

Bookmarks

- IBR 2004 -
DIJAGNOSTIKA I
EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa
rezimeima
 - Uputstvo za
korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i
praksa
 - III - Dijagnostika i
inspekcija
 - IV - Oprema,
razvoj i
automatizacija u
IBR-u
 - V - IBR
standardizacija,
sertifikacija i
menadžment
kvalitetom



СРПСКО ДРУШТВО ЗА ИСПИТИВАЊЕ БЕЗ РАЗАРАЊА
SERBIAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING

Međunarodno savetovanje IBR 2004:

Dijagnostika i ekologija

Pod pokroviteljstvom
Ministarstva nauke i zaštite životne sredine
Republike Srbije

Vreme održavanja
Maj 2004. god.

Bečić

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

ORGANIZACIONI ODBOR (ORGANISATION COMMITTEE)

1. Radoljub Došić, dipl.ing., (predsednik) „Zavod za zavarivanje“ A.D. – Beograd
2. Mr Durdjia Čašić, dipl.ing., Institut „VINCA“ – Beograd
3. Dragoljub Radojčić, dipl.ing., „Zavod za zavarivanje“ A.D. – Beograd
4. Goran Sofronić, dipl.ing., „Zavod za zavarivanje“ A.D. – Beograd
5. Branislav Kovačević, dipl.ing., EPS „Centar za kvalitet“ – Beograd
6. Tatjana Samardžić, dipl.ing., „IAI“ – Beograd
7. Ilijana Dunderski, dipl.ing., „NIS-GAS“ – Zrenjanin

NAUČNO STRUČNI ODBOR (SCIENTIFIC AND TECHNICAL COMMITTEE)

1. Prof. Dr Aleksandar Sedmak, dipl.ing.
2. Dr Slobodan Gajić, dipl.ing.
3. Dr Stefan Janković, dipl.ing.
3. Mr Durdjia Čašić, dipl.ing.
4. Dragoljub Radojčić, dipl.ing.
5. Tatjana Samardžić, dipl.ing.
6. Radoljub Došić, dipl.ing.
7. Goran Sofronić, dipl.ing.

REDAKCIJA ZBORNIKA RADOVA

1. Goran Sofronić, dipl.ing. UREDNIK (EDITOR)
2. Dušan Čašić, dipl.ing. TEHNIČKI UREDNIK (TECHNICAL EDITOR)

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
- Spisak radova sa rezimeima
- Uputstvo za korišćenje CD-a
- I - Primena IBR-a
- II - Ekologija i praksa
- III - Dijagnostika i inspekcija
- IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
- V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

IBR, na račun sa unetihju obrat.
U radu se daje prve primene aplikacija metoda bez razaranja pri dijagnostici stanja, kvaliteta i tehnološki radovima u rekonstrukciji.
KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

II - Ekologija i praksa
KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

III - Dijagnostika i inspekcija
KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom
KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

KLJUCNE RECI:
Ispitivanje materijala bez razaranja, informacije, korozija, dijagnostika
ABSTRACT:
During work-repairs for pipeline of same to burst these IBR on the world, on the radius on inside.
In this paper are explained experiences about using non-destructive testing during diagnosis, testing stand and after stand-repairs pipe.
KEY WORDS:
non-destructive testing, informatic, check, diagnostic

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija**
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

III Dijagnostika i inspekcija

1. „Metodološki pristup analizi stanja i ocena integriteta cevnog sistema kotlova“ (M. Arsić, V. Aleksić, S. Sedmak)
2. „Metodologija endoskopske dijagnostike vazduhoplovnog klipnog motora u sistemu održavanja prema stanju“ (S. Janković, M. Jovanović)
3. „Evaluation some boiler parts from the viewpoint of residual service life“ (E. Slusny - SLOVACKA)
4. „Principles of extending safe operation of boiler critical components on the basis of material examinations“ (A.Hernas, J. Dobryzcki, J. Wodzynski - POLJSKA)
5. „Tribodijagnostika na osnovu dinamike procesa trenja“ (M. Babić, B. Jeremić)
6. „Eksperimentalno merenje zaostalih napona na čeličnoj konstrukciji mosta“ (Z. Burzić, M. Zrilić)
7. „Uticaj izbora mreže KE pri određivanju vrednosti faktora intenziteta napona“ (M.Živković, G. Jovičić, S.Vulović, R.Vujanac)
8. „Ispitivanje turbomlaznih motora na ispitnim stanicama“ (E. Banjac, D. Banjac)
9. „Dijagnostika u brodskoj reparaciji“ (S.Ivošević, N.Ivošević)

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom



METODOLOŠKI PRISTUP ANALIZI STANJA I OCENA INTEGRITETA CEVNOG SISTEMA KOTLOVA

dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, Nenad Marković, maš. inž
GOŠA Institut, Milana Rakića 35, Beograd, razvoj@verat.net, v_aleksic@hotmail.com
prof. dr Stojan Sedmak,
DIVK, Milana Rakića 35, Beograd, asedmak@eunet.yu

Rezime

Preвременi otkaz zavarenih spojeva cevnog sistema (cevi ekonomizera i ekranke cevi) kotlova javlja se istovremenim uticajem velikog broja tehnološko-metalurških, konstrukcijskih i eksploatacijskih faktora. Zato se pogonska sigurnost i integritet cevnog sistema u uslovima eksploatacije, može ostvariti samo pravilnim izborom materijala cevi i potpunim poštovanjem ponašanja osnovnog materijala i zavarenih spojeva u različitim režimima rada kotla.

U radu je na primeru vrelodnog kotla VKL-50 prikazan metodološki pristup analizi stanja cevnog sistema kotlova. Izloženi su rezultati ispitivanja kvaliteta osnovnog materijala i zavarenih spojeva cevi što je omogućilo ocenu integriteta cevnog sistema u različitim režimima rada kotla.

Ključne reči:

analiza stanja, cevni sistem, ocena integriteta

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE STATE ANALYSIS AND ASSESSMENT INTEGRITY OF BOILERS PIPE SYSTEM

Abstract

Precocity failure of pipe system welded joints (pipes of water heater and screen pipes) of steam boilers appears as a consequence of numerous technological, metallurgical and service factors. Therefore operational safety and integrity of pipe system in service conditions can be achieved only by convenient selection of pipe material and complete understanding of base metal and welded joints behaviour.

The methodological approach has been presented for the state analysis of the boiler pipe system. The example of a hot-water boiler VKL-50 has been used to illustrate the testing methods of base metal and pipes welded joints quality. The research results have enabled the integrity assessment of the boiler pipe system in different operation regimes.

Key words:

state analysis, pipe system, assesment integrity

Uvod

Podaci o trenutnom kvalitetu cevnog sistema su potrebni radi donošenja odluke o daljoj eksploataciji i ukupnoj oceni pouzdanosti kotlovskog postrojenja.

Bookmarks

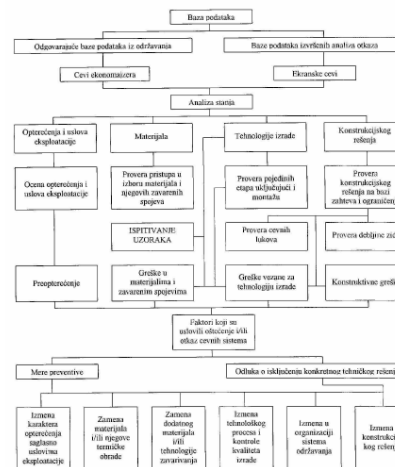
- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija

Analize postojećih rešenja predstavljaju važne informacije i za usavršavanje metoda projektovanja i konstruisanja cevnog sistema kotlova, razvoj novih tehničkih rešenja i metoda ispitivanja, kao i za poboljšanje svojstava postojećih materijala i tehnologija njihove obrade i za razvoj novih materijala.

ANALIZA STANJA CEVNOG SISTEMA KOTLOVA

Analize stanja cevnog sistema kada polazi od baze podataka, sl.1, predstavlja proces koji zahteva sistematičan prilaz problemu i može se smatrati metodološkim pristupom za ocenu kvaliteta i pouzdanosti cevnog sistema u eksploataciji. Prevažodni cilj svake analize trenutnog kvaliteta cevi je procena njihovog radnog veka, sigurnosti i pouzdanosti u radu kotlovačkog postrojenja.



Slika 1. Proces analize stanja cevnog sistema vrelodnog kotla

File Edit View Window Help

Create

101 / 300 71.1%

Tools Sign Comment

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija

OCENA KVALITETA I INTEGRITETA CEVNOG SISTEMA KOTLA VKL-50

Vielorođni kotao VKL-50 služi za toplifikaciju, a njegov cevni sistem izrađen je od besparnih cevi prečnika 57 mm, debljine zida 4 mm. Pritisak vrela vode na izlazu je 13 bar, a temperatura 170 °C. Cevi su zavarene TIG postupkom.

Analiza hemijskog sastava materijala cevi

Analiza hemijskog sastava materijala cevi urađena je na uzorku uzetom sa cevi koja je bila u eksploataciji.

Tabela 1. Hemijski sastav materijala cevi

Hemijski elementi	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Cr	Ni	Nb
Sadržaj %	0.12	0.27	0.43	0.006	0.006	0.018	0.225	0.051	0.01	0.011

Rezultati analize, dati u tab. 1, pokazuju da je čelik garantovane čistoće sa niskim sadržajem P+S, a nešto povećanim procentom Cu i Nb kao slučajnim primesama.

Sadržaj bakra iznad 0.2% povećava otpornost čelika prema atmosferskoj koroziji. Međutim na povišenim temperaturama ili za vreme zavarivanja postaje neposredni uzročnik interkristalnog uktujavanja naročito ako se po granicama zrna izluci interkristalni krsti sloj CuFe – poznat efekat CCC (Copper Contamination Cracking – bakrom zaprljane površine).

Sadržaj Nb je takođe visok. Niobijum već pri malim sadržajima (0.005-0.008) gradi karbonitride koji posle valjanja daju vrlo sitne i brojne čestice čime se postiže efekat povećanja granice tečenja i smanjenja udarne žilavosti. U sitnozrnim čelicima ja sadržaj Nb iznad 0.02%.

Ispitivanje zavarenih spojeva zatezanjem

Ispitivanja zatezanjem zavarenih spojeva izvedena su na sobnoj temperaturi na tehničkim epruvetama sa nadvišenjem i na standardnim epruvetama sa paralelno obrađenim bokovima, koje su ispitane na sobnoj i povišenoj temperaturi (200 °C). Rezultati ispitivanja prikazani su u tab. 2.

SDIBR – Savetovanje 93 Bečići, 24. – 28. 06. 2004

8.26 x 11.69 in

9:37 AM 2/9/2024

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija

Tabela 2. Rezultati ispitivanja zatezanjem


Epruveta	Dimenzije epruvete		Sila na granici tečenja	Granica tečenja	Sila kidanja	Zatezna čvrstoća	Izduženje	Suženje preseka
	a [mm]	b[mm]	F _t [N]	R _m [MPa]	F _m [N]	R _m [MPa]	A ₅ [%]	Z[%]
teh.1	3.6	17.5	22563	358	28449	452	24.5	51.1
teh.2	3.6	17.8	23544	367	29430	459	25.5	53.5
Sr. vr. za tehničku epruvetu				363		456	25	52.3
stand.3	3.6	15.4	17168	301	22563	396	24.5	53.3
stand.4	3.6	15.2	17658	323	22073	403	18.0	45.8
Sr. vr. za standardnu epruvetu				312		400	21.3	49.6

Ispitivanja zavarenih spojeva zatezanjem ukazuju na zadovoljavajuću čvrstoću, uz relativno veliku plastičnost.

Ispitivanje tvrdosti zavarenih spojeva

Na pripremljenom uzorku ispitana je tvrdoća kroz zavareni spoj po Vikersu (HV 30), tab. 3.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja tvrdoće zavarenog spoja HV 30

Vrsta zavarenog spoja	Merna mesta													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	15	15	22	22	15	15	14	14	16	16	22	22	15	14
	5	5	3	3	2	5	5	8	3	7	3	5	5	5

Rezultati ispitivanja pokazali su da je tvrdoća zone uticaja toplote veća za oko 20% od tvrdoće osnovnog metala, što je neznatno, a da je tvrdoća metala šava veća za oko 48% od tvrdoće osnovnog metala, što za posledicu ima povećanje krstosti u zoni metala šava.

Ispitivanje žilavosti zavarenih spojeva

Ispitivanje udarne žilavosti obavljeno je na temperaturi 20 °C, na epruvetama čiji je poprečni presek manjih dimenzija od osnovne standardne epruvete, zbog dimenzija cevi. Zarez je napravljen u metalu šava. Rezultati ispitivanja, prikazani u tab. 4, pokazuju da je udarna žilavost metala šava zadovoljavajuća.

File Edit View Window Help

Create

103 / 300 71.1%

Tools Sign Comment

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

8.26 x 11.69 in

SDIBR – Savetovanje 95 Bečići, 24. – 28. 05. 2004

9:38 AM 2/9/2024

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija

Tabela 4. Rezultati ispitivanja žilavosti

Epruveta	Dimenzije, [mm]		Površina A, [cm ²]	Energija loma KV, [J]	Žilavost, [J/cm ²]
	a	c			
1	3.7	6.53	0.242	46.1	191
2	3.8	6.27	0.238	47.1	198
3	3.7	6.19	0.229	42.2	184
4	3.7	6.45	0.238	47.2	198
5	3.8	6.35	0.241	46.2	192
Srednja vrednost				45.76	193

Metalografska ispitivanja zavarenog spoja

Na posebno pripremljenom izbrsku izvršena su makroskopska i mikroskopska ispitivanja. Makroskopskim ispitivanjima je nađeno da je penetracija zadovoljavajuća i da nema pralina. Mikroskopskim ispitivanjima je utvrđeno da je struktura osnovnog metala feritno-perlitna sa odnosom 80:20 i veličinom zrna 5-7, dok je u korenom prolazu metala šava prisutna Vidmanstetenova struktura /1/.

Metalografska ispitivanja cevnih lukova

Metalografska analiza je izvršena u cilju utvrđivanja deformacije zrna u spoljnoj i unutrašnjoj zoni cevnih lukova. Analiziran je uzorak u najkritičnijoj zoni (zona sa najvećim zatezanjem u spoljnjem delu luka) /1/.

Uočena je velika deformacija zrna u pravcu zatezanja (zrno je izduženo), što je povoljno samo ako opterećenje deluje u pravcu zrna. Mikrostruktura unutrašnje zone takođe je izdužena ali manje od strukture u spoljnoj zoni. Na unutrašnjem luku u obe zone zrno je pretrpelo deformaciju sabijanja pa je došlo do njegovog zadebljanja.

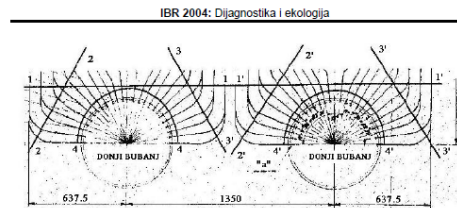
Ultrazvučna provera debljine zida cevnog sistema i kontrolni proračun čvrstoće

U cilju utvrđivanja stanja cevnog sistema vrelodnog kotla izmereni su debljina zida cevi (u iznosu 10%), sl. 2, i uvađen je kontrolni proračun na čvrstoću. Minimalna izmerena debljina zida cevi iznosi $s_{min}=2.6$ mm.

Potrebna debljina zida cevi pod unutrašnjim pritiskom za utvrđenu granicu tečenja i radne parametre (uslove eksploatacije) iznosi $s=1.6$. To ukazuje da su izmerene debljine zida cevi u granicama dopuštenih vrednosti.

Bookmarks

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom



Slika 2. Shematski prikaz: donjeg zagrejača vode sa mernim područjima i pravcima merenja debljine zida cevi ultrazvukom

Ultrazvučna provera debljine zida cevnih lukova

Najosetljiviji delovi cevnog sistema su najčešće lukovi čija je otpornost manja od otpornosti pravih delova. Oštećenja se najviše koncentrišu u zoni istezanja lukova i neutralnoj zoni. Ubrzanom oštećenju doprinose i koroziona zamorna razaranja. Iz navedenih razloga izvršena je provera geometrije lukova odnosno debljine zidova lukova i njihova promena u odnosu na pravi deo. Izmerena su po tri luka od 90° i 120°. Merna mesta na spoljnjem luku su na međusobnim rastojanjima po 30 mm, a na unutrašnjem po 25 mm.

Najmanja debljina zida spoljnog cevnog luka je 3.7 mm što je za 7.5% manje od osnovne debljine, a najveće zadebljanje na unutrašnjem cevnom luku je 5.0 mm i to u osi simetrije luka što je za 25% veće od osnovne debljine zida cevi.

Proračun cevnih lukova

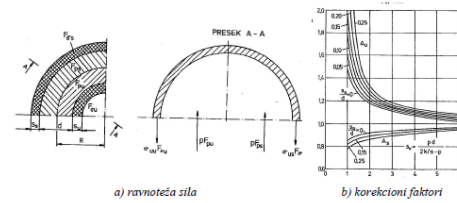
Srednji obimni napon koji se javlja u zidovima cevnog luka koji je izložen unutrašnjem pritisku izračunava se na osnovu ravnoteže sila u prostoru koji je pod pritiskom F_p , sl. 3a, u kome vlada sila pF_i i od napona koji vlada u materijalu poprečnog preseka F_c sa rezultujućom silom na strani krivine postavljane u zidu debljine s .

Bookmarks

-

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija



Slika 3. Određivanje debljine zida cevnog luka pod dejstvom unutrašnjeg pritiska

Ako se uzme da je naprezanje jednako dozvoljenom napom, odnosno $\sigma_u = K/S$ (K-granica tečenja, S-stepen sigurnosti), prema hipotezi o složenom tangencijalnom napom, za neophodnu najmanju debljinu unutrašnjeg i spoljnog zida cevi, dobijaju se relacije:

$$s_u = s_0 \frac{2 \cdot R - \frac{d}{2}}{2 \cdot R - d - s_u}, s_s = s_0 \frac{2 \cdot R - \frac{d}{2}}{2 \cdot R - d - s_s}, s_0 = \frac{d}{2 \cdot \left(\frac{K}{S} \right)^{p-1}}$$

gde je s_0 najmanja debljina zida. Korekcionni faktor za određivanje debljine zida cevnog luka pod dejstvom unutrašnjeg pritiska prikazani su na sl. 3b.

Za razmatrane cevne lukove ($\varnothing 57/90^{\circ}-200$ mm i $\varnothing 57/120^{\circ}-90$ mm) najmanje izmerene debljine zida zadovoljavaju.

Analiza korozionog oštećenja na čvrstoću i preostali vek cevi

Postupak utvrđivanja čvrstoće i preostalog veka trajanja cevovoda sa eroziono-korozionim (EK) oštećenjima zasniiva se na sledećim principima [2]:

- čvrstoća cevovoda sa EK oštećenjima u toku celog eksploatacionog perioda do donošenja odluke o popravci, ne sme da bude manja od projektne čvrstoće;
- čvrstoću cevovoda sa EK oštećenjima ne treba određivati samo u trenutku redovnog pregleda, već je takođe treba predvideti i za period do narednog redovnog pregleda;
- predistoriju razvoja svakog pojedinačnog oštećenja izazvanog EK dejstvom, treba uzeti u obzir prilikom proračuna, tj. vreme korišćenja cevnog sistema sa EK oštećenjima i kinetiku rasta defekta.

Oslabljena oblast usled korozije utvrđuje se na osnovu rezultata pojedinačnih ispitivanja stanja cevnih elemenata. Granična vrednost dopuštene dužine korozionog oštećenja cevi prema [2] za koje se može smatrati da ne smanjuje nosivost, određuje se jednačinom:

$$L_{\text{dog}} = 8 \cdot \sqrt{R \cdot t_{\text{min}}}$$

gde je R poluprečnik cevi.

Bookmarks

-

- IBR 2004 - DIJAGNOSTIKA I EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa rezimeima
 - Uputstvo za korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i praksa
 - III - Dijagnostika i inspekcija
 - IV - Oprema, razvoj i automatizacija u IBR-u
 - V - IBR standardizacija, sertifikacija i menadžment kvalitetom

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija

Procenu vremena sigurne eksploatacije, ako je zadovoljen uslov iz gornje jednačine, određuje se korišćenjem sledeće zavisnosti:

$$T = \frac{t - t_0}{t - t_1} \cdot \frac{T_1}{K}; K = (i_0 + 1.4) / (i_0 + 1),$$

gde je T_1 period eksploatacije cevnje sekcije pre poslednjeg pregleda, K korekcionni faktor moguće greške, i_0 ukupan broj pregleda korozionnog oštećenja u toku eksploatacije cevi.

Interval pouzdane eksploatacije ΔT cevnog sistema sa korozionim oštećenjima određuje se iz izraza

$$\Delta T = T - T_1$$

Navedeni postupak ima praktični značaj, jer omogućava da se utvrdi period sigurnog rada cevnog sistema i proceni vreme do narednog pregleda ili reparature na bazi ispitivanja bez razaranja. Za njegovu primenu neophodno je postojanje adekvatne baze podataka, sl. 1.

Procena pouzdanosti zavarenih cevi

Za procenu pouzdanosti zavarenih spojeva cevi vrelodnog kotla VKL-50 (nema baze podataka), primenjen je probabilistički model tipa "čvrstoća-naprezanje", koji se zasniva na predstavljanju karaktera promene čvrstoće zavarenih spojeva i promene naprezanja, koja deluju u vidu slučajnih veličina ili slučajnih funkcija vremena. Pri tome se pod naprezanjem podrazumevaju svi spoljni uticajni faktori, a pod čvrstoćom zbir unutrašnjih osobina zavarenog spoja. Otkaz predstavlja slučajno stanje koje odgovara definisanom stepenu prekoračenja naprezanja u odnosu na čvrstoću [1].

Pri proceni pouzdanosti zavarenih spojeva su razmotrene tri promenljive: unutrašnji prečnik ($D_0=49$ mm), pritisak i adnog fluida u cevi ($p=1.3$ MPa) i debljina zida cevi ($t=4$ mm).

Srednje naprezanje u datoj debljini zida cevi je: $\bar{\sigma} = \frac{D_0 \cdot p}{2 \cdot t}$

Varijansa naprezanja zavisi od varijance pojedinih promenljivih: $\sigma = \sqrt{D_0 \cdot p} = f(x_1, x_2, x_3)$

Kada nema međusobne korelacije, za slučaj sa tri promenljive, varijansa naprezanja je:

$$s_{\sigma}^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \right)^2 s_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \right)^2 s_{x_2}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_3} \right)^2 s_{x_3}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_4} \right)^2 s_{x_4}^2,$$

$$s_{\sigma}^2 = \left(\frac{p}{2 \cdot t} \right)^2 s_{D_0}^2 + \left(\frac{D_0}{2 \cdot t} \right)^2 s_p^2 + \left(\frac{D_0 \cdot p}{2 \cdot t} \right)^2 s_t^2$$

Pod pretpostavkom da se promene čvrstoće i naprezanja pokoravaju normalnom zakonu raspodele, i da nema međusobne korelacije, pouzdanost zavarenih spojeva (R) se izračunava:

$$R = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx, \text{ pri čemu je } m = \frac{R_{\text{zn}} - \bar{\sigma}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\sigma}^2}}$$

Izračunavanjem integrala, u formuli za R , metodom brojnog integriranja dobija se za neoštećene cevi (debljina zida $t=4$ mm) vrlo visoka pouzdanost zavarenih spojeva $R=0.9$, a za oštećene cevi (debljina zida $t=2.6$ mm) pouzdanost zavarenih spojeva $R=0.66$, što ukazuje na mogućnost pojave otkaza u eksploataciji.

File Edit View Window Help

Create

107 / 300 71.1%

Tools Sign Comment

Bookmarks

- IBR 2004 -
DIJAGNOSTIKA I
EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa
rezimeima
 - Uputstvo za
korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i
praksa
 - III - Dijagnostika i
inspekcija
 - IV - Oprema,
razvoj i
automatizacija u
IBR-u
 - V - IBR
standardizacija,
sertifikacija i
menadžment
kvalitetom

IBR 2004: Dijagnostika i ekologija

Zaključak

Dug radni vek, sigurnost i pouzdanost u radu su ciljevi, kojima su namenjena istraživanja postupka za određivanje stanja cevnog sistema kotla. U tu svrhu su za konkretan slučaj izvršena laboratorijska ispitivanja materijala cevi i zavarenih spojeva, proverena je geometrija cevnih lukova, izvršena je ultrazvučna kontrola debljine zida cevi i urađeni odgovarajući proračuni.

Zaključci koji proizilaze su sledeći:

1. Prikazani metodološki pristup za analizu stanja cevnog sistema kotlova, može biti upotrebljen pri izradi nove ili poboljšanju postojeće konstrukcije, za planiranje obima i termina izvođenja remonta i količine rezervnih delova.
2. Probabilistička analiza pouzdanosti kritičnih zavarenih spojeva omogućava da se proceni kojom se verovatnoćom inženjerska procena približava stvarnom stanju.
3. Uvođenje informacionog sistema i formiranje odgovarajućih baza podataka od izuzetnog je značaja za preventivno održavanje i ocenu kvaliteta cevnog sistema, kao i spremnosti za upotrebu kotla u celini.

Literatura

[1] M.Arsić, V.Aleksić, A.Sedmak, O.Popović: Ocena pouzdanosti cevnog sistema vrelodnog kotla na bazi analize stanja, Procesna tehnika 2-3/2000, str. 248-252.
[2] Korhonen, R., O. Hietanen: Erosion-corrosion of parallel feed water discharge lines in Lovusa WWR 440, ibid.1994.

SDIBR – Savetovanje 99 Bečići, 24. – 28. 06. 2004

8.26 x 11.69 in

9:39 AM
2/9/2024

- Bookmarks
- IBR 2004 -
DIJAGNOSTIKA I
EKOLOGIJA
 - Spisak radova sa
rezimeima
 - Uputstvo za
korišćenje CD-a
 - I - Primena IBR-a
 - II - Ekologija i
praksa
 - III - Dijagnostika i
inspekcija
 - IV - Oprema,
razvoj i
automatizacija u
IBR-u
 - V - IBR
standardizacija,
sertifikacija i
menadžment
kvalitetom

