivanja.

Ispitivanja izvršena u različitim periodima eksploatacije komponenta integralnih cevovoda u TE ukazuju na to da ne može generalno da se da ocena za celu liniju, već pojedinačno za svaku komponentu.

LITERATURA

- [1] INOVATOR-Beograd, -Izveštaj "Procena preostalog radnog vekacevovoda visokih parametara (linija RA, RB, RC i RL) TE Oslomej, Ki evo, 2005.
- [2] MFS-Tehni ki izveštaj-jakosna presmetka i procenka na preostanata raboten vek na cevkovodite RA, RB, RC, RL vo TE OSlomej, Ki evo, 2007g.
- [3] ELTE-Inženjering-Skopje, Tehni ki izveštaj – "Kontrolna presmetka na cevni kolena na parovodite za sveža, topla i ladana parea, opredeluvanje na preostanat resurs i preporaka za idni ispitivanja vo TE Oslomej, Ki evo 2010.
- [4] V. Šija ki Žerav i , M.Radovi Z.Stamenkovi , "Ograni enja primene Larson-Miler parametara za odreivanje preostalog radnog veka komponenata izloženih dugotrajnom visokotemperaturnom puzanju"- ENYU '99.
- [5] ECCC Recommendations - Volume 6: Residual Life, Assessment and Microstructure, 2005.
- [6] Dr Peatr Agatanovic, Different stratigies for evaluation remaining strength and life- Integritet konstrukcija, str.75-89, 2/2001.
- [7] Kumanjin V. I, Kovalev L. A, "Dolgove nost metala v uslovija polzu esti, Metalurgija, Moskva, 1988.
- [8] R. Cvetanoski, Procena preostalog radnog veka integralnih cevovoda kod termoelektrana, TERMO-TEHNIKA br 1-4 god XXV,79-100, 1999.

SUMMARY

USABILITY OF HIGH PRESSURE STEAM PIPELINES IN THERMAL POWER PLANTS FOR EXPLOITATION AFTER THE EXPIRY OF DESIGNED PERIOD

Thermal power plants are constructed of components, especially integrated pipelines, that during the work are exposed at the same time to long-term load (strain), high temperatures in terms of creep, aggressive environment, fatigue and other mechanisms of damage that cause degradation, deformation or cracks, therefore they are limited in the exploitation period.

In order to determine the actual condition of the metal and the reasons for that condition, an assessment of the degree of exhaustion or to give an assessment of the residual life of the parts of the plants, appropriate methods that mainly consist of three phases have been developed and applying: appearance (creation) of cracks, growth of cracks and failure of components when cracks reach the critical value.

The methodologies for estimating the residual life of the components of integrated pipelines in TPP Oslomej for overheated (primary) steam and reheated (secondary) steam are given in this paper, applied in several periods of exploitation including: 87 545, 137 487, 148 128, and 167 460, working hours.

Key words: residual life, heat resistant steels, metallographic structure, degradation of the structure, LMP