

POPRAVILO TEŽKIH SIDRNIH VERIG REPARATION OF HEAVY ANCHOR CHAINS

Franc Legat

Zabreznica 36, 4274 Žirovnica

Prejem rokopisa - received: 1999-12-20; sprejem za objavo - accepted for publication: 2000-04-10

Predstavljene so površinske napake na verigah, ki izvirajo iz uporabljenega jekla in postopka elektro obžigalnega varjenja verižnih členov. Opisani so: postopek nadzora kakovosti površine, zamenjava poškodovanih členov z novimi ter toplotna obdelava le-teh v varilni napravi.

Ključne besede: jeklene sidrne verige, površinske napake, zamenjava poškodovanih členov, toplotna obdelava nadomestnih členov

Surface defects on anchor steel chains are described originating from the used steel and the procedure of flash welding of chain links are described. The inspection procedure, the exchange of damaged links and the heat treatment of new links of the welding equipment are presented.

Key words: steel anchor chains, surface defects, exchange of damaged chain links, heat treatment of new links

Sidrne verige in verige za tehnično uporabo morajo imeti točno predpisane dimenzije, pravilne mehanske lastnosti in morajo ustrezati vsem predpisom zavarovalne družbe in normam, po katerih so izdelane. Za varjenje verig večjih presekov in dimenzij se je izkazalo kot najboljše varjenje z odgorevanjem. To je postopek, ki praktično sploh ni omejen zaradi kvalitete jekla, ki ga hočemo variti. Po drugi strani pa lahko mnogo prihranimo z uporabo trdnostno močnejših jekel z zmanjšanjem preseka materiala. Z modernimi napravami za odgorevno varjenje se lahko izdelata tudi desetkrat več členov v časovni enoti kot pa s klasičnim ročnim varjenjem. Ta metoda dovoljuje varjenje jekla, legiranelega z do 0,7% mangana, niklja, kroma in ogljika. Vsa ta jekla se ne dajo variti ročno, kovaško. Po želji kupca so verige lahko toplotno obdelane na več načinov, za kvalitetne stopnje U2 in U3 se zahteva normaliziranje ali pa poboljšanje. Toplotna obdelava mora biti izvršena pred preizkusno obremenitvijo ali pred končnim kalibriranjem. Po toplotni obdelavi se izvršijo preizkusi, ki jih predpisujejo standardi ali prevzemni registri. Preizkusi se vsaka dolžina (27,5 m) in vsa pripadajoča oprema, ki sestavlja dolžine v kompletu in v garnituri.

Po preizkusu gre veriga na pregledno klop, kjer se opravi zelo pomemben vizualni pregled, ki ima za rezultat lahko tudi izločitev posameznih členov.

Napake na sidrnih členih so ponavadi:

- risi, odtisi, površinske poškodbe
- odtisi valjanja, zavaljanost.

Te napake se lahko popravijo, če le niso pregloboke in prevelike, s kovanjem ali z brušenjem. Če pa so napake prevelike, je treba zamenjati slab člen z novim. To je delo, ki si ga v redni proizvodnji najmanj želimo. Pri zamenjavi slabega člena je treba ponoviti celoten proces. Pri tem se izgublja material, energija, delo in čas

ter zmanjša proizvodnja, kajti celotna naprava mora delati samo za nekaj slabih členov. To pa pomeni ponavljanje proizvodnje.

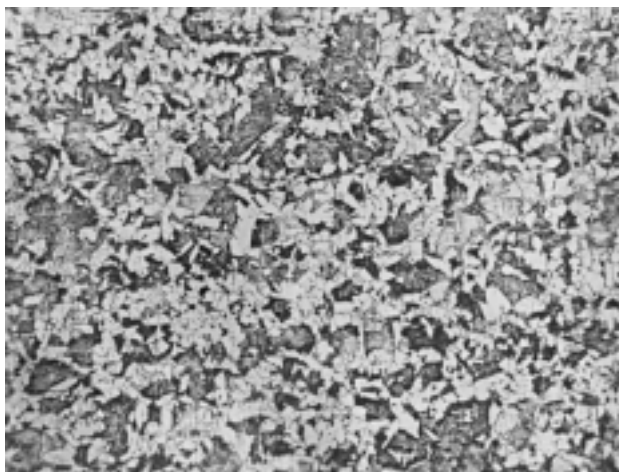
Varilni stroj je izdelan tako, da pri pravilnih nastavitvah dolžine in hitrosti odgorevanja ter pritiskov zagotavlja dober zvar brez napak. Praksa kaže, da so napake pri zvarih zelo redke. Več je razpok v prehodnih conah in tistih, ki nastanejo pod elektrodami zaradi lokalno povečane upornosti, katere izvor so oksidni ostanki na površini, umazanija in drugi neprevodni vključki na stični ploskvi.

Od zvara se zahteva trden spoj brez vključkov, por in škake. Mikrostruktura mora biti čim bolj enakomerna in ne pregrebo znata. Zato pri velikih presekih (več tisoč mm²) le tak avtomatiziran stroj zagotovi soliden zvar s primerno konstantno kvaliteto na tisočih členih, ki sestavljajo komplet verig za sidra.

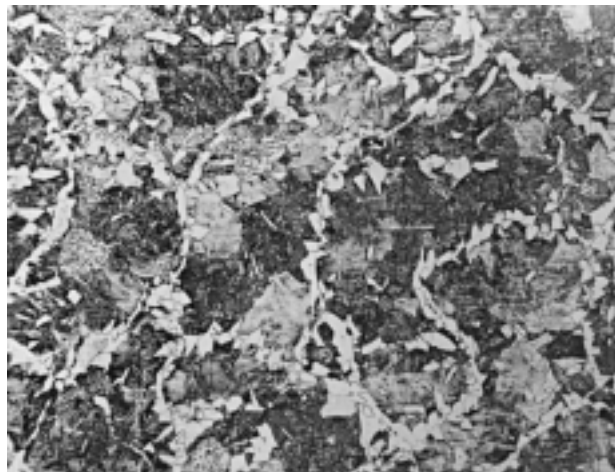
Pri varjenju želimo dobiti:

- močno segrete konce, ozke toplotno vplivane cone in čim manjša kristalna zrna; vse to v čim krajšem času s čim manjšimi stroški
- po celem preseku enakomerno temperaturo, ker vpliva na preostale napetosti po varjenju
- stiskanje podobno kovanju, ki zapolni kraterje, nastale pri odgorevanju, zapre vse pore in zmanjšuje možnosti nastanka velikih zrn in "widmanstetske" strukture. Pri stiskanju se izloči raztaljen testasti del materiala. Rezultat je lepa vlaknasta struktura z zelo ugodnim potekom tokovnic v materialu.

Pri kontroli se izločijo vse napake. Člen lahko počí na zvaru pri vlečenju na preizkusno obremenitev, lahko pa se pojavijo ali pokažejo samo manjše razpoke, odrgnine, razpoke v radiusu, zažgana mesta in večje napake materiala. Često je vzrok napake viden že na prelomu člena. Ni pa to mogoče pri vsakem členu. Tudi



Slika 1: Veriga Φ 40 mm; jeklo St 52 V (Č 8330); normalizacija na stroju ESAB; 3 sunki po 30 s. do 880°C; pov. 100-kratna



Slika 3: Prehodna cona, strojna normalizacija; segrevanje 3-krat po 6 s (-880°C); ohlajanje 3-krat po 30 s; pov. 100-kratna

grad, ki nastane pri stiskanju, je lahko znak za kakovost zvara. Iz oblike in velikosti gradi se ugotovi, ali sta bila oba konca dobro segreti in simetrično stisnjena. Na spodnjem delu je ponavadi majhna kapljica, ki kaže, da se je varjenje začelo s spodnje strani, ker je bil člen na spoju nekaj stopinj odprt po upogibanju. Pri nižjih pritiskih je temperatura solidusa prekoračena. Na notranji strani dobimo veliko kapljo. V zvarnem spoju nastane v tem primeru tudi močna razogljíčena cona. Levo in desno od razogljíčenega pasu je svetel pas z velikimi zrn, ki postopoma preide v področje drobnih zrn. Ta se nato nadaljuje v trakasto mikrostrukturo osnovnega valjanega materiala. Pri večjih silah stiskanja nastane široka grad. Razogljíčene cone ni več, razpored mikrostrukture pa je enak kot prej.

Pri zamenjavi slab člen izrežemo, na njegovo mesto pa zavarimo novega. Normalizacijo v peči lahko zamenja normalizacija v stroju za varjenje z elektro-uporovnim ali indukcijskim ogrevanjem. Slaba stran

ponovne normalizacije v peči je, da je bila veriga po prvi toplotni obdelavi že preizkušena, kalibrirana in pregledana, zaradi česar imajo členi dokončno mero (delitev in širino). Če se ponovi normalizacija cele verige in ponovno vleče na obremenitev, je nevarno, da se sosednji členi preveč podaljšajo in gredo delitve preko mere.

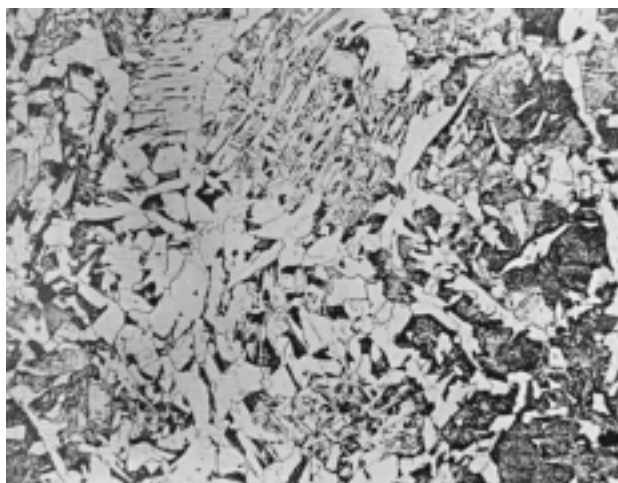
Preizkus normalizacije na stroju je bil izvršen za verige treh kvalitet po LR, in sicer za: U1, U2 in U3 na dva načina:

1. normalizacija z enim gretjem in
2. normalizacija s ponovljenimi toplotnimi sunki.

Pokazalo se je, da je uporaben le postopek 2. Pri postopku 1 ni mogoče doseči zahtevanih lastnosti. Izdelek je v varilnem stroju in je že zavarjen. Za normalizacijo vklopimo komandno stikalo in počakamo, da temperatura naraste na 850 - 950°C. Nato izklopimo stikalo in počakamo, da temperatura pade pod Ac; potem ga zopet vklopimo in dvignemo temperaturo v



Slika 2: Isti material v valjanem stanju. Pov. 100-kratna



Slika 4: Zvar, strojna normalizacija; segrevanje 3-krat po 6 s (tok); ohlajanje 900-820°C, 30 s; pov. 100-kratna

področje normalizacije. Ta proces ponovimo trikrat in rezultat je zadovoljiv. Če se vmes ohladi člen pod A_{c1} , je proces hitrejši. Pri vsakem prehodu čez premenske točke se velikost zrn zmanjša.

Pri jeklu Č.8330 so hitrosti pri segrevanju v povprečju 60 do 65°C/s in pri ohlajanju približno 30°C/s. Žarilna temperatura je pri kvaliteti U3 pri 880°C. Potrebni so sunki (4-5), da nastane prava mikrostruktura. Število sunkov se močno zmanjša pri višjih temperaturah ali pa poveča, če so temperaturne konice sunkov nižje. Za dobro normalizacijo je treba pri nižji temperaturi daljši čas, kar pomeni več sunkov; pri višji temperaturi pa krajši čas. Po prvem sunku je struktura še groba in je še opazna prehodna cona z "widmanstetsko" obliko. Glavni del izboljšanja mikrostrukture se izvrši med prvim in drugim sunkom. Pri drugem in tretjem sunku je sprememba mnogo manjša, vendar pa gre do večje globine. Posebno ugodno vpliva na učinkovitost tega načina normalizacije velik varilni pritisk, ki ustvarja v prehodni coni in v zvaru deformirana mesta, ki so premenske kali. Če je teh kali več, je proces hitrejši in mikrostruktura finožrnata. V takem primeru je že po dveh sunkih dosežena zadovoljiva normalizacija. Tehnologije pa se ne ocenjuje samo po mikrostrukturi, temveč tudi po žilavosti, ki je pri verigah še prav posebej pomembna. Preizkusi so bili izvršeni na predpisanih preizkušancih v temperaturnem območju +20 do -20°C. Pokazalo se je, da se žilavost močno izboljša po prvih treh sunkih, nato pa je izboljšanje minimalno. Trdnost in trdnost se ne spreminjata bistveno.

Postopek normalizacije na varilnem stroju je brez zadrževanja na temperaturi. Ko je dosežena zgornja temperatura, je za spremeno samo toliko časa, kolikor preteče od segrevanja in ohlajanja, ko temperatura preseže premensko točko za ustrezno jeklo. Ta čas je tem daljši, čim bolj počasno je ogrevanje in ohlajanje.

Preizkus je sicer pokazal, da nastajajo manjša zrna pri večji hitrosti ohlajanja, vendar je treba zaradi pretvorbe po celem preseku povečati število sunkov, kar slabo vpliva na zrna na površini. Zato je pametno ostati pri 2 do 4 sunkih za normalizacijo vsakega zvara. Predpisati je treba tudi temperaturo ohlajanja člena med

zaporednimi ogrevanji. Opisani izsledki pa ne veljajo za vsa jekla, ampak le za nelegirana in nizkolegirana ter mikrolegirana jekla s srednjo vsebnostjo ogljika (**sluke 1, 2, 3, 4**).

Po treh sunkih se je izboljšala mikrostruktura prehodne cone, mikrostruktura zvara pa že po dveh sunkih. Po homologaciji mehanskih lastnosti ter celotnega postopka po LR je bil usvojen cikel s štirimi segrevanji z nekoliko daljšim časom priklopa. Dosežena temperatura zvara in njegove okolice je bila med 900 in 920°C.

Preizkus je na zahtevo LR obsegal 3 vzorce v nenormaliziranem stanju in po 3 vzorce v normaliziranem stanju po toplotni obdelavi v stroju pri verigah Φ 40 in 81 mm. Pri preizkusu se je spreminjala razdalja med elektrodami. Časi držanja na temperaturi so bili odvisni od premera člena in od moči transformatorja (Tabela 1).

Tabela: Mehanske lastnosti vzorcev po normalizaciji na varilnem stroju

JEKLO Č 8330					
		Re N/mm ²	Rm N/mm ²	A5 %	aK J/cm ²
Φ 40	nenormaliziran	546	718	23,2	90
		576	730	21,8	75
		549	720	22,0	80
	normaliziran	530	700	25,5	100
		560	710	25,0	92
		540	712	24,0	88
Φ 81	nenormaliziran	510	715	22,0	70
		540	720	21,0	68
		522	720	20,5	65
	normaliziran	525	700	23,5	85
		530	705	22,5	80
		520	710	23,0	78

Zamenjani členi se ponovno preizkusijo kot deli verig. Preskusi na celih členih so bili dobri. Trdnostne lastnosti so bile nad predpisanimi, raztezki dobri in prelom duktilen ter zunaj zvara. Postopek je bil homologiran pri registrih in se vsaki dve leti ponovno preverja.