

TEHNOLOGIJA REPARATURE VRATILA DUPLOG LEŽAJA RADNOG KOLA MLINA ZA PRERADU UGLJEA

Dragan Mitić, Davor Gruber, Jovic Stefanović, Vladan Čanić

Ključne riječi: vratilo duplog ležaja, mlin za preradu ugljena, pukotine

Sažetak:

Poslije 30 godine rada na vratilu duplog ležaja radnog kola mlina za preradu ugljena došlo je do pojave pukotina u zoni žlijeba osigurača za radno kolo, kao i znatne deformacije jedne polovice krajnjeg rukavca. Pored toga pojavile su se oštećenja na dijelu konusa na tri pozicije. Materijal vratila je čelični otkivak 24CrMo5 DIN 17240, a dimenzije vratila su od Ø215 do Ø555mm, dužine 4130 mm s težinom oko 5t. Potrebno je bilo da se uklone pukotine u dijelu žlijeba osigurača radnog kola, kao i u zoni konusa gdje se nalazi žlijeb za klin. Ova mjesta sanirana su zavarivanjem, a ostala oštećenja na konusu navarivanjem.

COAL PROCESSING MILL IMPELLER DOUBLE-BEARING SHAFT REPAIR TECHNOLOGY

Key words: double – bearing shaft impeller, coal processing mill, cracks

Abstract:

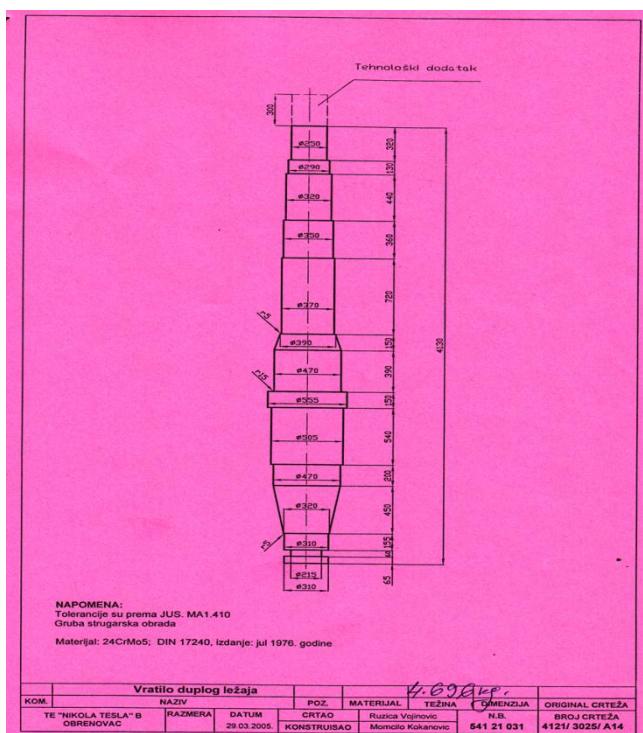
After 30 years of the coal-mill impeller double-bearing shaft functioning, there incurred cracks in the zone of the impeller groove protector, as well as the major deformation of one half of the terminal sleeve. Besides, there also incurred damages in the cone part, in the three points. The shaft material is the steel forging 24CrMo5 DIN 17240, and the shaft dimensions range from Ø215 to Ø555mm, 4130mm long and around 5t heavy.

It was necessary to eliminate the cracks in the impeller groove protective part, as well as in the cone part where there is the wedge groove. These spots have been rehabilitated by welding, and the other cone damages by surfacing

1. UVOD

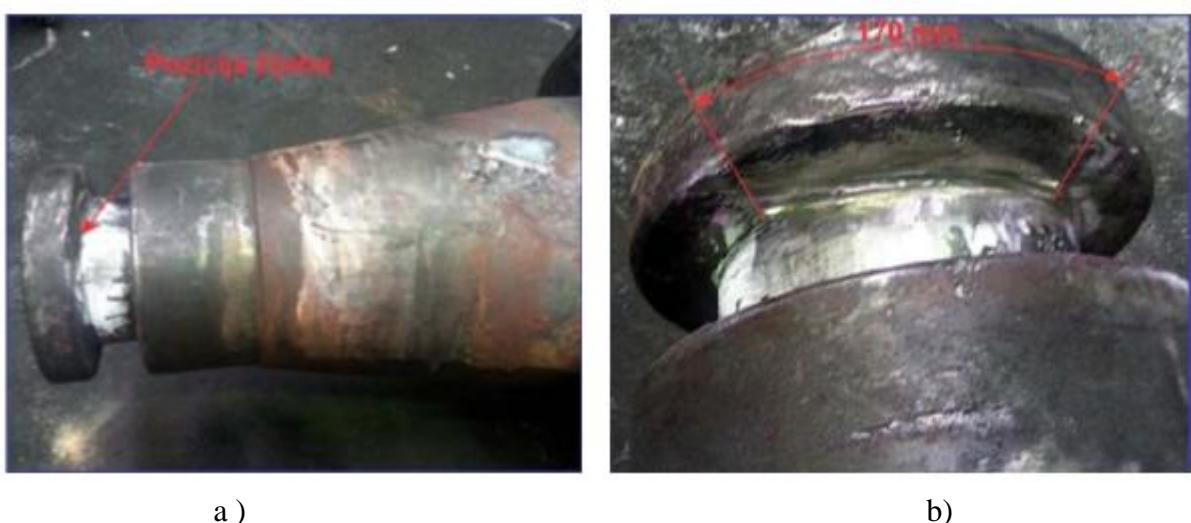
Na osnovu zahteva Naručioca, uradjena je tehnologija sanacije navarivanjem vratila duplog ležaja. Materijal vratila je čelični otkovak 24CrMo5 DIN 17240, crtež 4121/3025/A14. Dimenzije vratila su od Ø215 kao najmanjeg prečnika do Ø555 najveći prečnik, dužine 4130mm, a ukupne težine oko 4.700 kg. Originalni crtež vratila prikazan je na slici 1.

Na osnovu nalaza Naručioca posla, a na osnovu ispitivanja magnetskim česticama ispitivača "Kommata" Beograd, izveštaj br. 94/14 MT-01 od 20.11.2014 god., ustanovljeno je postojanje prsline na vratilu duplog ležaja L13 u žlebu osigurača za radno kolo.



Slika 1. Crtež vratila duplog ležaja

Prslina je u potpunosti uklonjena brušenjem, a dimenzije žleba nastalog uklanjanjem prsline su (slika 2 a i b) :



Slika 2. a – pozicija žleba, b – dužina žleba nastala uklanjanjem prsline

Dimenzije i položaj žleba nastalog uklanjanjem prsline:

- Rastojanje od nulte tačke: 40mm (nulta tačka je pozicija žleba za klin na vratilu);
- Dužina žleba: 170mm; max. širina žleba: 20mm; max. dubina žleba: 18mm

Nastala oštećenja na delu konusa vratila prikazano je na slici 3.



Slika 3. Nastala oštećenja na delu konusa vratila

Nastala oštećenja na delu konusa vratila prikazano je na slici 4.



Slika 4. Izvršena priprema žleba za zavarivanje

2. TEHNOLOGIJA SANACIJE VRATILA DUPLOG LEŽAJA

Nakon izvršenog vizuelnog ispitivanja i penetrantskog ispitivanja (slika br.4 i 5), od strane ispitivača Zavoda za zavarivanje Beograd, utvrđeno je da u žlebu koji je izbrušen, nema indikacija prsline, ali da postoji odstupanje u širini žleba osigurača za radno kolo na desnoj strani, na kraju vratila. To znači, da se mora navariti bočna strana žleba prema kraju vratila, kao i da postoji smanjenje širine na kraju vratila na delu prečnika Ø310mm.

Pored toga potrebno je navariti zonu konusa u širini od 150mm od strane većeg prečnika konusa Ø470mm, prema manjem prečniku konusa Ø321mm na tri pozicije. Tačan broj prolaza-slojeva navarivanja odredili smo nakon predobrade vratila duplog ležaja u zoni konusa širine 150mm, kao i u zoni žleba osigurača za radno kolo.

Naručilac posla je uradio mernu skicu vratila nakon predobrade, kao i crtež vratila duplog ležaja sa traženim dimenzijama prečnika vratila pre završne mašinske obrade, kako bi mašinska obrada nakon navarivanja bila uspešno uradjena.

2.1 Osnovni materijal vratila duplog ležaja (čelični otkovak 24CrMo5 DIN 17240)

U tablici 1 naveden je osnovni materijal za izradu vratila duplog ležaja (čelični otkovak 24CrMo5 DIN 17240).

Tablica 1. Osnovni materijal vratila duplog ležaja (čelični otkovak 24CrMo5 DIN 17240)

Hemski sastav osnovnog materijala rezervoara						
element	C	Si	Mn	Fe	Mo	Cr
%	0,22-0,29	0,15-0,4	0,5-0,8	rest	0,15-0,3	0,9-1,2

U tablici 1 navedene su mehaničke karakteristike osnovnog materijala rezervoara.

Tablica 2. Mehaničke karakteristike osnovnog materijala rezervoara

Mehaničke karakteristike osnovnog materijala rezervoara			
Karakteristika	Napon tečenja	Zatezna čvrstoća	Izduženje
Jedinica mere	N/mm ²	N/mm ²	%
Vrednost	590	780-930	22

2.2 Izbor postupaka za zavarivanje

Na osnovu hemijskog sastava i mehaničkih karakteristika osnovnog materijala vratila duplog ležaja, a imajući u vidu sledeće faktore:

- vrstu, dimenzije, kao i mesto lokacija dislokacije;
- zavarljivost osnovnog materijala;
- energetsku mogućnost postupka zavarivanja;
- ekonomičnost saniranja defekata,

Izabran je postupak zavarivanja elektrolučnog zavarivanja elektrodom sa oblogom E 111.

2.3 Izbor dodatnog materijala

Na osnovu hemijskog sastava i mehaničkih karakteristika osnovnog materijala od koga je izrađeno vratilo duplog ležaja, kao i odabranog postupka zavarivanja, koristi se sledeći dodatni materijal za zavarivanje:

Austenitno feritna elektroda sa rutilnom oblogom EN ISO3581-A: E18 8 Mn B 22 CARBO 4370 B prečnika Ø3,25mm za zavarivanje ispune žleba na delu vratila gde dolazi osigurač radnog kola, kao i za navarivanje vezivnog sloja na delu konusa,

Elektroda sa bazičnom oblogom EN ISO 14172 : E Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) BOEHLER FOX NIBAS 70/20 Ø3,25mm za navarivanje bočne strane žleba, gde dolazi osigurač za radno kolo.

Elektroda sa bazičnom oblogom EN ISO 3580-A : E CrMo1 B 4 2 H5 BOEHLER FOX DCMS Kb Ø2,5mm i Ø3,2mm za navarivanje u najmanje dva prolaza istorodnim materijalom kao što je materijal vratila , kao i za zavarivanje ugaonog spoja u korenu žleba za klin.

Hemijski sastav i mehaničke karakteristike dodatnog materijala definisani su u tablici na slici 5.

Hemijski sastav dodatnog materijala									
Dodatni materijal	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	Ni %	Ti %	Nb %	Fe %
CARBO 4370	0,07	0,6	5,6	19,2		8,80			
FOX NIBAS 70/20	0,02	0,41	5,26	18,82	1,35	69,34	0,1	2,11	2,27
FOX DCMS Kb	0,08	0,21	0,68	1,2	0,54	<0,1		<0,01	

Mehaničke karakteristike dodatnog materijala				
Dodatni materijala	Rm N/mm ²	Rv N/mm ²	Kontrakcija %	Žilavost J
CARBO 4370	➢ 600	➢ 430	➢ 42	80J 20°C
FOX NIBAS 70/20	➢ 650	➢ 380	➢ 35	90J 20°C
FOX DCMS KB	➢ 590	➢ 490	➢ 22	100J 20°C

Slika 5. Hemijski sastav i mehaničke karakteristike dodatnog materijala

2.4 Priprema za zavarivanje

Mehanička priprema žleba podrazumeva otklanjanje prsline iz osnovnog metala, kao i otklanjanje predhodnog zavara i nanosa tvrdog metala iz pređašnjih sanacija na delu konusa.

Nakon izvršene mašinske predobrade na strugu, ispitali smo vratilo magnetnim česticama i pošto smo ustanovili da nema indikacija prsline, pristupili smo navarivanju vratila duplog ležaja. Postavili smo oslonce za vratilo, kako bi isto moglo da se zaokrene i da zavarivači zavarivaju u što mogućem boljem položaju - horizontalni i zidni položaj. Pored toga zaštitili smo površine vratila od rasprskavanja prilikom zavarivanja i napravili priručne šablone za kontrolu mera rukavca u toku navarivanja.

2.5 Priprema za predgrevanje

Pre početka zavarivanja rukavca vratila, izvršili smo predgrevanje elektrootpornim grejačima, zbog obezbedjenja kontrolisanog porasta temperature, jer je vratilo prečnika 470mm u delu gde treba navarivati. Deo vratila koji je blizu zone navarivanja uvijeno je u azbestno platno, kako bismo smanjili odvođenje toplote, kao i sprečavanje površinsko zakaljivanje tih površina. Kontrola temperature se prati na uredjaju sa pisačem, a termoparovi su postavljeni 20 do 30 mm uz zonu navarivanja levo i desno. Brzina zagrevanja iznosi od 80-100 °C/h, a brzina hladjenja 80°C/h.

2.6 Izračunavanje temperature za predgrevanje

Pošto je materijal vratila zakaljiv a debljine vratila se kreću od Ø215mm do Ø470mm, potrebno je predgrevanje vratila i to:

Deo vratila gde se nalazi žleb osigurača za radno kolo:

$$Tp = 350 \times \sqrt{Ceku} - 0,25$$

$$Ce = \%C + (\%Mn + \%Cr)/9 + \%Mo 7/90$$

$$Ce = 0,26 + (0,7 + 1,1) / 9 + 0,25 7/90 = 0,48$$

$$Ceku1 = Ce \times (1 + 0,005 \times d1) = 0,48 \times (1 + 1/3(0,005 \times 215)) = 0,65$$

$$Tp = 350 \times \sqrt{0,65} - 0,25 = 220^{\circ}\text{C}$$

Deo vratila gde se nalazi konus:

$$Tp = 350 \times \sqrt{Ceku} - 0,25$$

$$Ce = \%C + (\%Mn + \%Cr)/9 + \% Mo 7/90$$

$$Ce = 0,26 + (0,7 + 1,1) / 9 + 0,25 7/90 = 0,48$$

$$Ceku1 = Ce \times (1 + 0,005 \times d1) = 0,48 \times (1 + 1/3(0,005 \times 400)) = 0,8$$

$$Tp = 350 \times \sqrt{0,8 - 0,25} = 250^\circ$$

2.7 Zavarivanje

Parametri zavarivanja, kao i oblik pripreme žljeba, dati su u WPS listi, koja je sastavni deo tehnologije sanacije vratila. Zavare su polagani levo i desno uz ivicu žljeba, pa su onda spajani navarenim slojevima. Zavare su polagani tako, da sledeći zavar pokriva trećinu predhodnog. Austenitno feritnom elektrodom sa rutilnom oblogom CARBO 4370 B prečnika Ø3,25mm je zavarivana ispuna žleba na delu vratila, gde dolazi osigurač radnog kola u 8 prolaza, kao i navarivanje vezivnog sloja na delu konusa, u dva prolaza.

Elektrodom sa bazičnom oblogom FOX NIBAS 70/20 Ø3,25mm navarivane su bočne strane žleba, gde dolazi osigurač za radno kolo u 2 prolaza. Elektrodom sa bazičnom oblogom EN ISO 3580-A E CrMo1 B 4 2 H5 FOX DCMS Kb je navarivano u dva prolaza istorodnim materijalom, kao što je materijal vratila, a u delu konusa sa jedan do dva prolaza. Pored toga njome smo navarili i gornju bočnu stranu krajnjeg dela vratila Ø300mm sa dva prolaza. Na slici 6 prikazana je navarena zona konusa.



Slika 6. Navarena zona konusa

Slika 7 prikazuje zavarivanje u zoni žleba za klin.



Slika 7. Zavarivanje u zoni žleba za klin

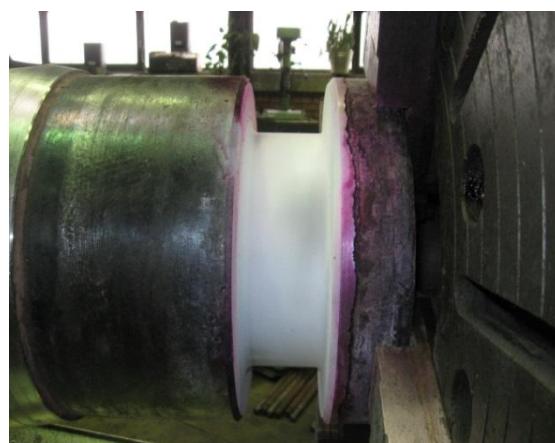
Nakon zavarivanja provedeno je ispitivanje bez razaranja:

- Penetrantsko ispitivanje, (slike 8 i 9)
- Ultrazvučno ispitivanje (slika 10)
- Vizuelno ispitivanje, (slika 11)
- Ispitivanje tvrdoće

Sva ispitivanja su obavljena nakon mašinske obrade



Slika 8. Ispitivanje konusa penetrantima



Slika 9. Ispitivanje žleba za ležaj



Slika 10. Ispitivanje ultrazvukom



Slika 11. Vizualno ispitivanje

3. ZAKLJUČAK

Nakon završne mašinske obrade izvršena su ispitivanja magnetskim česticama i ultrazvukom navarenih površina i ustanovljeno je da nema indikacija grešaka. Reparaturom vratila duplog ležaja radnog kola mlina za preradu uglja, postižu se zнатне uštede za EPS Srbije, pogotovu ako se zna da samo Termoelektrana B Obrenovac ima desetinu takvih vratila, pri čemu su troškovi reparature reda veličine od 4 000 - 5000 Eura, a cena novog vratila iznosi od 25 000 -30 000 Eura.