

<https://doi.org/10.24867/JPE-1994-11-173>

PRETHODNO SAOPŠTENJE

Sabo B.*, Šidjanin L.*, Pantelić M.**, Dakić J.*, Brestovački L.*

ODREDJIVANJE δ -FERITA U ZAVARENIM SPOJEVIMA
NERDJAJUĆIH HROM-NIKL ČELIKA

DETERMINATION OF δ -FERRITE IN WELDED CHROMIUM
NICKEL STAINLESS STEEL PARTS

Summary:

The present paper is concerned with quantification of δ -ferrite in weld joints. For that purposes the chromium nickel stainless parts were used which previously were treated by TIG process. To produce different amount of δ -ferrite the different filler materials were used, either standard materials or cutted strips from plates of steels. In the case of cutted strips the best results were obtained in condition where the base material Č.4580 was welded with cutted strip of Č.4580 as filler material. For other combinations the hot cracking were identified.

*Sabo dr Bela, vanr.prof., Šidjanin dr Leposava, red.prof., Dakić mr Jovica, asistent, Brestovački dipl.ing. Lazar, asistent pripravnik, IPM, FTN, Novi Sad

**Pantelić dipl.ing. Mihailo, Industrija nerdjajuće opreme i armature "INOX", Bački Petrovac

Napomena: Rad je rezultat zajedničkih istraživanja članova Katedre za obradu metala oblikovanjem IPM i saradnika iz "INOX"-a.

Rezime

U radu je prikazano eksperimentalno određivanje sadržaja δ -ferita u zavarenim spojevima nerđjajućih hrom-nikl čelika, izvedenih ručnim TIG postupkom. Određivanje δ -ferita vršeno je na šest zavarenih spojeva od kojih su tri zavarena odgovarajućim dodatnim materijalom a tri sa trakama sečenim iz osnovnog materijala. Sadržaj δ -ferita određen je u osnovnom i dodatnom materijalu, prvom i drugom prolazu sučeonog spoja sa jednostranim V-šavom, primenom planimetrijske metode na fotografije mikrostruktura.

Na osnovu eksperimentalnih rezultata utvrđeno je da se u nedostatku odgovarajućeg dodatnog materijala može koristiti sečena traka iz osnovnog materijala a da su pri tome šavovi otporni na obrazovanje kristalizacionih (vrućih) prslina.

1. UVOD

Zavareni spojevi nerđjajućih hrom-nikl čelika otporni su na obrazovanje kristalizacionih (vrućih) prslina ako je sadržaj δ -ferita u šavu od 3-8% /1-8/. Ovaj uslov se može zadovoljiti izborom adekvatnog osnovnog i dodatnog materijala. Ako je sadržaj δ -ferita manji od 3% postoji opasnost od pojave kristalizacionih prslina. Sadržaj δ -ferita veći od 8% dovodi do stvaranja tvrde i krte σ -faze koja nepovoljno utiče na mehaničke osobine.

U uslovima smanjenog asortimana odgovarajućih dodatnih materijala ili nemogućnosti nabavke istih potrebno je ispitati mogućnost zavarivanja sa trakama sečenim iz osnovnog materijala a da se pri tome obezbedi sadržaj δ -ferita u šavu od 3-8%. Kod ovakvog načina zavarivanja posebnu pažnju treba obratiti na kombinaciju osnovni-dodatni materijal sa aspekta sadržaja δ -ferita.

2. EKSPERIMENTALNI RAD

Kao osnovni materijal zavarenih spojeva korišćeni su limovi iz grupe hrom-nikl nerđjajućih austenitnih čelika koji u mikrostrukturi pored austenita sadrže i malu količinu δ -ferita.

Tri zavarena spoja izvedena su sa odgovarajućim dodatnim materijalom a tri sa trakama sečenim iz osnovnog materijala.

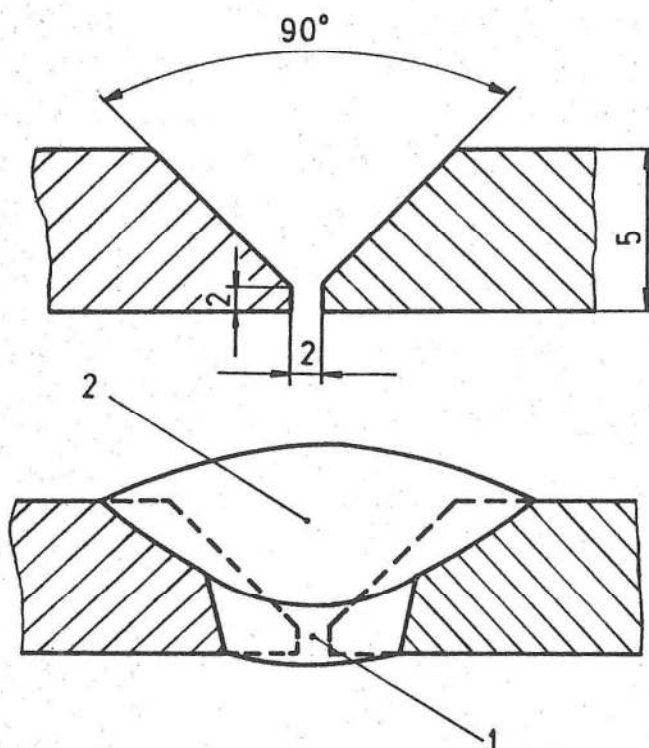
U tabeli 1. prikazane su kombinacije osnovnog i dodatnog materijala zavarenih spojeva.

Jednostrani V-šav zavaren je ručnim TIG postupkom u dva prolaza. Prvi prolaz zavaren je u horizontalno-vertikalnom položaju uz "praćenje" sa lukom sa naličja šava. Drugi prolaz je zavaren u horizontalnom položaju.

Na slici 1. prikazana je geometrija žleba i poprečnog preseka šava.

Tabela 1.

Zav. spoj	Osnovni materijal	Dodatni materijal
1.	Č.4573	308L (AWS), $\emptyset 3,2$ mm
2.	Č.4580	308L (AWS), $\emptyset 3,2$ mm
3.	Č.4574	318 (AWS), $\emptyset 3,2$ mm
4.	Č.4573	Č.4580 (traka), 2x4 mm
5.	Č.4580	Č.4580 (traka), 2x4 mm
6.	Č.4574	Č.4574 (traka), 2x4 mm



Slika 1. Geometrija žleba i poprečnog preseka šava
 Fig. 1. Geometry of weld joint

Parametri režima ručnog TIG zavarivanja prikazani su u tabeli 2. gde je:

I_{z1}, I_{z2} - struja zavarivanja prvog, drugog prolaza, u A.

v_{z1}, v_{z2} - brzina zavarivanja prvog, drugog prolaza, u cm/min.

Q_{Ar} - protok argona, u l/min

d_e - prečnik volframove elektrode, u mm.

Tabela 2.

Zav. spoj	I_{z_1}, A	I_{z_2}, A	$v_{z_1}, cm/min$	$v_{z_2}, cm/min$	$Q_{Ar}, l/min$	de, mm
1.	100	100	15	8	8	2,4
2.	100	130	15	11	8	2,4
3.	90	100	12	14	8	2,4
4.	100	100	15	8	8	2,4
5.	100	130	13	13	8	2,4
6.	90	100	10	15	8	2,4

Iz zavarenih spojeva izrezani su uzorci za metalografsko ispitivanje. Izvršeno je makro i mikro metalografsko ispitivanje zavarenog spoja i dodatnog materijala. Za mikroskopsko ispitivanje korišćen je svetlosni mikroskop LEITZ. Priprema uzoraka je bila konvencionalna. Mikrostruktura karakterističnih mesta je snimljena pri uvećanju 640x.

Sadržaj δ -ferita određen je sa slika primenom planimetrijske metode čija je tačnost merenja 0,01% /9-11/. Sadržaj δ -ferita je određen iz izraza:

$$\delta\text{-ferit} = \frac{\Sigma A_{\delta\text{-ferit}}}{A_{sl}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

gde je: $\Sigma A_{\delta\text{-ferit}}$ - Zbir površina δ -ferita, u mm^2
 A_{sl} - površina slike, u mm^2

Mesta odredjivanja δ -ferita bila su na osnovnom materijalu, dodatnom materijalu i materijalu šava. U šavu je δ -ferit određen u prvom prolazu (1,5 mm od naličja šava) i drugom prolazu (1,5 mm od lica šava). Svaki rezultat je srednja vrednost od tri ispitivana mesta.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Izgled jednog zavarenog spoja sa detaljima mikrostrukture osnovnog i dodatnog materijala kao i metala šava prikazano je na slici 2.

Mikrostruktura osnovnog i dodatnog materijala svih uzoraka se sastoji iz poligonalnih zrna austenita sa dvojnica žarenja. Pored toga prisutne su i određene količine δ -ferita.

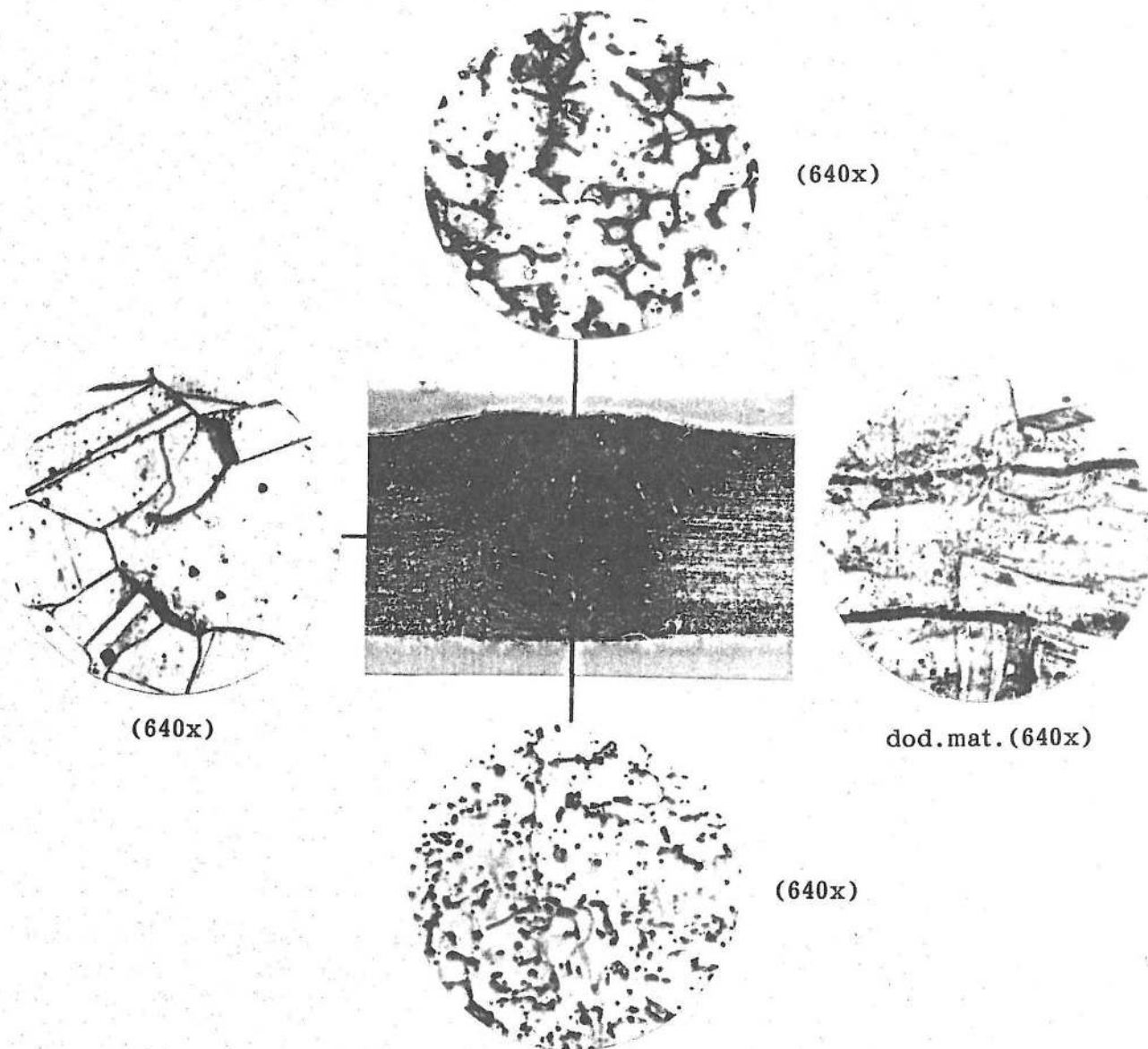
Količina δ -ferita u osnovnom materijalu kreće se od 2,02-6,08%. U odgovarajućem dodatnom materijalu taj sadržaj je od 4,48-7,99% a u trakama sečenim iz osnovnog materijala, od 0-5,86% - Tabela 3.

Mikrostruktura prvog i drugog prolaza svih uzoraka se sastoji iz austenitne osnove sa mrežom δ -ferita.

Količina δ -ferita u prvom prolazu kreće se od 1,31-6,03% a u drugom prolazu od 0,21-6,05 - Tabela 3.

U tabeli 3. prikazane su vrednosti sadržaja δ -ferita za kombinacije osnovnog i dodatnog materijala i za navedena mesta u zavarenom spoju. Prvi broj u oznaci je broj zavarenog spoja a drugi, tačka u kojoj je određen sadržaj δ -ferita.

Iz tabele 3. se vidi da je sadržaj δ -ferita u šavu zavarenih spojeva 4 i 6 ispod 3% (u tabeli označeni sa zvezdicom). Obzirom na količinu δ -ferita



Slika 2. Izgled zavarenog spoja sa detaljima mikrostrukture
Fig. 2. Microsection of welding joint with details of microstructures

u tim uzorcima, postoji mogućnost pojave kristalizacionih prslina. Kod uzoraka 6. (slika 3.) identifikovana je kristalizaciona (vruća) prslina koja je locirana u drugom prolazu šava. Kod uzorka 5 sadržaj δ -ferita u šavu je iznad 3% pa se smatra da ne postoji mogućnost pojave kristalizacionih prslina.

Tabela 3.

Oznaka	δ -ferit, %	oznaka	δ -ferit, %
1.1	2,69	4,1	2,76
1.2.	5,18	4,2	1,60*
1.3.	5,19	4,3	1,11*
dod.mat.	7,39	dod.mat.	0,36
2.1	5,60	5.1	5.59
2.2	6,03	5.2	4,81
2.3	6,05	5.3	4,72
dod.mat.	7,99	dod.mat.	5,86
3.1	2,02	6,1	6,08
3.2	3,23	6,2	1,31*
3.3	3,59	6,3	0,21*
dod.mat.	4,48	dod.mat.	0,00



Slika 3. Kristalizaciona prslina (640x)
Fig.3. Hot cracking

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata eksperimenta može se zaključiti da se u nedostatku odgovarajućeg dodatnog materijala mogu koristiti trake sečene od osnovnog materijala ali se pri tome mora strogo voditi računa o sadržaju δ -ferita osnovnog i dodatnog materijala (trake) da bi sadržaj δ -ferita u šavu bio u optimalnim granicama od 3-8%.

Kombinacije osnovnog materijala i odgovarajućeg dodatnog materijala daju šav koji je otporan na pojavu kristalizacionih prslina (δ -ferit >3%). Kombinacije zavarenih spojeva, osnovni materijal Č.4580 - dodatni materijal (traka) Č.4580, daju šav koji je otporan na pojavu kristalizacionih prslina (δ -ferit >3%).

Kombinacije zavarenih spojeva, osnovni materijal Č.4574 - dodatni materijal (traka) Č.4574 i osnovni materijal Č.4573 - dodatni materijal (traka) Č.4580 daju šavove koji nisu otporni na pojavu kristalizacionih prslina (δ -ferit <3%).

5. LITERATURA

- /1/ Palić V.: ZAVARIVANJE, Novi Sad, 1987.
- /2/ Šoršorov M.H. i dr.: Gorjačie treščiny pri svarke žaropročnyh splavov, Moskva, 1973.
- /3/ Medovar B.I.: Svarka žaropročnyh austenitnyh stalej i splavov, Moskva, 1966.
- /4/ Kahovskij N.I.: Svarka neržavejuščih stalej, Kiev, 1968.
- /5/ Petrov V.N.: Svarka i rezka neržavejuščih stalej, Leningrad, 1870.
- /7/ Petrov V.N.: Svarka i rezka neržavejuščih stalej, Leningrad, 1965.
- /8/ Kahovskij N.I.: Svarka vysokolegirovannyh stalej, Kiev, 1975.
- /9/ JUS C.H3.023/90 (ISO 8249/85)
- /10/ Schumann H.: Metallographie, Leipzig, 1962.
- /11/ Pantelić M.: Eksperimentalno odredjivanje sadržaja δ Fe kod austenitno-feritnih nerđajućih čelika, rad internog karaktera, INOX, B.Petrovac, 1993.