

## NEKA ISKUSTVA PRI NAVARIVANJU NEHRĐAJUĆEG SLOJA NA UGLJIČNE MATERIJALE

### SOME EXPERIENCES IN SURFACE-LAYER WELDING OF NONCORROSIVE LAYER ON CARBON MATERIALS

Josip VARŽIĆ<sup>1</sup>, Stipa KOVAČEVIĆ<sup>2</sup>

**Ključne riječi:** navarivanje, osnovni i dodatni materijal, zaštitni plinovi, čistoća, ispitivanje

**Key words:** surface-layer welding, base and filler materials, shielding gas, cleanliness, testing

**Sažetak:** U tehnologiji proizvodnje automobilskih guma s izravnim grijanjem kalupa vodenom parom određenih parametara, jedan od važnih čimbenika je nehrđajuća površina nalijeganja kalupa i tlačne posude. U radu su prikazana praktična iskustva kroz višegodišnje navarivanje nehrđajućeg sloja MAG postupkom uz primjenu impulsnih struja i zaštitnog plina 3% O<sub>2</sub> u Ar. Zbog otpornosti na koroziju pristupilo se dvoslojnom navarivanju, a zbog ekonomičnosti izrade pojedinih sklopova koje je potrebno žariti zbog otklanjanja zaostalih napetosti od zavarivanja (a u koje su ugrađene pozicije s nehrđajućim slojem) izvršena su ispitivanja kvalifikacijom postupka navarivanja sa i bez toplinske obrade žarenja. Posebna pažnja se poklanja čistoći i nemogućnosti kontaminacije nehrđajućeg sloja sa česticama metalne prašine.

**Abstract:** In car tire process technology with direct heating of moulds by steam with defined parameters, one of important factors is the noncorrosive contact surface of the tool and the pressure vessel. Practical experiences made through several years in surface-layer welding of noncorrosive layer by MAG welding process by use of pulse current and shielding gas 3% O<sub>2</sub> in Ar are presented. Due to corrosion resistance, the approach was made to two-layer surface-layer welding, and because of the economy of production of particular component parts which need to be stress relieve annealed (and in which parts with noncorrosive layer were built in) testing by means of qualification of the surface-layer welding procedure with and without heat treatment was performed. Special attention is payed to cleanliness and prevention of contamination of the noncorrosive layer with particles of metal powder.

---

<sup>1</sup> Harburg-Freudenberger Belišće d.o.o ,Trg Ante Starčevića 1, 31551 Belišće, tel. 031 665 260, 031 662 964, fax 031 662 916, e-mail : [josip.varzic@hf-group.com](mailto:josip.varzic@hf-group.com)

<sup>2</sup> Harburg-Freudenberger Belišće d.o.o ,Trg Ante Starčevića 1, 31551 Belišće, tel. 031 665 260, 031 662 964, fax 031 662 916, e-mail : [stipa.kovacevic@hf-group.com](mailto:stipa.kovacevic@hf-group.com)



## 1. UVOD

Kod izrade strojeva za proizvodnju automobilskih guma kupac je zahtijevao nehrđajući sloj na površini nalijeganja kalupa unutar tlačne posude koja ima mogućnost rastavljanja kod svakog radnog ciklusa. Pregrijana vodena para temperature 200<sup>o</sup> C i tlaka 10.5 bara izravno prenosi toplinu na kalup gdje se oblikuje konačni izgled automobilske gume.

Kupcu su ponuđene tri alternativne nehrđajuće podloge iz ekonomskih razloga :

1. cijela pozicija od nehrđajućeg materijala koja se zavaruje unutar tlačne posude
2. nalijegajući dio platiran nehrđajućim limom debljine 5 mm i zavaren za ugljični materijal po obodu
3. navarivanje nehrđajućeg sloja na ugljični materijal

Kalkulacije pokazuju da je druga alternativa najjeftinija, no postoji mogućnost stvaranja zračnog raspora između nehrđajućeg lima i ugljičnog materijala, a zbog tlačnog djelovanja na nehrđajuću podlogu, i trajne deformacije.

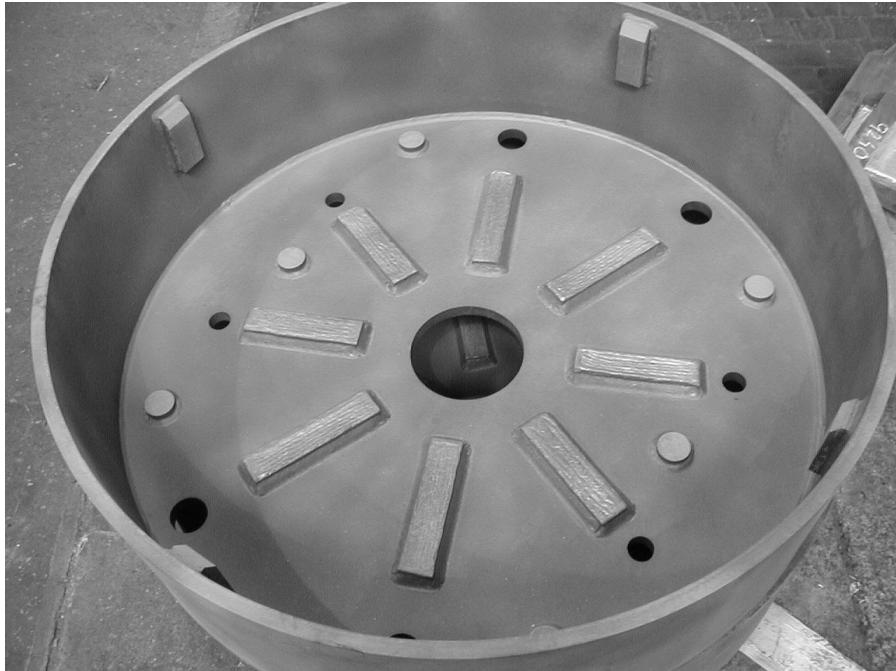
Iako je navarivanje najskuplja varijanta, kupac je izričito zahtijevao takvo rješenje.

## 2. PROVEDBA POSTUPKA NAVARIVANJA

Gornji i donji dio tlačne posude volumena 600 l izrađen je od materijala S355J2G3 (EN 10025) u zavarenoj izvedbi i ima oblik cilindra unutar kojih je osam nalijegajućih površina dimenzija 50x230 na koje je navaren nehrđajući sloj. Gornji dio kalupa za oblikovanje guma je pričvršćen za gornji dio tlačne posude, a donji za donji dio.

Posuda se sastoji od plašta debljine 20 i 30 mm i dna iste debljine. Plašt se na uzdužnom »X« spoju, koji je zavaren MAG postupkom, radiografski ispituje. Ostali se zavari ispituju vizualno i penetrantima. Prilikom montaže cijelog stroja predstoji još jedna tlačna proba vodom.

Posuda podliježe Zakonu o tlačnim posudama te se primjenjuju pravila DGRL 97/23 EG (modul D).



Slika 1. Gornji dio tlačne posude ( $\varnothing 1212 \times 330$ )



Slika 2. Donji dio tlačne posude ( $\varnothing 1261 \times 300$ )

Prije same izrade na konkretnim sklopovima pristupilo se provođenju kvalifikacije postupka navarivanja. Tvrtna ThyssenKrupp Belišće d.o.o. u svojoj proizvodnji uglavnom koristi MIG/MAG i TIG postupke zavarivanja. Posjeduje dvadesetak invertorskih uređaja najnovije generacije različite snage proizvođača »KEMPPi« iz Finske.

Za konkretan primjer navarivanja odabran je :

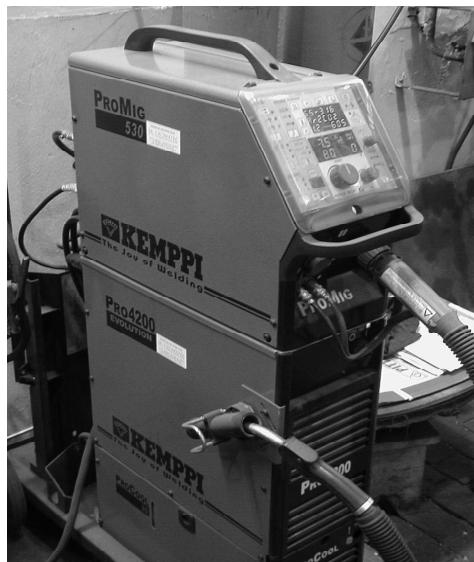
- postupak 135 prema EN 24063,
- dodatni materijal puna žica  $\varnothing$  1.2 u kvaliteti SG-X2 CrNi 19 9 (DIN 8556), odnosno G 19 9 L Si (EN 12072),
- zaštitni plin M13 prema EN 439 (Argomag S3 – MESSER – 3%O<sub>2</sub> u Ar).

Da je navarivanje u velikim serijama i kontinuirano, ekonomičnija bi bila primjena EPP postupka uz primjenu trake odgovarajuće kvalitete i širine kao sama pozicija. Ulaganje u takvu opremu, zbog malog broja komada, nije opravdano.

Pošto se sama posuda nakon zavarivanja toplinski obrađuje žarenjem zbog otklanjanja zaostalih napetosti i dimenzijske stabilnosti prilikom strojne obrade, a zbog ekonomičnosti navarivanja nehrđajućeg sloja pristupilo se kvalifikaciji postupka navarivanja bez žarenja i sa žarenjem. Ekonomičnije je navarivati nehrđajući sloj na samoj poziciji koja još nije zavarena u sklop, zavariti poziciju, izvršiti žarenje i ostale tehnološke operacije do oblikovanja konačnog proizvoda, nego navarivati na već zavarene pozicije u sklop (nepriступačnost).

Izvršene su probe navarivanja sa svrhom odabira odgovarajućih parametara zbog propisivanja privremenih uputa za navarivanje. Za navarivanje je korišten invertorski uređaj »KEMPPI« Pro 4200 s vodenim hlađenjem gorionika koji ima mogućnost rada REL-a i MIG/MAG uz funkciju synergic i impulsne struje. Na panelu za upravljanje odabirom kvalitete i debljine osnovnog materijala, promjera žice i vrstom zaštitnog plina, dolazi se do tvornički unesenih parametara za zavarivanje. Najbolji rezultati navarivanja su postignuti korištenjem impulsnih struja, tehnikom povlačenja u lijevo.

Za transport dodatnog materijala korištena je teflonska vodilica.



Slika 3. Invertorski uređaj 400 A »KEMPPI«



Slika 4. Odabir parametara zavarivanja na upravljačkom panelu MXE

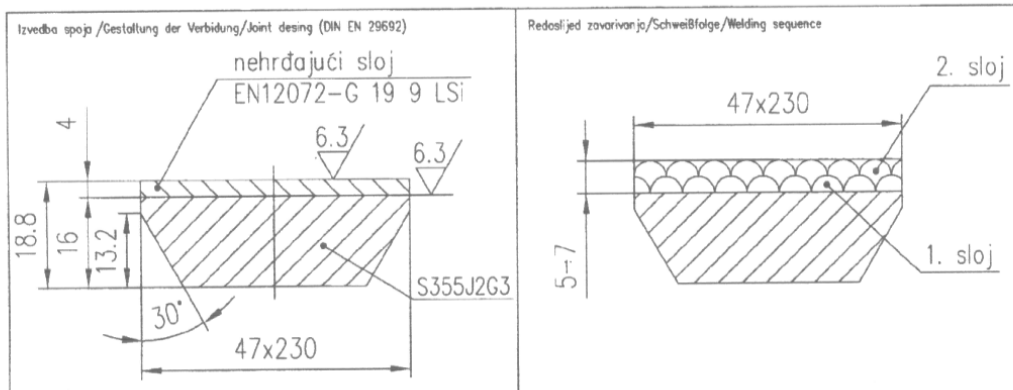
Posebna pažnja se posvetila samom izvođenju navarivanja. Čistoća osnovnog materijala, čistoća okoline (nemogućnost kontaminacije sa željeznim oksidom i metalnom prašinom zbog izoliranosti od ostalog dijela proizvodnje), čišćenje zavara nakon svakog prolaza nehrđajućim čeličnim četkama kao i strojna obrada alatima samo za nehrđajuće materijale dovodi do sigurne površinske antikoroziivnosti.

Prema WPS-u načinjeni su uzorci za ispitivanje:

1. Površina osnovnog materijala prije navarivanja je strojno obrađena glodanjem da se dobije određena debljina, a ujedno i čista površina za navarivanje
2. Na pomoćnu ploču debljine 30 mm pripojeno je deset pozicija koje će se navarivati
3. Površine su prije navarivanja odmaščene
4. Navarivanje je izvršeno u dva sloja u PA položaju. Svaki sloj je rađen u 10-12 prolaza. Da bi se izbjegla velika međuslojna temperatura navarivanje je vršeno naizmjenično na svih deset pozicija. Visina navarenog sloja treba biti 5-7 mm. Nakon strojne obrade ostaje 4 mm nehrđajućeg sloja.
5. Žarenje je provedeno prema uputi za žarenje u programskoj električnoj peći. Parametri žarenja su:
  - a) maksimalna temperatura dizanja : 100°C/h do 600°C
  - b) držanje na temperaturi žarenja (600°C) 180 minuta
  - c) hlađenje do 200°C maksimalno 30°C/h, a zatim na prirodnom zraku.

<b>ThyssenKrupp</b> <b>Belišće</b>	<b>UPUTA ZA ZAVARIVANJE</b> <b>SCHWEIßANWEISUNG (WPS)</b> <b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b>		Broj/Nr./No 09/2005
	Kupac/Kunde/Customer	MICHELIN	Crtez br./Zeichnung-Nr./Drawing No
Projekt/Projekt/Project	KHP D46-160		
Objekt/Benennung/Object	DAMPFDOM	Standard	

Postupak zavarivanja ( EN 24063 ) Schweißverfahren/Welding procedure	135 (MAG)	Osnovni materijal Grundwerkstoffe/Base metals	
Atest postupka broj (WPAR) Schweißverfahrensprüfung-Nr. Supporting WPAR No	VP1/2001	Oznaka Bezeichnung Mark	Grupa Gruppe Group
Položaj zavarivanja (EN 26947) Schweißposition/Welding position	PA	S355J2G3 (EN 10025)	Debljina/Pranjer Dicke/Außendurchmesser Thickness/Outside diameter
Način žljebljenja /Art der Wurzelaustrückung Method of back gouging	bez žljebljenja	Vrsta spoja Nahtart/Joint type	navarivanje
		Symbol vrste spoja (EN 22553) Nahtart symbol/Sign of joint design	



Parametri zavarivanja/Schweißparameter/Welding parameters									
Sloj broj Schweißraupe Nr. Pass No	Postupak Verfahren Procedure	Promjer dod. mat. Durchmesser ZW Size FM ( mm )	Jakost struje Stromstärke Current ( A )	Napon Spannung Voltage ( V )	Vrsta struje/Polaritet Stromart/Polung Type/Polarity	Protok plina Gasdurchflußmenge Gas flow rate ( l/min )	Brzina zavarivanja Schweißgeschwin Travel speed ( cm/min )	Brzina žice Drahtvorschub Wire speed ( m/min )	Unos topline Wärmebringung Heat input ( KJ/cm )
1	135	1.2	230	26	DC "+"	15	60-65	7	4.42
2	135	1.2	250	29	DC "+"	15	75-80	9	4.35

Dodatni i pomoćni materijal Zusatz- und Hilfswerkstoff/Filler and auxiliaries metal		Temperatura predgrijavanja Vorwärmung/Preheat temperature	
Naziv i proizvođač Markenname und Hersteller Designation and manufacturer	INTERFIL 19 9 nC OERLIKON	Max. međuslojna temperatura Max. Zwischenschichttemperatur Max. Interpass temperature	150°
Klasifikacija Normbezeichnung/Classification	EN 12072 G 19 9 LSi	Topinska obrada Wärmenachbehandlung/Heat treatment	DA/JA/YES <input checked="" type="checkbox"/> NE/NEIN/NO <input type="checkbox"/>
Tip obloge Umhüllungstyp/Coat type	-	Tehnika rada Schweißmethode/Welding technique	Ravno/Eben <input checked="" type="checkbox"/> Njhanje/Pendeln <input type="checkbox"/> Weave bead <input type="checkbox"/>
Promjer i vrsta W-žice Durchmesser und Typ W-Draht Size and type W-wire	Ø1.2	Početno i međuslojno čišćenje Vor- und Zwischenschichtreinigung Cleaning initial and interpass	odmaščivanje čistkanje nehrđajućom čeličnom četkom
Sušenje dodatnog materijala Trocknung zusätzliches/To dry FM	-	Max. širina gusjenice Max. Schweißraupenbreite/Max. layer width	5 mm
Zaštitni plin/Zaštita korijena Schutzgas/Wurzelerschutz Shielding gas/Backing gas	M13 (EN439) 3%O <sub>2</sub> , 97%Ar	Ostalo/Weitere Informationen/Other: Tehnika zavarivanja u lijevo	

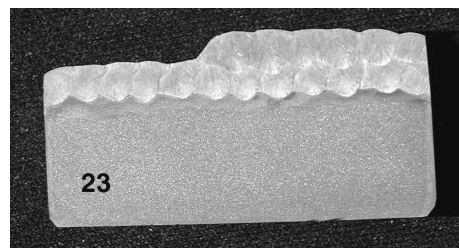
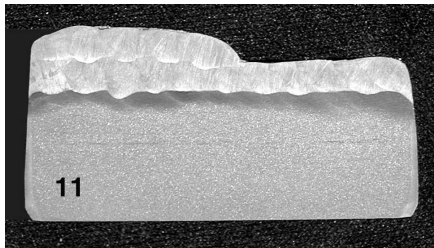
Izdavanje/Rev.	Izradio/Erstellt/Prepared by	Kontrolirao/Gepüft/Checked by	Nadzor/Überwachung/Author. Inspect.:	Strana/Seite/Page:
2	J. Varžić, dipl.ing., IWE	J. Varžić, dipl.ing., IWE		1
	Datum/Date: 15.06.2005.	Datum/Date: 15.06.2005.	Datum/Date:	

### 3. ISPITIVANJA

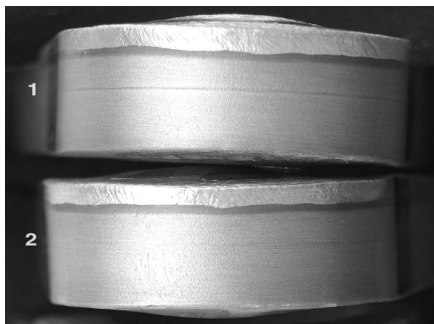
Za kvalifikaciju postupka navarivanja prema EN 288-3; AD-Merkblatt HP 2/1 izvršena su nerazorna ispitivanja :

- vizualne kontrole (DIN EN 970),
- radiografske kontrole (DIN EN 1434),
- ispitivanje penetrantima (DIN EN 1289)

Sva nerazorna ispitivanja su u skladu s odgovarajućim normama. Prema normi EN 910 izvršena su razorna ispitivanja savijanjem. Pukotine se nisu pojavile



Slike 5. i 6. Makroizbrusak neodžarenog (11) i odžarenog (23) uzorka



Slike 7. i 8. Uzorci nakon ispitivanja savijanjem ( 1 i 2 – neodžareni; 13 – odžaren )

Na makroizbrusku prema EN 1043-1 izvršena su mjerenja tvrdoće osnovnog materijala, zone utjecaja topline i samog zavara :

- Na neodžarenom uzorku tvrdoća u ZUT-u je veća za 22%, a u čistom zavaru za 25% od tvrdoće u osnovnom materijalu.
- Na odžarenom uzorku tvrdoća u ZUT-u je veća za 12% od tvrdoće u osnovnom materijalu, a u čistom zavaru je ostala ista kao na neodžarenom uzorku.

Pri analizi strukture (prema EN 1321) na ispitanim uzorcima nisu zapažene greške makrostrukture kao ni greške mikrostrukture u zavarenom spoju.



Pri kemijskoj analizi čistog zavara utvrđeno je da postotak kroma od 19,37% i nikla od 9.82% udovoljava zahtjevima antikorozivnosti.

#### **4. ZAKLJUČAK**

U toku četverogodišnje eksploatacije i primjene ovakvog načina navarivanja nije bilo povratnih informacija o koroziji navarene površine.

Kod prvog nanošenja navarenog sloja dolazi do miješanja osnovnog i dodatnog materijala, a time i do smanjenja legirajućih elemenata koji uvjetuju antikorozivnost. Puno bolja situacija je kod nanošenja drugog sloja gdje je gore navedeno osiromašenje puno manje.

Korištenjem impulsnih struja u štrcajućem luku eliminirane su prskotine prilikom navarivanja kao i dobro odabranom plinskom mješavinom.

Primjedba pri kvalifikaciji postupka (RWTÜV Essen) je u nazivu postupka 131 (MIG). Korištena je mješavina 3% O<sub>2</sub> u argonu, a kisik je aktivna komponenta plinske mješavine, te bi postupak trebao biti 135 (MAG).

#### **5. LITERATURA**

1. Proizvodno tehnološka dokumentacija tvornice »ThyssenKrupp Belišće« d.o.o. Belišće
2. WPAR broj VP01/2001, RWTÜV Essen Nr: 1.3-575/00