

POPRAVKA GLAVNOG CILINDRA PREŠE SECIM 500 TONA

REPAIR MAIN CYLINDER PRESSES SECIM 500 TONS

Dunder Marko¹, Samardžić Ivan¹, Samardžić Mijat², Dunder Ivan¹

¹ Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Sveučilište u Slavonskom Brodu

² Đuro Đaković Termoenergetska postrojenja, Dr. Mile Budaka 1, Slavonski Brod,

Ključne riječi: preša SECIM 500 t, glavni cilindar, reparaturno zavarivanje, ultrazvučna kontrola, hidraulična proba

Key words: press of SECIM 500 tonnes, main cylinder, reparation welding, ultrasound control, hydraulic test

Sažetak: Za potrebe firme Pretis d.d. iz Sarajeva, BiH, trebalo je izvesti popravak cilindra preše SECIM 500 tona. Na glavnem cilindru dimenzija f 845 mm x 2125 mm došlo je do propuštanja ulja. Pri vanjskom pregledu vizualno su uočene dvije pukotine dužine 235 mm i 182 mm. U radu je opisan postupak reparaturnog zavarivanja pukotina na glavnom cilindru preše SECIM 500 tona.

Abstract: For the purposes of the company Pretis d.d. from Sarajevo, BiH, the repair of the cylinder of the press of SECIM 500 tonnes had to be carried out. Oil leakage occurred on the main cylinder with dimensions of f 845 mm x 2125 mm. At the external inspection, two 235 mm and 182 mm long cracks were visually detected. This thesis describes the procedure of reparation welding of cracks on the main cylinder of the press of SECIM 500 tonnes.

1 UVOD

Hidraulične preše su preše koje stvaraju tlačne sile pomoću hidrauličnog cilindra. Princip rada hidraulične preše zasniva se na Pascalovom zakonu. Prema Pascalovom zakonu vanjski tlak u tekućini, koja se nalazi u zatvorenoj posudi, širiti će se jednakom na sve strane. Drugim riječima se može reći da s jedne strane preše primjenjuje se manja sila, dok će se s druge strane pojaviti veća sila na većoj površini, jednolikim širenjem tlaka kroz posudu. Primjena ovakvih preša je u uvjetima rada koje zahtijevaju velike sile uz miran rad i jednakе brzine gibanja alata.

Hidraulični cilindar je najčešći izvršni dio u hidrauličkom pogonu. Služi za pretvorbu energije hidrauličkog fluida u mehanički rad (linearno gibanje). Hidraulični fluid pod tlakom djeluje na površinu klipa hidrauličnoga cilindra. Time se uzrokuje pravocrtno kretanje klipa, a kao posljedica toga i klipnjače, koja je povezana s teretom. Kod preša su većinom prisutne veliki tlakovi i sile. Shodno tome potrebni su cilindri velikog promjera i robusnije konstrukcije, a time se povećava i problem brtvljenja.

Glavni cilindar je jednoradni cilindar, koji se puni hidrauličkim fluidom samo s jedne strane, dok je druga strana povezana s atmosferskim zrakom. Ulje pod tlakom u glavni cilindar dotiče putem ventila za punjenje iz zasebnog spremnika za punjenje. Koristan rad glavnog cilindra je samo u jednom smjeru. Povratno kretanje ostvaruje se težinom tereta ili pomoću cilindara brzog hoda. [1]

Pri nastanku oštećenja u eksploataciji ili za potrebe održavanja pojedinih dijelova uređaja, strojeva te čitavog niza postrojenja, primjenjuju se razne tehnologije popravka zavarivanjem (reparatura). Redovitim održavanjem i kvalitetnim popravcima produžuje se vijek trajanja postrojenja, uređaja, stroja i dr., što svakako omogućava normalan rad do nabave novog dijela. Uštede kod takvih popravaka mogu biti ogromne, što ovisi o sposobnosti stručnih radnika koji rješavaju nastale probleme.

Kod primjene tehnologije popravaka značajno mjesto zauzimaju zavarivanje, navarivanje, naštrcavanje kao i slični postupci. Popravci navedenim tehnikama praktički se primjenjuju dosta često u različitim vrstama proizvodnje. Zbog neznanja često se odbacuju vrlo skupi dijelovi koje je moguće kvalitetno popraviti uz znatno nižu cijenu od cijene nabave novog dijela. Kvalitetno izveden popravak može biti rješenje, često bolje i od postojećeg, a da se ne uzima u obzir nemogućnost nabave novog dijela, jer firme koje su proizvele uređaj više ne egzistiraju. [2]

Pri vanjskom pregledu cilindra preše SECIM 500 tona dimenzija ϕ 845 x 2125 s debljinom stjenke 110 mm, uočene su dvije pukotine duljine 235 i 182 mm. Ispitivanjem ultrazvukom utvrđeno je da se pukotine protežu u dubinu po čitavoj debljini cilindra. Kako u firmi Pretis d.d. iz Sarajeva BiH, ne postoje zavarivači koji bi mogli kvalitetno izvesti reparaturu a jednako tako ne postoji ni strojna obrada koja zadovoljava uvjete izrade cilindra, popravak je izведен u firmi BNT-TMiH d.d. u Novom Travniku BiH.

1.1 Pristup popravku zavarivanjem

Svaka havarija ili oštećenje na postrojenju ili stroju uzrokovan je već postojećom greškom u materijalu, zavarenom spoju, starenjem, korozijom, trošenjem ili preopterećenjem u eksploatacijskim uvjetima. Uzrok može biti i loše konstruktivno rješenje. Kada postrojenje ili uređaj stane radi havarije, to je veliki problem, naročito ako je od vitalne

važnosti za proizvodnju. U većini slučajeva traži se brzo, makar i privremeno rješenje, što u pravilu produžuje vrijeme dovođenja stroja u ispravno stanje, a može uzrokovati još veće štete i nesreće. [3]

Iskustveno je dokazano da u takvim poprvcima valja prilaziti stručno, savjesno i sustavno prema određenom redoslijedu uz povećanje napore u organizaciji i izvršenju popravka.

Pristup popravku može se podijeliti u četiri faze:

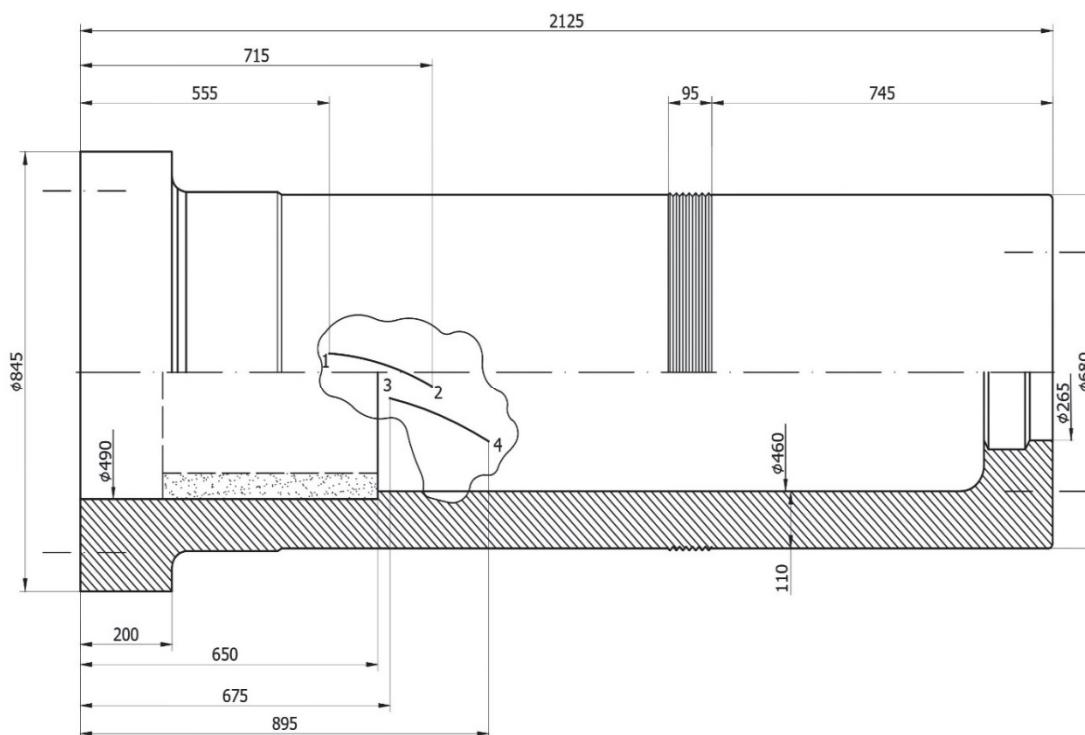
1. utvrditi stanje oštećenja, prikupiti i opisati sve poznate podatke o havariji, radnom komadu, materijalu i eksploatacijskim uvjetima;
2. ocijeniti situaciju i donijeti odluke;
3. odrediti (napisati) tehnologiju popravka
4. izvršiti popravak i arhivirati dokumentaciju.

Potrebno je bilježiti (snimati) sve značajne detalje tijekom popravka. To kasnije značajno širi banku podataka dragocjenu za ovu djelatnost. [4]

2 ISPITIVANJE CILINDRA

Ispitivan cilindar dimenzija $f\ 845 \text{ mm} \times 2125 \text{ mm}$ je sastavni dio hidraulične preše tipa SECIM 500 tona koja se upotrebljava za postupak dubokog vučenja.

Na slici 1. prikazana je skica cilindra preše na kojem se nalaze pukotine, a na slici 2. prikazana je fotografija cilindra.



Slika 1. Skica cilindra preše na kojem se nalaze pukotine - prva (1-2) i druga (3-4)



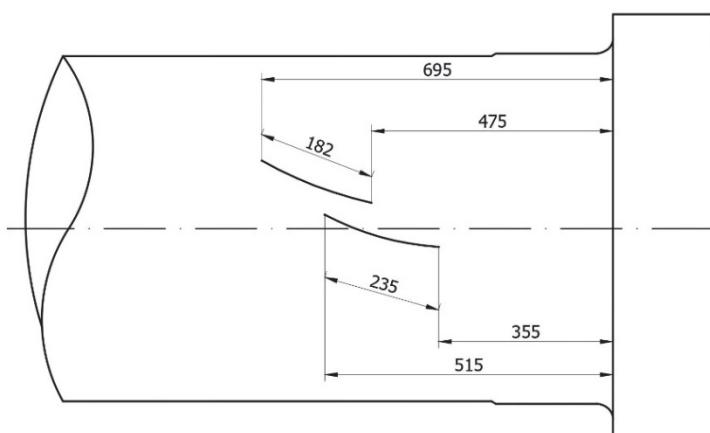
Slika 2. Fotografija cilindra

2.1 Utvrđivanje stanja oštećenja

Kako bi se utvrdila dužina i dubina vizualno uočenih pukotina na cilindru preše SECIM 500 tona, provedena su ispitivanja magnetnim česticama i ultrazvukom. Ispitivanje je provedeno na Institutu „Kemal Kapetanović“ u Zenici, o

čemu su sastavljeni Izvještaji o ispitivanju. I jednim i drugim ispitivanjem na cilindru su uočene pukotine. Također je utvrđeno da se pukotine prostiru po čitavoj debljini stjenke cilindra.

Na slici 3. prikazan je shematski prikaz položaja i dužine uočenih pukotina. Položaj pukotina na cilindru označen je utiskivanjem točkastih oznaka na početku i kraju pukotine.



Slika 3. Shematski prikaz položaja i dužine uočenih pukotina

2.2 Utvrđivanje vrste i stanja materijala

Kako se iz tehničke dokumentacije preše nije moglo utvrditi o kojem osnovnom materijalu glavnog cilindra se radi, bilo je potrebno u laboratoriju utvrditi koji je osnovni materijal cilindra. Ispitana je također i tvrdoća cilindra koja je iznosila 260 HB. Analizom strugotine dobiven je u Kemijsko - keramičko mineraloškom laboratoriju Izvještaj o kemijskom sastavu materijala. U tablici 1. prikazan je kemijski sastav materijala koji je bio na analizi a jednak tako i kemijski sastav čelika 42CrMo4, jer je potvrđeno da se radi najvjerojatnije o ovoj vrsti osnovnog materijala.

Tablica 1. Kemijski sastav materijala dobivenog kemijskom analizom, te kemijski sastav materijala od kojega je najvjerojatnije izrađen cilindar

Oznaka materijala EN (stara HRN)	Kemijski sastav					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
Kemijski sastav strugotine poslane na analizu	0,41	0,24	0,7	0,75	0,15	0,1
42CrMo4 (Č.4732)	0,38 - 0,45	0,15 - 0,40	0,50 - 0,80	0,90 - 1,20	-	0,15 - 0,25

U tablici 2. prikazana su zajamčena mehanička svojstva čelika za poboljšavanje 42CrMo4.

Tablica 2. Mehanička svojstva u poboljšanom stanju čelika 42CrMo4 [5]

Oznaka materijala EN	Poboljšano stanje, 100 - 160 mm promjera				
	$R_{p0.2}$ / MPa, min.	R_m / MPa, min.	A_s / %, min.	Z / %, min.	KV / J, min.
42CrMo4	560	780 - 930	13	55	41

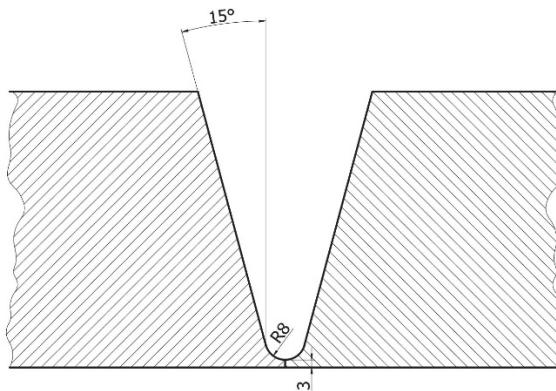
3 IZRADA TEHNOLOGIJE POPRAVKU

3.1 Priprema cilindra za zavarivanje

Svakih dvadeset milimetara obadvije pukotine su vađene po dubini i po cijeloj dužini prostiranja. Nakon vađenja na dubini dvadeset milimetara, penetrantskom metodom, kontrolirano je prostiranje pukotine, kao i njeno postojanje na toj dubini. Ukupno je bilo pet operacija vađenja pukotine po dubini i čitavoj dužini, pri čemu je svaki put izvođeno ispitivanje penetrantima. Izgled prostiranja pukotine nakon prvog postupka vađenja pukotine prikazan je na slici 4. Kada je potvrđeno potpuno vađenje pukotina, na stroju Zayler 4000 - borverk, oblikovao se žlijeb prema slici 5.



Slika 4. Izgled prostiranja pukotine nakon prvog vađenja pukotine i ispitivanja penetrantima



Slika 5. Izgled žlijeba za zavarivanje

Nakon izrade žlijeba po čitavoj dužini pukotina s donje strane žlijeba postavljene su keramičke podloške tipa CBM D.I. Cera.

Kako se radi o čeliku osjetljivom na hladne pukotine, te dosta velikoj debljini stjenke cilindra prije postupka popunjavanja žlijeba izvedeno je predgrijavanje cilindra. Cilindar je predgrijavan na temperaturu 400 °C. Brzina zagrijavanja na temperaturu predgrijavanja bila je 100 °C/h. Cilindar je predgrijavan u komornoj peći IPSEN TQF i na temperaturi je držan tri sata, kako bi se ujednačila temperatura po čitavom presjeku.

3.2 Postupak zavarivanja pripremljenog žlijeba

Nakon predgrijavanja cilindar je izvađen iz peći i omotan silikonskim dekama, u cilju smanjenja gubitka topline.

Korijenski zavar izведен je REL postupkom bazičnom elektrodom EVB 2 CrMo proizvođača SŽ-Elektroda Jesenice d.o.o. promjera f 4 mm. U tablici 3. prikazan je kemijski sastav i mehanička svojstva čistog zavara iz ove vrste dodatnog materijala.

Tablica 3. Kemijski sastav i mehanička svojstva čistog zavara elektrode EVB 2 CrMo [6]

Chemical composition / wt %					
C	Si	Mn	Cr	Mo	
0,08	0,60	0,90	2,4	1,0	
Mechanical properties					
Yield strength	$R_{el}/R_{p0,2}$		> 520 MPa		
Tensile strength	R_m		620 - 720 MPa		
Elongation	A_5		> 18 %		
Impact energy	KV		> 95 J (+20°C)		
Hydrogen content:	5 ml/ 100 g weld metal				

Kompletna popuna izvedena je MIG postupkom uz upotrebu žice MIG 75 promjera 1,2 mm. Kemijski sastav i mehanička svojstva čistog zavara žice MIG 75 prikazani su u tablici 4.

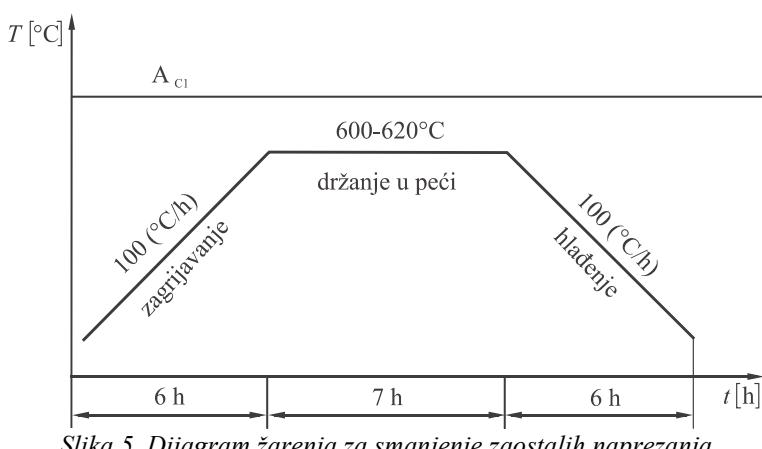
Tablica 4. Kemijski sastav i mehanička svojstva čistog zavara žice MIG 75

Chemical composition / wt %					
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
0,08	0,60	0,90	2,4	1,5	1,0
Mechanical properties					
Yield strength	$R_{el}/R_{p0,2}$		> 690 MPa		
Tensile strength	R_m		770 - 940 MPa		
Elongation	A_5		> 17 %		
Impact energy	KV		> 47 J (+20°C)		

Kao zaštitni plin upotrebljavala se mješavina Ar + 18 % CO₂. Zavarivalo se bez prekida u trajanju od 13 sati. Temperatura tijekom zavarivanja kontrolirana je termokredama i beskontaktnim (infracrvenim) termometrom. Temperatura pri zavarivanju nije padala ispod 200 °C, a kada je do toga došlo, cilindar se dogrijavao u komornoj peći na temperaturu predgrijavanja.

Nakon zavarivanja s cilindara su maknute silikonske obloge, te je isti prebačen u peć na stabilizacijsko žarenje.

Stabilizacijsko žarenje se izvodilo sukladno dijagramu na slici 5. Ukupno vrijeme držanja cilindra u komornoj peći bilo je 19 sati. Komorna peć IPSEN TQF posjeduje zaštitnu atmosferu (endo-plin) tako da nije došlo do oksidacije cilindra za vrijeme trajanja žarenja za smanjenje zaostalih naprezanja.



Slika 5. Dijagram žarenja za smanjenje zaostalih naprezanja

3.3 Kontrola zavarenih spojeva

Nakon hlađenja cilindra, poslijе postupka žarenja, zavareni spojevi su ispitani penetrantima i ultrazvukom prema kriterijima prihvatljivosti EN 10288-3. Na obadva zavara nisu utvrđeni nedostatci.

Potom je cilindar mehanički obrađen s vanjske i unutarnje strane (otvor f 490 x 650 radi ugradnje brončane čahure) i pripremljen za hidro probu. Zatvorena je strana cilindra uz prirubnicu slijepom pločom, a nakon toga je izvedena hidro proba.

Hidro proba je provedena prema posebnom protokolu u poduzeću BNT-TMiH d.d. Ispitivanje na nepropusnost provedeno je periodičkim povećanjem tlaka u cilindru 100, 150, 200, 250, 280 i 300 bara. Držanje na svakoj razini tlaka bilo je deset minuta.

Na slici 6. prikazana je fotografija cilindra pri hidro probi.



Slika 6. Fotografija cilindra pri hidro probi

4 ZAKLJUČAK

Ispitivanjem magnetnim česticama i ultrazvukom na glavnom cilindru preše SECIM 500 tona uočene su dvije pukotine dužine 235 mm i 182 mm po čitavoj debljini stjenke cilindra. Pukotine su izvađene na stroju Zayler 4000 - borverk i oblikovan je „U“ žlijeb.

Nakon toga je izведен postupak predgrijavanja cilindra na temperaturu 400 °C. Potom se bez prekida pristupilo zavarivanju izvađenih pukotina. Korijeni zavar izведен je REL postupkom bazičnom elektrodom EVB 2 CrMo promjera f 4,0 mm, a popuna MIG postupkom žicom MIG 75 promjera f 1,2 mm. Kao zaštitni plin upotrebljavana je mješavina Ar + 18 % CO₂.

Nakon zavarivanja cilindar je žaren za smanjenje zaostalih naprezanja na temperaturi 600 °C.

Po završetku zavarivanja i toplinske obrade zavareni spojevi su ispitani penetrantima i ultrazvukom. Ispitivanja nisu pokazala nedostatke u zavaru.

Na koncu je izvedena hidro proba pri ispitnom tlaku 300 bara, pri čemu se nije pokazalo propuštanje medija.

Pravilan izbor angažiranog osoblja, iskustvo i dobra opremljenost u ovom slučaju temeljni su čimbenik koji je doveo do optimalnog i željenog rezultata. Popravljeni cilindar je u upotrebi već dvije godine, što pokazuje da se znanje iz ovog područja stječe obrazovanjem i praktičnim iskustvom.

5 LITERATURA

- [1] Siminati, D. Uljna hidraulika, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka, 2012.
- [2] Juraga, I., Živić, M., Gracin, M. Reparurno zavarivanje, Tisak Kratis, Zagreb 1994.
- [3] Mišina, N., Radečić, D. Ispitivanje i popravak gazometra zavarivanjem, Zavarivanje 5/6, 1998.
- [4] Javor, F. Reparurna zavarivanja u praksi, Hrvatsko društvo za tehniku zavarivanja, 2018.
- [5] Kolumbić, Z., Dundar, M. Materijali, Sveučilište u Rijeci, 2013.
- [6] Welding Consumables, SIJ elektrode Elektrode Jesenice, 2016.