

Tehnologija zavarivanja

Sanacija prslina na vratilu mlina za mlevenje uglja

Beograd, Septembar 2005. god

PROJEKTNI ZADATAK

Izraditi tehnologiju za sanaciju prslina na vratilu mlina za mlevenje uglja.

Prilikom izrade tehnologije zavarivanja koristiti odgovarajuće pravilnike i standarde koji definisu ovu oblast.

1. UVOD

Prilikom remonta na vratilu mlina za mlevenje uglja, pregledom je ustanovljena prisutnost zamornih prslina.

Postojanje prslina utvrđeno je metodama bez razaranja:

PT-penetrantska kontrola

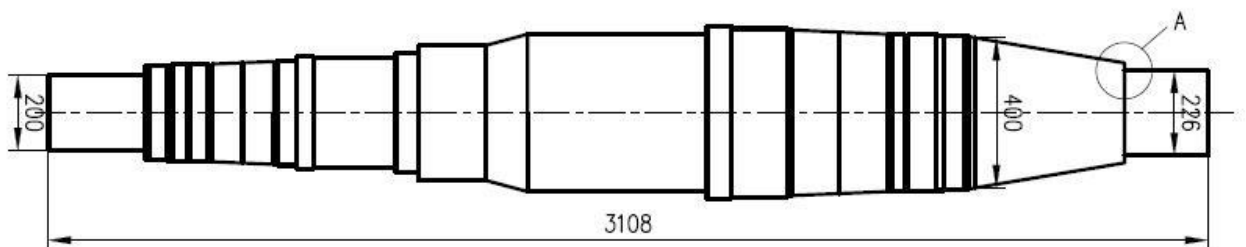
MT-kontrola magnetnim česticama

Prsline su krenule od žleba za klin (najveći koncentrador napona).

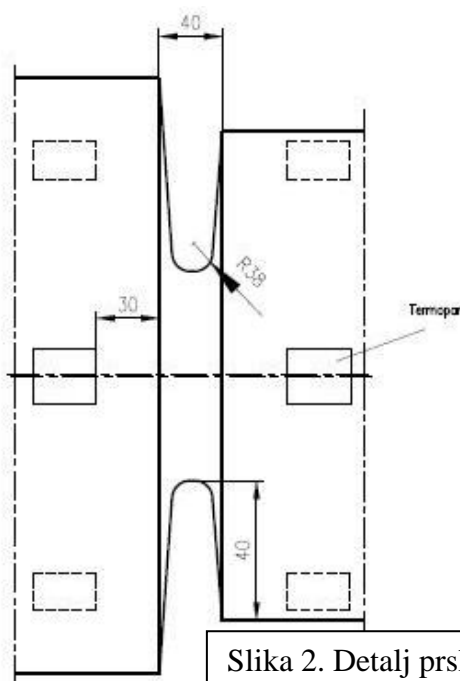
Vratilo mlina nalazi se u eksploataciji oko 10 godina, što do sada iznosi oko 50 000 časova rada.

Visok broj naizmeničnih opterećenja, uz prisustvo koncentratora napona, a sa druge strane često pokretanje mlina, i pored uljne spojnice koja obezbeđuje miran rad, uslovili su pojavu prslina koja se progresivno širila.

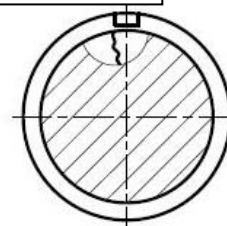
Mesto nastanka zamorne prsline prikazano je na vratilu (sl.1) detalj „A“-prilog. Detalj prsline prikazan je na sl.2, presek „A-A“ (površina koja je ostala od prsline) – prilog.



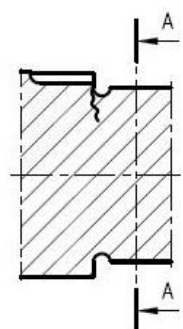
Slika 1. Detalj A



Slika 2. Detalj prsline



PRESEK A-A



DETALJ "A"

2. TEHNIČKI PODACI

Usvojeni nivo kvaliteta zavarenog spoja: C

Tehnologija zavarivanja je primenljiva po izvršenoj kvalifikaciji postupka (JUS EN 288-3)

2.1. PODACI O OSNOVNOM MATERIJALU

- Vratilo Č 1531 (DIN Ck 45)

Materijal Č 1531

HEMIJSKI SASTAV MATERIJALA %

C	Si	Mn	P _{max}	S _{max}
0.42 - 0.50	0.15-0.35	0.50 - 0.80	0,035	0,035

MEHANIČKE OSOBINE MATERIJALA

Napon tecenja R _p (N/mm ²) min	Zatezna čvrstoća R _m (N/mm ²)	Izduženje A ₅ (%) / min	Žilavost A _v (J) min
360	600 - 720	18	45

*Vrednosti su iz atesta osnovnog materijala za isporuku u poboljšanom stanju.

3. PREDGREVANJE

Sagledavanjem faktora:

- hemijski sastav čelika;
- debljinu materijala u spoju;
- uslove u kojima se vrši zavarivanje;
- način odvođenja toplote (oblik spoja);
- količine unete energije (energija električnog luka),

ukazuje se potreba za predgrevanjem osnovnog materijala pre zavarivanja, u cilju sprečavanja nastanka pukotina u zoni zavarenog spoja. Predgrevanjem se snižavaju temperaturne razlike u zoni zavarivanja. Omogućavanjem sporijeg hladjenja (usporavanje odvođenja toplote iz zone zavarenog spoja) sprečavamo formiranje nepovoljnih struktura i pojavu prslina.

Osim toga, predgrevanjem utičemo na difuziju vodonika i ostalih gasova u zavarenom šavu i donekle, uz ostale primenjene mere, sprečava poroznost istog.

Temperatura predgrevanja, sagledavanjem svih faktora, u ovom slučaju je:

$$T_p = 250^{\circ}\text{C}$$

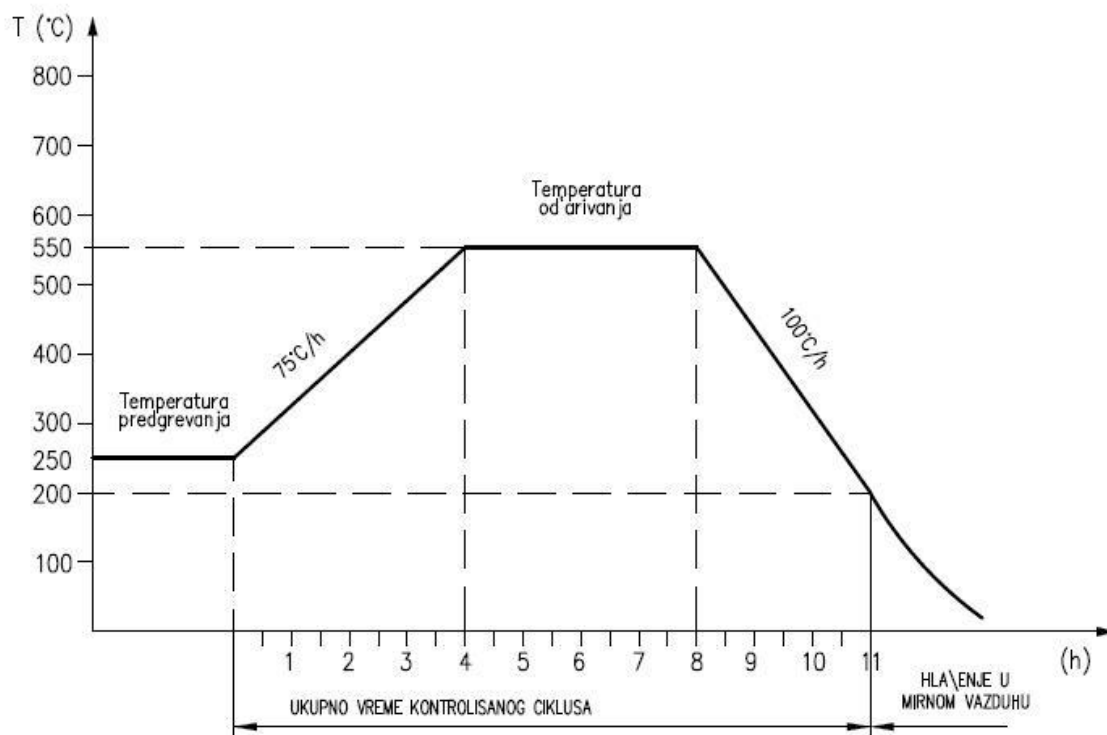
Predgrevanje vršiti elektro grejačima postavljenim po celom obimu sa obe strane žleba, na udaljenosti max 50 mm od ivice žleba. Na taj način postiže se ravnomerno zagrevanje komada, a temperatura se registruje pisačima.

Sirina zone predgrevanja treba da iznosi sa svake strane zleba (spoja) max 250 mm.

Kontrola temperature se vrši termoparovima. Pločice sa termoparovima postaviti na 30 mm od ivice žleba pod uglom od 120° , jedna u odnosu na drugu, po obimu. Preko grejača, omotati izolacioni materijal (u dužini ~ 400 mm sa obe strane žleba) tako da samo žleb ostane otvoren. Na taj način postizemo usporeno hlađenje, i zaštitu zavarivača pri izvođenju radova. Temperaturu kontrolisati na početku predgrevanja u najnižoj tački, u pripremljenom žlebu, a dalje u zoni ~30 mm levo i desno od mesta zavarivanja.

4. TERMICKA OBRADA

Termicka obrada otpustanja vrši se posle pregleda zavarenog sava, kada je ustanovljeno da zadovoljava zadati kvalitet. Kako se ne može obezbediti termicka obrada kompletnog vratila, bice izvršeno lokalno odzavarivanje odmah posle zavarivanja (dijagram TO dat je u prilogu-list 4).



NAPOMENA:

OBEZBEDITI TRAJAN ZAPIS TEMPERATURA-VREME TOKA TERMICKE OBRADE.

M A T E R I J A L

OZNAKA: DIN 17200 Ck 45
JUS C.B9.021 ^ 1531

5. POSTUPCI ZAVARIVANJA

Pri izboru postupka zavarivanja vodjeno je računa o sledećem:

- kvalitetu materijala vratila (osnovnom materijalu)
- dimenzijama vratila na mestu sanacije
- operativnim mogućnostima izvršilaca (zavarivača)
- potrebnim merama koje treba preduzeti u cilju postizanja višeg kvaliteta zavarenog spoja (predgrevanje)
- kontroli radova u fazi pripreme i izvođenja zavarivanja
- zadatom kvalitetu zavarenog spoja

Analizom navedenih faktora za izvođenje reparaturnih radova treba primeniti postupak:

111 - elektrolučno zavarivanje obloženom elektrodom.

Za ručno elektrolučno zavarivanje obloženom elektrodom koristiti izvor istosmerne struje: ispravljač ili generator standardne proizvodnje.

6. DODATNI MATERIJAL

Za postizanje kvaliteta zavarenog spoja, na osnovu osnovnog materijala i vrste zavarivanja odabira se za:

Elektrolučno ručno zavarivanje (111): - elektroda sa bazičnom oblogom

FOX EV 63 (Katalog proizvođača- "BÖHLER")

Elektroda FOX EV 63 (AWS A5.5-96: E8018-GH4R)

HEMIJSKI SASTAV ČISTOG METALA ŠAVA %

C	Si	Mn
0,06	0,70	1,70

MEHANIČKE OSOBINE ČISTOG METALA ŠAVA

	Napon tecenja σ_v (N/mm²)	Zatezna čvrstoća σ_m (N/mm²)	Izduženje ($l_D=5d_0$) %
Pre termičke obrade	580	630	26
Posle termičke obrade	560	610	26

Elektrodu FOX EV 63 pre upotrebe obavezno sušiti na 300-350 °C / 2^h a zatim do upotrebe držati u prenosnom tobolcu na temperaturi ~110 °C.

U toku jednog dana treba da bude osušeno elektroda koliko se može utrošiti. Neutrošenu količinu elektroda treba ponovo sušiti.

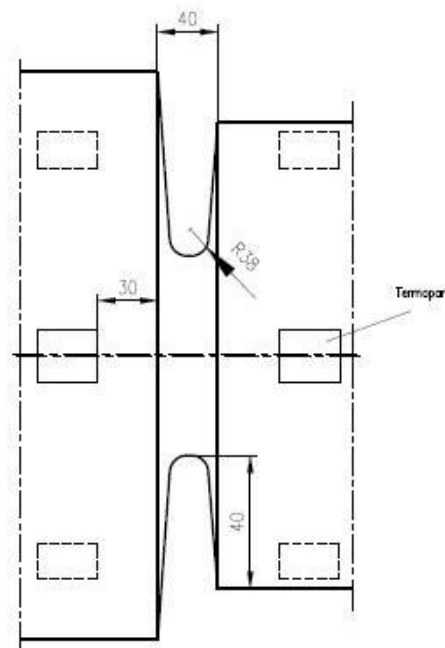
7. OBLIK I DIMENZIJE ŽLJEBOVA

Utvrđeno je da prslina zahvata manji deo od preseka vratila.

Napraviti zleb samo na mestu prsline, moglo bi dovesti, posle zavarivanja, do pojave deformacije..Zato je kao najsigurnije resenje odluceno da se zleb napravi po celom obimu vratila. Vratilo postaviti na strug , napraviti kružni žleb 1-2 mm dublji od dubine prsline.

Izvršiti kontrolu obojenim penetrantima po celom obimu. Ukoliko se kontrolom utvrdi da je prslina potpuno uklonjena, pristupiti obradi žleba za zavarivanje.

Na sl.2, u prilogu, prikazan je oblik žleba.



Slika 2. Detalj žleba

Žleb za zavarivanje uraditi mašinski na strugu.

Izvršiti kontrolu pripremljenog žleba:

- vizuelnu kontrolu (VT) u obimu 100%
- penetrantsku kontrolu (PT) u obimu 100%

Kontrolom obuhvatiti širu zonu (~50 mm) sa obe strane pripremljenog zleba za zavarivanje.

Pripremljeni žleb zadovoljava kriterijume prihvatljivosti samo ako se pregledom ustanovi da su postojeće prsline potpuno odstranjene.

8. STRUČNA OSPOSOBLJENOST ZAVARIVAČA

Zavarivač koji izvodi radove mora da poseduje uverenje o proveru stručne sposobnosti prema važećim zahtevima:

JUS EN 287-1

Pre početka rada vrši se provera stručne osposobljenosti zavarivača za zavarivanje iste grupe kvaliteta i debljine sa odgovarajućim dodatnim materijalom, a za one položaje i postupke koji se javljaju u konstrukciji.

Provera se obavlja prema standardu JUS EN 287-1.

9. PRIPREMA I IZVOĐENJE ZAVARIVANJA

Da bi se pristupilo zavarivanju neophodno je obezbediti potrebne uslove za početak izvođenja radova. Da bi zavarivač (zavarivači) mogao da ima pristup spoju, obezbediti potrebna pomoćna sredstva za rad i zaštitu za rad.

Zavarivački radovi obavljaju se u radioničkim uslovima, na mestu zasticeenom od promaje.

Površine koje se zavaruju očistiti od svih nečistoća (mazivo, ulje, rđa,...) i čeličnom četkom, u zoni ~ 100 mm sa obe strane spoja.

Vratilo postaviti na pozicioner kako bi zavarivacu bilo omogućen rad u najpovoljnijem horizontalnom položaju.

Sagledavanjem:

- oblika i dimenzija zleba za zavarivanje
- kvaliteta osnovnog materijala (unos energije)
- tehnike rada (vodjenje elektrode)

izvršen je izbor precnika dodatnog materijala (elektrode).

Zavarivanje se vrši elektrolučnim ručnim postupkom (111) bazično oblozenom elektrodom precnika 4 i 5 mm.

Za izvođenje prvih VI slojeva koristiti elektrodu precnika 4 mm, a ispunu vrsiti elektrodom 5 mm.

Redosled polaganja zavaru u savu dat je na sl.3, a redosled zavarivanja na sl.4.-prilog

Pri zavarivanju uspostavljanje električnog luka ne sme se izvršiti po površini osnovnog materijala izvan mesta zavarivanja, već na delu žleba koji će kasnije biti zavaren.

Pre polaganja drugog zavaru prvi treba očistiti od šljake zavarivačkim čekićem i čeličnom četkom i pregledati vizuelno. Ako se uoče greške, iste odstraniti brušenjem ili sekačem.

Dolaskom na kraj zavaru, ili kada se istroši elektroda, dolazi do prekida luka.. Pre ponovnog uspostavljanja električnog luka šljaku na zavaru očistiti zavarivačkim čekićem i čeličnom četkom.

Dva zavaru moraju biti tako spojena da čine kontinuirani spoj. Njihovo preklapanje po dužini je ~1,5mm.

Prekidanje zavarivanja vršiti prelaženjem luka unazad.

Elektrodu voditi bez poprečnog njihanja, a dužina električnog luka treba da je ~1,8 mm.

Na taj način postize se mala uticajna toplotna zona, uneti naponi su manji kao i deformacije.

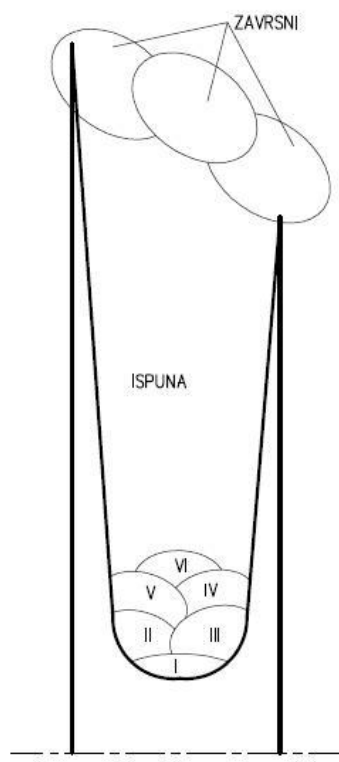
Nadvišenje lica šava treba da je, cca 4 mm da bi se posle zavarivanja i termičke obrade izvršila mehanička obrada na meru.

Neposredno posle prvog uraditi drugi (odnosno treći) zavar istom tehnikom (ne dopustiti da dođe do hladjenja predhodnog zavaru).

Dimenzije i parametri dodatnog materijala dati su u prilogu.

Kada se počne zavarivanje rad se nesme prekidati do završetka.

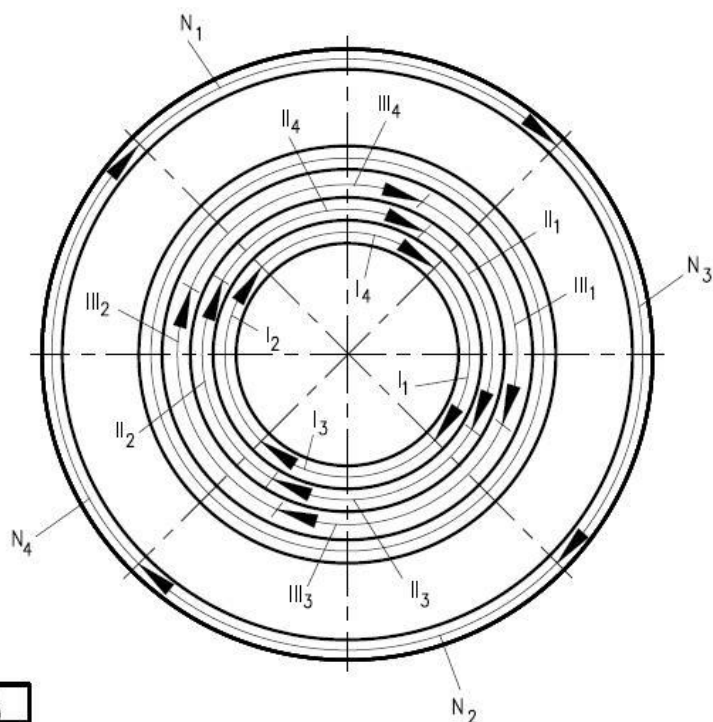
Kriterijum prihvatljivosti grešaka u zavarenom spoju prema JUS ISO 5817 (EN 25817), za nivo kvaliteta zavarenog spoja "C."



SLIKA 3

Način polaganja zavora u savu

Precnik (mm)	I (A)	U (V)
4	140–180	26–27
5	190–230	28–29



SLIKA 4

Redosled zavarivanja

10. KONTROLA I ISPITIVANJE KOJI SE ODNOSE NA ZAVARIVANJE

10. 1 Kontrola i ispitivanje pre zavarivanja

Pre početka zavarivanja potrebno je proveriti sledeće:

- upotrebljivost i važnost uverenja o stručnoj osposobljenosti zavarivača (JUS EN 287-1);
- upotrebljivost kvalifikacije tehnologije zavarivanja (JUS EN 288-3);
- identitet osnovnog materijala;
- identitet potrošnih materijala i njihova priprema
- priprema spojeva za zavarivanje (oblik, mere, ...)
- čišćenje i podešavanje radne površine
- pogodnost radnih uslova za zavarivanje.

10.2. Medjufazna kontrola

Svaki zavar posle polaganja kontrolisati:

- vizuelno u obimu 100%.

U slučaju otkrivenih grešaka iste odstraniti brušenjem, i ponovo izvršiti zavarivanje u potpunosti se pridržavajući propisane tehnologije.

Kriterijum prihvatljivosti grešaka u zavarenom spoju i njihove popravke, moraju biti u skladu sa standardom JUS ISO 5817 (EN 25817), za nivo kvaliteta zavarenog spoja C.

10.3. Kontrola i ispitivanje u toku zavarivanja

U toku zavarivanja proverava se, u odgovarajućim intervalima, sledeće:

- osnovni parametri zavarivanja (struja, napon,);
- čišćenje i oblik zavora i prolaza u metalu šava;
- vizuelna međufazna kontrola prolaza zavora;
- redosled zavarivanja;
- pravilna upotreba i rukovanje potrošnim materijalima;
- provera mera.

10.4. Kontrola i ispitivanje posle zavarivanja

Posle zavarivanja i izvršene termicke obrade, (24h časa od hladjenja zavarenih spojeva do temperature okoline) izvršiti:

- vizuelnu kontrolu u obimu 100%
- penetrantsku kontrolu u obimu 100%
- po završetku predviđene mehaničke obrade šava, izvršiti ultrazvučnu kontrolu u obimu 100%, obuhvatajući ZUT i okolnu zonu
- Oblik, izgled i mere zavarene konstrukcije.

Kriterijum prihvatljivosti grešaka u zavarenom spoju prema standardu JUS ISO 5817 (EN 25817), za usvojeni nivo kvaliteta zavarenog spoja C.

11. POPRAVKA GREŠKE U ZAVARENOM SPOJU

Sve popravke moraju biti izvedene u skladu sa važećim standardima i propisanoj tehnologiji. Posle popravke izvršiti kontrolu kao u 10.4.

12. ZAPISI O KVALITETU

Zapisi o kvalitetu moraju da sadrže:

- izveštaj o ispitivanju koja su predhodila izvodjenju popravke prslina
- atest osnovnog materijala;
- atest potrošnog materijala;
- specifikaciju tehnologije zavarivanja;
- uverenje o kvalifikaciji tehnologije zavarivanja;
- uverenje o stručnoj osposobljenosti zavarivača;
- uverenje o osposobljenosti kadrova za ispitivanje bez razaranja;
- zapis o kontroli mera;
- zapis o ispitivanju bez razaranja;
- zapis o popravkama i drugim nedostacima.