

TEHNOLOGIJA SANACIJE PLAKATURE OMOTAČA REAKTORA

Dragan **MITIĆ**, ZAVOD ZA ZAVARIVANJE, Beograd, SRBIJA, Tel. +381628023239;
draganmitic@zzz.co.rs

Davor **GRUBER**, ZAVOD ZA ZAVARIVANJE, Beograd, SRBIJA, Tel. +381628023236;
davorgruber@zzz.co.rs

SAŽETAK - U radu reaktora dolazi do oštećenja plakature omotača, a samim tim i do direktnog dodira fluida osnovnog materijala omotača, pri čemu dolazi do razaranja osnovnog materijala reaktora. Osim toga, prilikom ispada reaktora iz rada (npr. nestanak električne energije), dolazi do nekontroliranog zagrijavanja omotača, njegovog širenja, a samim tim i do pojave pukotina na kutnim spojevima nosača i plakature omotača.

Tehnologijom sanacije sanirane su pukotine na kutnom spoju nosača i plakature omotača, a provedeno je i navarivanje oštećenih mjesta plakature.

Ključne riječi: reparatura, sanacija, plakatura, reaktor, navarivanje, ispitivanje bez razaranja

ABSTRACT - The shell cladding damage occurs in reactor operation, that resulting in direct fluid contact with the basic shell material, causing destruction of the reactor basic material. Besides, when the reactor operation is interrupted (e.g. electric power cutoff), there is uncontrolled heating of the shell, its expanding, and in that, cracks occurrence on the corner welding joints of supports and the shell cladding.

By means of rehabilitation, the cracks were repaired on the corner joints of the support and shell cladding, as well as surfacing of damaged cladding points.

Keywords: repair, rehabilitation, cladding, reactor, surfacing, Non-destructive testing

1. UVOD

U radu reaktora dolazi do oštećenja plakature omotača, a samim tim i do izravnog dodira fluida i osnovnog materijala omotača, pri čemu dolazi do razaranja osnovnog materijala reaktora. Osim toga, prilikom ispada reaktora iz rada (npr. nestanak električne energije), dolazi do nekontroliranog zagrijavanja omotača, njegovog širenja, a samim tim i do pojave pukotina na kutnim spojevima nosača i plakature omotača. Odgovarajućim planom ispitivanja bez razaranja mogu se spriječiti manja, ali i veća havarijska oštećenja koja mogu biti i katastrofalnih razmjera.

Reaktori se nalaze u sklopu reaktorske sekcije, gdje se odvija proces platforminga.

To je katalitički proces reformiranja nisko kvalitetnog teškog primarnog benzina u visoko kvalitetno motorno gorivo, pomoću katalizatora u prisustvu vodika.

2. METODE

2.1 Materijal korišten za izradu reaktora

U radu je dan osvrt na reaktore 05 - R - 1A fb6871 i 05 - R - 1B fb6872, proizvedene 1984 od Petrolinvesta. Reaktori su izrađeni od čelika za rad na povišenim temperaturama, Tablica 1, oznake A387 Gr22C12, plakatura je od nehrđajućeg čelika A240 Tp347, a materijal nosača je čelik SA 240 TP321.

Zapremina reaktora $V = 60.5M^3$, pritisak $p = 151.77$ bara, a temperatura $T = 454^\circ C$.

Kemijski sastav osnovnog materijala %									
materijal	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	
A387 Gr22 C12	0.05-0.15	0.5	0.3-0.6	$\leq 0,035$	$\leq 0,035$	2-2.5	0.9-1.1		
A 240 Tp347	0.08	0.75	2	$< 0,045$	$< 0,03$	17-19	/	9-13	$10xC < 1 Nb$
SA 240 Tp321	0.08	1	2	$< 0,045$	$< 0,03$	17-19	/	9-12	$5(C+N) < Ti$ < 0.7

Tablica 1. kemijski sastav materijala

Mehaničke karakteristike A 387 Gr 22C12					
Karakteristika	Napon tečenja	Zatezna čvrstoća	Izduženje		
Jedinica mjere	N/mm ²	N/mm ²	%	J	°C
Vrijednost	205	415-585	18		+20

Mehaničke karakteristike A 240 Tp 347					
Karakteristika	Napon tečenja	Zatezna čvrstoća	Izduženje	Žilavost	
Jedinice	N/mm ²	N/mm ²	%	J	°C
Vrijednost	205	515	40		+20

Mehaničke karakteristike A 240 Tp 231					
Karakteristika	Napon tečenja	Zatezna čvrstoća	Izduženje	Žilavost	
Jedinica mjere	N/mm ²	N/mm ²	%	J	°C
Vrijednost	205	515	40		+20

2.2 Nerazorna ispitivanje, ocijena stanja i izbor načina sanacije

1. Na temelju vizualnog nalaza oštećenja plakature, nađene su zone gdje je došlo do mjestimičnog odvajanja sloja plakature, zbog različitih koeficijenta istezanja dvaju različitih čelika ili zbog pogrešaka još kod

stvaranja plakature.

Penetrantskim ispitivanjem je potvrđeno postojanje pukotina i određena točna duljina pukotina, a ultrazvučnim ispitivanjem istražena je povezanost bijelog metala na osnovni materijal ISO 4386-1 i veličina odvajanja. **slika 1**

2. Osim toga, zbog nekontroliranog zagrijavanja reaktora dolazi do širenja omotača, a samim time i do pojave pukotina na kutnim zavarenim spojevima nosača i plakature omotača. Na reaktoru 1A od 12 nosača, došlo je do pojave pukotina na 6 zavarenih spojeva nosača, a na reaktoru 1B od 12 nosača, pukotine su se pojavile na 5 kutnih spojeva nosača i plakature. U ovom slučaju je korišteno penetrantsko ispitivanje. **slika 2**



Slika 1



Slika 2

Uzevši u obzir oštećenja plakature, kao i pojavu pukotina na kutnim spojevima nosača i plakature, odlučili smo se da se sanacija oštećenja plakature provede navarivanjem TIG postupkom, a da se popravak kutnih spojeva izvrši TIG postupkom zavarivanja.

Priprema za navarivanje sastoji se u tome što se "nabubreni dio" skida brušenjem. Priprema za zavarivanje kutnih spojeva nosača i plakature omotača, sastoji se u tome što se ručnim glodalom izlijebi rubove zavarenog spoja prema plakaturi ili prema nosaču. Nakon pripreme izvrši se ispitivanje penetrantima ruba žlijeba i u slučaju odgovarajuće kvalitete provodi se zavarivanje.

2.3 Dodatni materijal

Shodno osnovnom materijalu od koga je izrađen reaktor i sve njegove komponente te u skladu za zahtjevanom kvalitetom navarenih i zavarenih spojeva, u procesu zavarivanja koriste se sljedeći dodatni materijali. **Tablica 2**

Za navarivanje omotača reaktora, koristiti će se kao dodatni materijal AWS A5.18 -05 ER 90S komercijalne oznake Böhler CM2 - IG promjera Ø2.4mm, veza između osnovnog materijala i plakature napraviti će se dodatnim materijalom AWS A 5.9 ER 309, komercijalne oznake Böhler FF - IG promjera Ø2.4 mm. Navarivanje plakature napraviti će se dodatnim materijalom AWS A 5.9 ER 347, komercijalne oznake Böhler SAS2 - IG, promjera žice Ø 2.4mm.

Kako je u pitanju postupak koji se izvodi u zaštiti inertnog plina, koristit će se zaštitni plin kvalitete EN ISO 14175 : I1 (čistoća 99.999%).

Tablica 2

Kemijski sastav dodatnih materijala										
Oznaka dodatnog materijala	element %									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Co	W	V	Fe
CM2 - IG	0,06	0,7	1.1	2.6	1					
FF - IG	0.08	1.1	1,6	23		12.5				
SAS2 - IG	0.0035	0.5	1.4	19.4		9.5	+Nb			

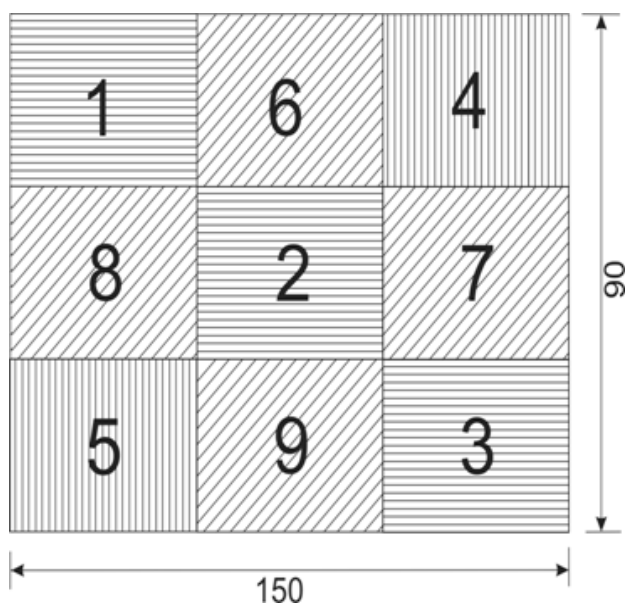
Mehaničke karakteristike dodatnog materijala						
Oznaka dodatnog materijala	Karakteristika i jedinica mjere					
	Napon tečenja	Z a t e z n a čvrstoća	Izduženje	Žilavost		Tvrdća
	N/mm ²	N/mm ²	%	J	°C	
CM2-IG	440-470	580-600	25-27	170-230	20	Hb
FF-IG	480-500	620-630	32-34	115	20	/
SAS-IG	490	660	35	140		

Tablica 2

3. REZULTATI

3.1 Reparatura navarivanjem i zavarivanjem

Kako je pojava zaostalih napona neminovna, a obzirom na obim zavarivanja i količine nanošenja dodatnog materijala, potrebno je pridržavati se određenog redoslijeda zavarivanja, kako bi se ova pojava što više umanjila. Suma zaostalih napona uslijed prevelikog unosa energije ili lošeg redoslijeda navarivanja, može dovesti do pojave pukotina na zavarenom spoju, i to u ZUT-u (zoni utjecaja topline) ili osnovnom materijalu. Zato je neophodan redoslijed navarivanja plakature. **Slika 3** i **Slika 4**



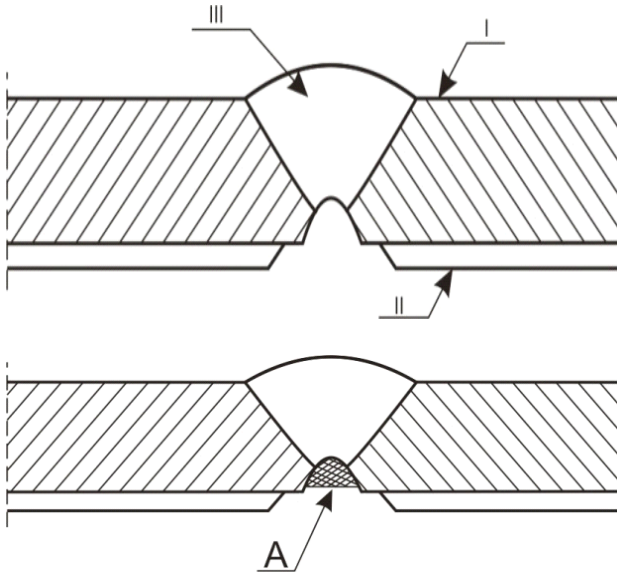
Slika 3



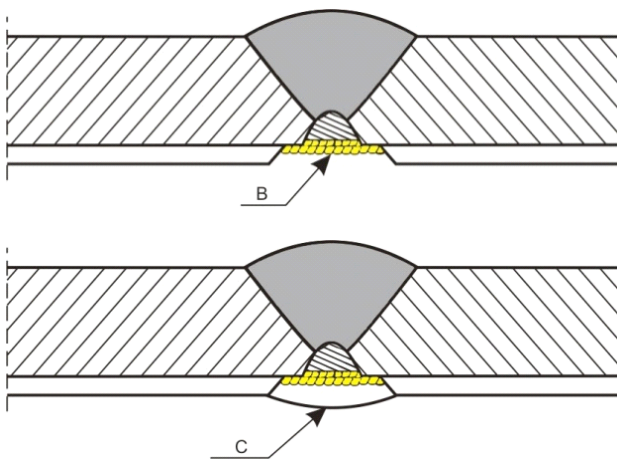
Slika 4

Osnovna poteškoća u navarivanju plakature je miješanje osnovnog i dodatnog materijala u navarenom sloju, pa se zbog toga navarivanje provodi u više slojeva. Da bi se osigurao što "čišći" navareni sloj, poželjno je navarivanje prvog sloja, dodatnim materijalom iz grupe CrNi 25 /14. **Slika 5**

Površinu navarenog ugljičnog čelika treba obrusiti, a vezivni sloj treba brusiti, polirati, a u nekim slučajevima, čak i pasivizirati. Da bi se izbjegle deformacije prilikom navarivanja, navarena površina se dijeli na manje površine i onda se zavaruje "na preskok" uz propisan redoslijed navarivanja.



Slika 5



Slika 6 skica redoslijeda navarivanje plakature omotača reaktora

Sanacija plakature omotača reaktora sa strane plakature radi se na sljedeći način:

- Najprije se navari osnovni ugljični čelik odgovarajućim dodatnim materijalom
- Nakon toga se izbrusi zavar 2mm ispod platiniranog sloja i zavari se jedan prijelazni sloj žicom iz skupine 25 /14.
- Zatim se izbrusi prijelazni sloj i po mogućnosti ispolira, nakon čega se izvrši pasivizacija navara
- Na kraju se vrši navarivanje završnih slojeva plakature dodatnim materijalom iz grupe austenitnih čelika tipa 347. (Slika 6).

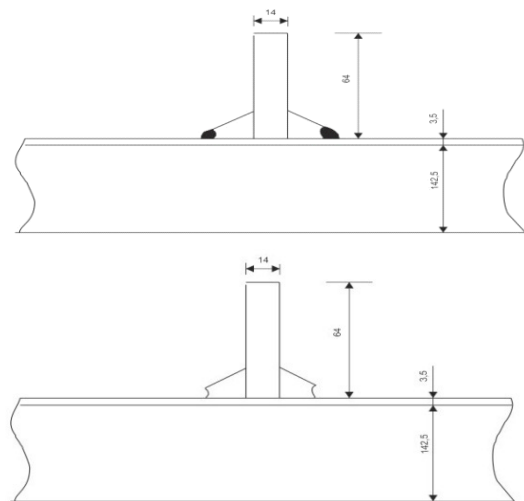
Priprema za zavarivanje kutnih spojeva nosača i plakature omotača, sastoji se u

tome što se ručnim glodalom izlijebi rubove zavarenog spoja prema plakaturi ili prema nosaču. Nakon pripreme, izvrši se ispitivanje rubova žlijeba penetrantskom metodom ispitivanja i tada se smatra žljeb spreman za zavarivanje .

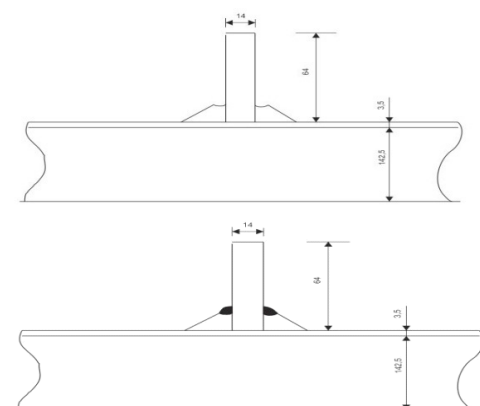
Tehnologija sanacije pogrešaka vrste pukotina putem zavarivanja ima dvije mogućnosti i to :

a) Ako je pukotina na prijelazu između kutnog spoja i plakature omotača, onda se zavaruje dodatnim materijalom AWS : A5.9 ER347, komercijalne oznake Böhler SAS2 - IG \varnothing 2.4mm . Slika 7 i Slika 7a.

b) Ako je pukotina na prijelazu između kutnog spoja i nosača, onda se zavaruje dodatnim materijalom AWS: A5.9 ER309, komercijalne oznake Böhler FF - IG \varnothing 2.4mm. Slika 8 i Slika 8a.



Slika 7



Slika 8



Slika 7a



Slika 8a

4. DISKUSIJA

4.1 ZAVARIVANJE

Pored svih naprijed navedenih uvjeta za zavarivanje TIG postupkom u zaštiti argona, potrebno je zavarivati odozdo prema gore, takozvanim "rakovim korakom" na preskok s prekidima, da ne bi došlo do pojave pukotine po sredini zavarenog spoja, jer je u ovom reaktoru došlo do širenja omotača, a samim tim i do pojave većeg razmaka između nosača i plakature omotača reaktora.

Tamo gdje je zbog nepristupačnosti bilo teže zavarivati odozdo prema gore, zavarivali smo odozgo nadolje. Dok kod zavarivanja kutnih spojeva omotača plakature na reaktoru 05R1A nije bilo nikakvih problema, kod zavarivanja tih istih spojeva na reaktoru 05R1B, bilo je problema, to jest dolazilo je

do pojave toplih pukotina. Radi toga smo kutne spojeve omotača plakature radili TIG postupkom korakom unatrag, odozdo prema gore s prekidima. Nakon modifikacije metode zavarivanja nije više dolazilo do pojave pukotina.

4.2 ISPITIVANJE BEZ RAZARANJA

Prilikom reparature reaktora, izvršena je kontrola prije zavarivanja, tijekom zavarivanja i nakon zavarivanja. Nakon navarivanja plakature izvršena je vizualna kontrola, a zatim ispitivanje penetrantskom metodom ispitivanja. Slika 9 i Slika 10. Prilikom ispitivanja nisu pronađene indikacije tipa pukotina, pora itd. Ultrazvučnim ispitivanjem u skladu sa EN ISO 10160, ispitan je osnovni materijal debljine $d=146\text{mm}$, da se ustanovi ukoliko je došlo do oštećenja nagrizanjem ili pojavljivanjem pukotina.



Slika 9



Slika 10

Kod popravka kutnih zavara, izvršena je vizualna kontrola žlijeba EN ISO 17637, kao i penetrantska kontrola stranice žlijeba, nakon mehaničke obrade. Nakon zavarivanja, izvršena je vizualna kontrola zavarenog spoja, a zatim i ispitivanje penetrantskom metodom.

Za kontroliranje reaktora, propisuje se kvalitete zavarenih spojeva razine "B" prema EN 5817.

5. ZAKLJUČAK

Nakon izvršene reparature, dana je garancija za izvršene radove u trajanju od godine dana, to jest do sljedećeg remonta. Tamo gdje je došlo do većeg porasta temperature u reaktoru, uzrokovano je širenje omotača,

a samim tim i povećao se razmak između plakature i nosača, tako da je na tim spojevima došlo do dodatnog opterećenja. U tom slučaju mehaničke karakteristike dodatnog materijala nisu mogle zadovoljiti novo nastala naprezanja. Tek kad je izvršen popravak tehnikom zavarivanja odozdo prema gore, povratnim korakom s vremenskim prekidi- ma, zavareni spojevi su bili bez indikacija pogrešaka. Ovo je pouka da se proces prati kontinuirano, kako ne bi došlo do ispada rada reaktora, jer u slučaju višeg porasta temperature, može doći do znatnog širenja omotača, a samim tim i do pojave većih razmaka, koje ova vrsta dodatnog materijala kojim je rađena reparatura neće izdržati tako povećana naprezanja.



Optimalna rješenja za kontrolu bez razaranja

Ako tražite rješenja za kontrolu kvalitete u vašoj organizaciji ili tražite opremu za KBR, mi smo prava adresa na koju se trebate obratiti!!!



**Trokut Test d.o.o., Hermanova 18B, 10020 Zagreb, Croatia, Tel. : +385 1 652 1844,
Fax. : +385 1 652 1866, contact@trokuttest.com, www.trokuttest.com**