

# ODNOŠ SILE ELEKTRODA I STRUJE U ODNOSU NA KLASIČAN CRNI NISKOUGLJENIČNI MEKANI ČELIK C < 0,15 % ZA ISTE DEBLJINE KOD POCINKOVANOG LIMA , ALUMINIJUMA I CrNi ČELIKA ZA DOBIJANJE PUNKTA ISTOG KVALITETA ZAVARA

Sila za niskougljenični mekani čelik je  $F_{\check{c}}$

Struja za niskougljenični mekani čelik je  $I_{\check{c}}$

## ALATISTHERM D.O.O

Koče Kapetana 25

35230 Čuprija , Srbija

Tel/fax : + 381 (0) 35 8471- 196

Mob 1 : + 381 (0) 65 2771- 802

Mob 2 : + 381 (0) 65 8410- 651

[office@alatistherm.in.rs](mailto:office@alatistherm.in.rs)

[office@alatistherm.co.rs](mailto:office@alatistherm.co.rs)

[www.alatistherm.co.rs](http://www.alatistherm.co.rs)

## POCINKOVANI ČELIK

STRUJA je veća za ( 50% - 55% ) odnosno ( 1,5 – 1,55 ) x  $I_{\check{c}}$

SILA je veća za ( 40% - 45% ) odnosno ( 1,4 – 1,45 ) x  $F_{\check{c}}$

## ALUMINIJUM

STRUJA je veća za ( 200% - 210% ) odnosno ( 3,0 – 3,1 ) x  $I_{\check{c}}$

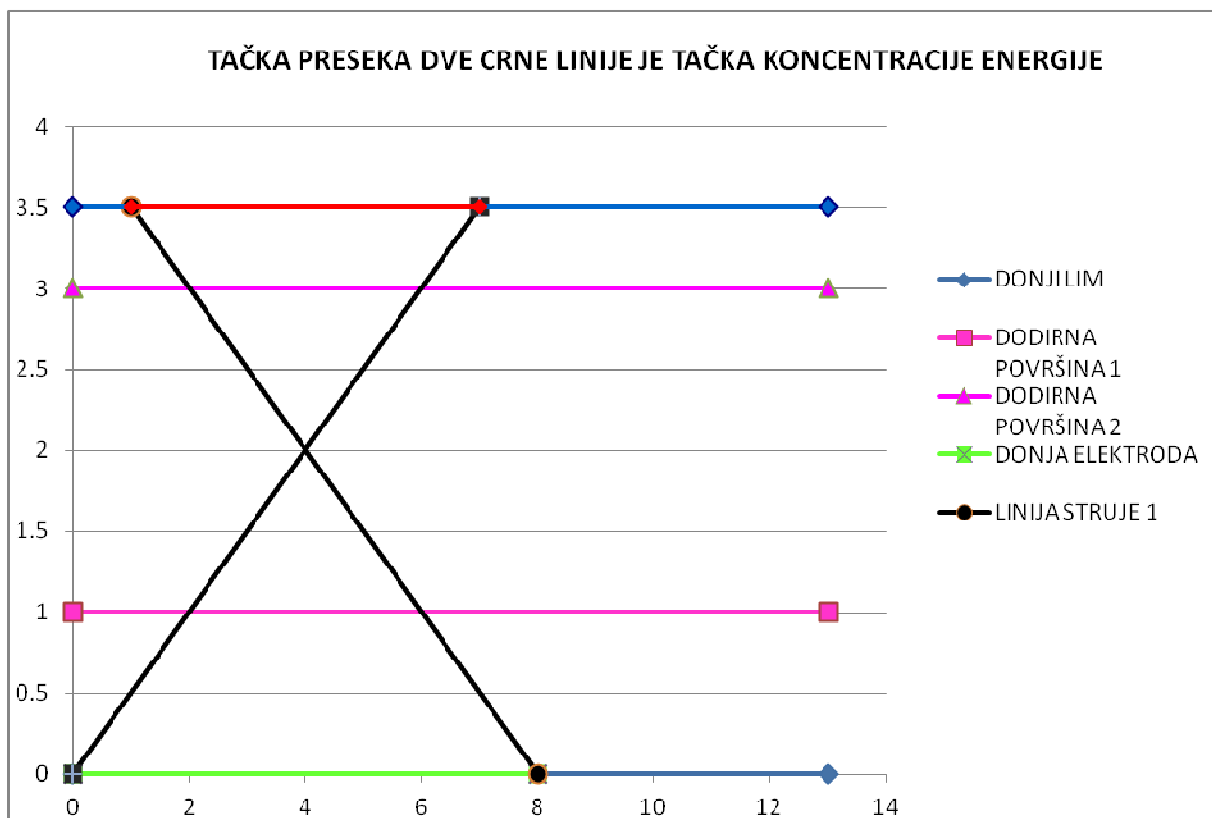
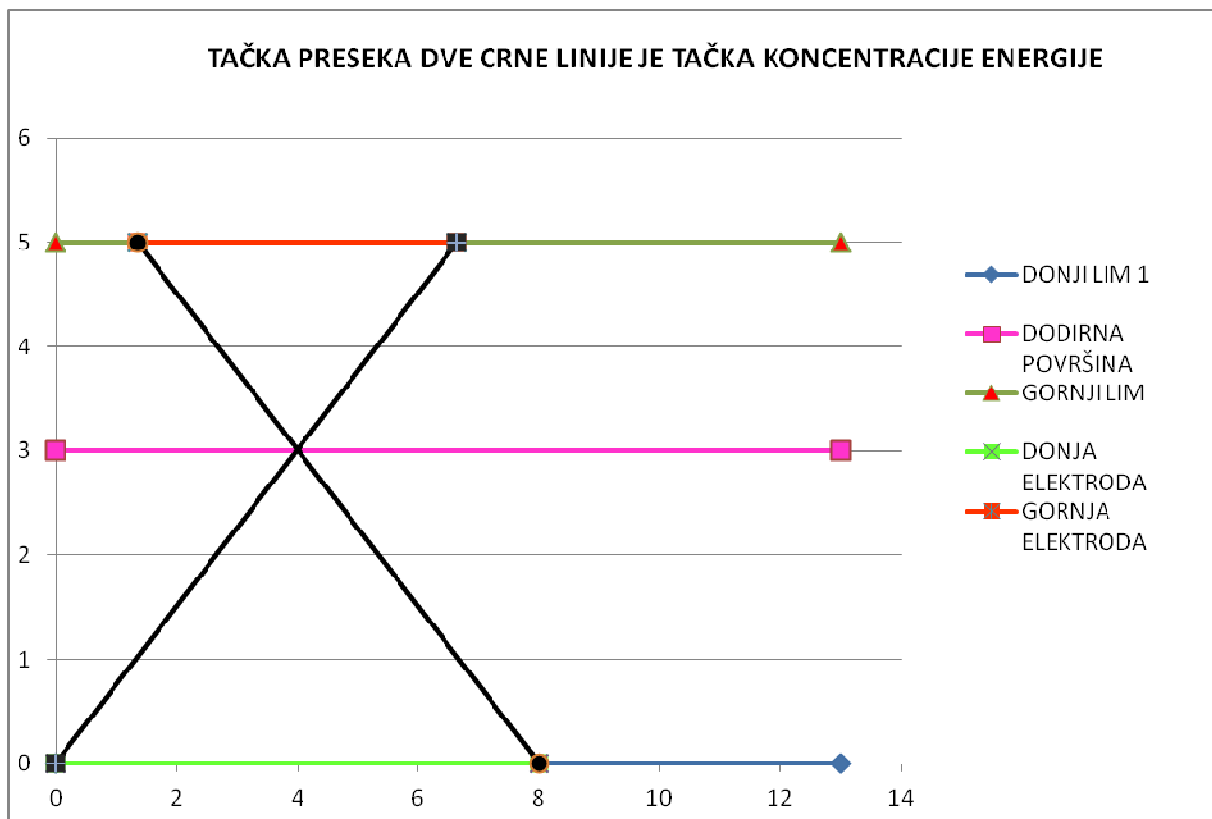
SILA je veća za oko ( 40% - 42% ) odnosno ( 1,4 – 1,42 ) x  $F_{\check{c}}$

## CrNi ČELIK

STRUJA je manja za ( 10% - 15 % ) odnosno ( 0,85 – 0,9 ) x  $I_{\check{c}}$

SILA je veća za oko ( 70% - 100% ) odnosno ( 1,7 – 2,0 ) x  $F_{\check{c}}$

- Postoje i razlike u broju ciklusa za punktovanje ali su one mnogo manje izražene.
- ALUMINIJUM se punktuje sa elektrodama sa radijusnim vrhom.
- Kod punktovanja pocinkovanog lima elektrode se nikada ne čiste ( vrhovi elektroda ) sve do zamene elektroda.
- Za ALUMINIJUM je potrebna mnogo veća struje za punktovanje.
- Za POCINKOVANI lim postoje kvaliteti zavara „A,, i „B,, – ostali kvaliteti nisu prihvatljivi.
- Za ALUMINIJUM takođe postoje kvaliteti zavara „A,, i „B,, – ostali kvaliteti nisu prihvatljivi.
- Za CrNi čelik posoji samo kvalitet zavara „A,, – ostali kvaliteti nisu prihvatljivi.
- Za crni lim (niskougljenični meki čelik) postoje kvaliteti zavara „A,, ; „B,, ; „C,, ; „D,, ; „E,,.
- ZAKLJUČAK : Snaga uređaja izražena u KVA nije od odlučujućeg značaja za izbor uređaja za punktovanje. Kao što se vidi SILA pritiska elektroda i STRUJA zavarivanja su odlučujući.
- NAJVEĆI ZNAČAJ ima podatak o TERMIČKOJ STRUJI uređaja na 100 % opterećenja. Prema tom podatku se proračunom može doći da li je materijal date debljine moguće zavariti određenim uređajem. Proračunska Termička Struja mora da bude manja od Termičke Struje na 100 % date u tabeli za dati uređaj.
- Iz tabela sa karakteristikama uređaja su veoma važni podaci za : max. struju zavarivanja na Čeliku ili Al ; sila na elektrodama za određenu dužinu ruku i određeni pritisak vazduha ; termička strujana 100% - naravno.
- Veoma je važno odrediti tačku koncentracije struje ( energije ) , koja bi trebalo da se poklapa sa linijom dodirne površine dva lima. Ovo je naročito važno kada se punktuju limovi različitih debljina. Još je složeniji problem kod zavarivanja 3 lima nejednakih debljina. Od ovoga zavise i prečnici gornje i donje elektrode naravno.



**NAPREDNI HSS**

**ČELICI VISOKE  
ČVRSTOĆE**

**U**

**AUTOMOBILSKOJ  
INDUSTRIJI**

## UVOD

Novi globalni standardi u oblasti sigurnosti automobila ( misli se na sigurnost prilikom sudara ) , ekonomičnosti potrošnje goriva I emisije izduvnih gasova važeći su do 2020 godine, sa obaveznim unapređenjem u narednih deset godina.

Današnja proizvodnja automobila mora da izbalansira performanse, sigurnost , ekonomisanje goriva , očuvanje okoline, u isto vreme zadržavajući dizajn koji je privlačan kupcima.

Nove vrste čelika ( lima ) moraju da imaju značajno povećanu čvrstoću a istovremeno manje debljine koje će smanjiti ukupnu masu automobile.

U daljem tekstu ćemo vam ukratko predstaviti AHSS čelike povećane čvrstoće koji se koriste u automobilskoj industriji.

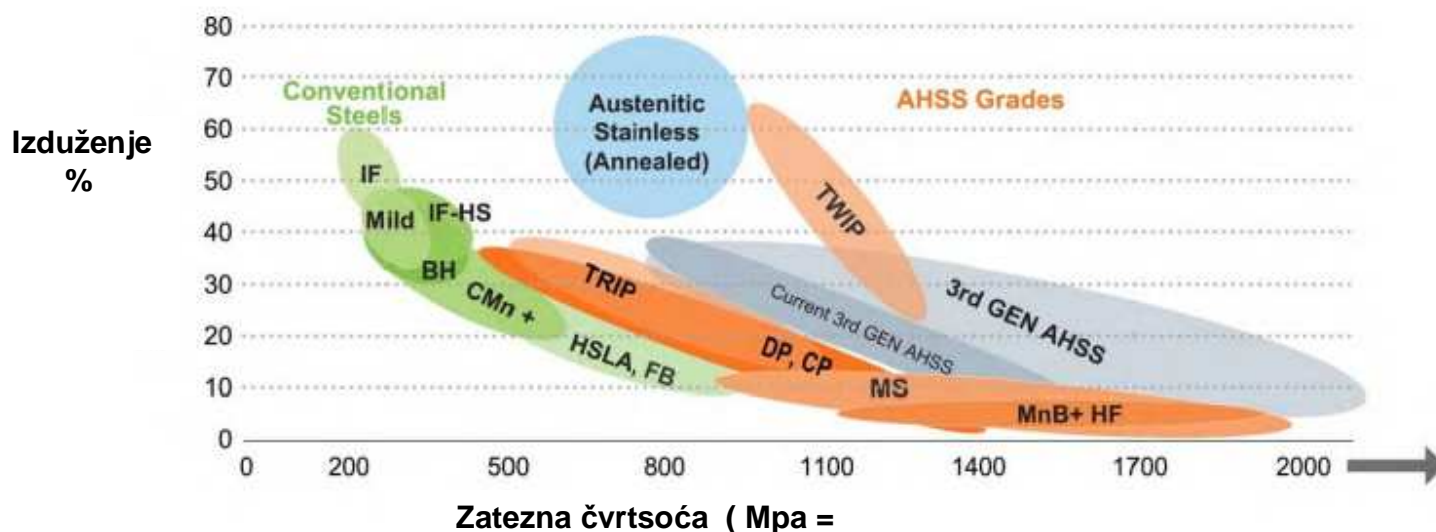
## PREDSTAVLJANJE NAPREDNIH “ AHSS “ ČELIKA

U cilju zadovoljenja sve oštrijih zahteva autoindustrija je krenula u istraživanje novih materijala koji će zadovoljiti iste. Bilo je potrebno zadovoljiti dva naizgled suprotna zahteva tj. povećati bezbednost samog vozila a u isto vreme smanjiti težinu vozila. Kao rezultat ovih istaživanja su nastali AHSS čelici.

## DANAŠNJI “ AHSS “ ČELICI

AHSS su kompleksni sofisticirani materijali sa veoma pažljivo određenom hemiskim sastavom multifaznom mikrostrukturom kao rezultatom veoma precizno kontrolisanog procesa zagrevanja I hlađenja. Razni mehanizmi ojačavanja se koriste za postizanje čvrstoće, žilavosti, granice razvlačenja I povećanja otpornosti na zamor materijala.

Familija **AHSS** materijala uključuje : Dual Phase (DP) ... Dvofazni čelik ( DP ) , Complex-Phase (CP) .. Komleksni čelik (CP) , Ferritic-Bainitic (FB) .. Feritno-Bejnitni čelik (FB), Martensitic (MS) ... Martenzitni čelik (MS), Transformation-Induced Plasticity (TRIP)... Transform-Induktivna plastičnost (TRIP), Hot-Formed (HF) ... Hladno valjani čelik (HF), and Twinning-Induced Plasticity (TWIP) ..Dvostruko indukovana platičnost (TWIP).

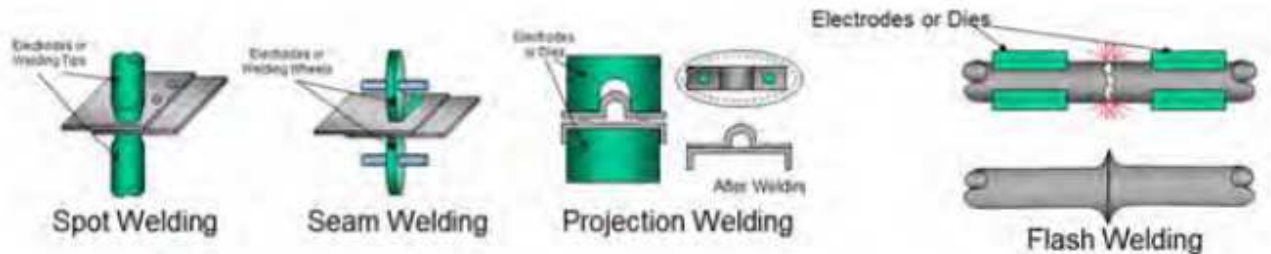


## TABELA DANAS DOSTUPNIH “ AHSS “ ČELIKA

		Min Yield Strength	Min Tensile Strength
No.	Steel Grade	MPa	MPa
1	DP 210/440	210	440
2	DP 300/500	300	500
3	FB 330/450	330	450
4	HSLA 350/450	350	450
5	DP 350/600	350	600
6	TRIP 350/600	350	600
7	TRIP 400/700	400	700
8	HSLA 420/500	420	500
9	FB 450/600	450	600
10	TRIP 450/800	450	800
11	HSLA 490/600	490	600
12	CP 500/800	500	800
13	DP 500/800	500	800
14	TWIP 500/900	500	900
15	TWIP 500/980	500	980
16	HSLA 550/650	550	650
17	CP 600/900	600	900
18	TWIP 600/900	600	900
19	DP 600/980	600	980
20	TRIP 600/980	600	980
21	Q&P 650/980	650	980
22	CP 680/780	680	780
23	TPN 680/780	680	780
24	HSLA 700/780	700	780
25	DP 700/1000	700	1000
26	CP 750/900	750	900
27	TPN 750/900	750	900
28	DP 750/980	750	900
29	TRIP 750/980	750	980
30	TWIP 750/1000	750	1000
31	CP 800/1000	800	1000
32	DP 800/1180	800	1180
33	CP 850/1180	850	1180
34	MS 950/1200	950	1200
35	TWIP 950/1200	950	1200
36	CP 1000/1200	1000	1200
37	MS 1050/1470	1050	1470
38	CP1050/1470	1050	1470
39	HF 1050/1500	1050	1500
40	DP 1150/1270	1150	1270
41	MS 1150/1400	1150	1400
42	HF 1200/1900	1200	1900
43	MS 1250/1500	1250	1500

## ELEKTROTOPORNO – TAČKASTO ZAVARIVANJE “ AHSS “ ČELIKA

Pored tačkastog mogu se ovi materijali zavarivati postupcima šavnog , projekcionog ( bradavičastog ) i sučeonog iskrećeg zavarivanja.



Izbor vrhova elektroda je takođe od velikog značaja za tačkasto zavarivanje AHSS materijala.



Vrhovi elektroda sa povećanom čvrstoćom se biraju kada se zavaruju materijali sa povišenom čvrstoćom.

## PROCEDURA TAČKASTOG ZAVARIVANJA “ AHSS “ ČELIKA

U osnovi ukoliko se po prvi put zavaruje AHSS čelik ( bilo koji ) potrebno je da se preuzmu paramateri za klasičan niskouglenični nelegirani čelik I da se :

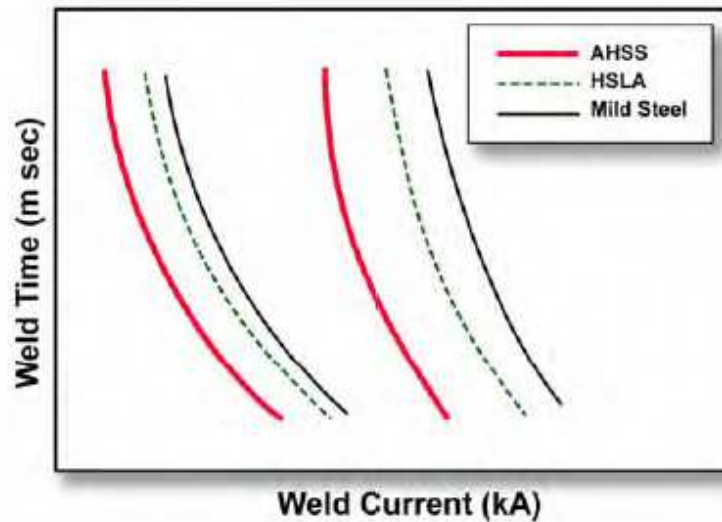
- Uveća sila na elektrodama minimum za 20 % i više ( zavisno od AHSS čelika )
- Uveća vreme zavarivanja već prema AHSS čeliku

Ukoliko su ove mere neefikasne potrebno je uraditi sledeće:

- Podestiti veći broj pulsova ( pulsno tačkasto zavarivanje )
- Povećati prečnik vrha elektrode ili upotrebiti drugi tip vrha elektrode
- Povećati prečnik zavara

Prilikom elektrootpornog zavarivanja AHSS čelici zahtevaju manju struju zavarivanja nego kalsični nelegirani niskougljenični čelici ( elektrootpornost AHSS materijala je veća ). Naravno AHSS materijali sa druge strane zahtevaju veće sile na elektrodama s obzirom da imaju povećanu čvrstoću.

Odnos struja zavarivanja i vremena zavarivanja za AHSS , HSLA i Mild Steel imate dole :



U tabelama dole su prikazani preporučeni parametri tačkastog zavarivanja za niskougljenične AHSS čelike povišene čvrstoće. Iz priloženog se vidi da je potrebna dosta veća sila na elektrodama.

**TABELA PARAMETARA ZA AHSS ČELIKE SA ČVRSTOĆOM 350 MPa – 700 MPa**

Spot-Welding Parameters for Bare, Galvanneal, and Galvanized Low-Carbon Steel 350-700 MPa (50-108 ksi) Ultimate Tensile											
Metal(e) Thickness [mm (in.)]	Electrode(f)		Net Electrode Force [kN (lb)]	Coated Weld(h) Time (cycles)	Bare Weld(h) Time (cycles)	Coated Weld Current (Approx) (A)	Bare Weld Current (Approx) (A)	Minimum Contact Overlap [mm (in.)]	Minimum Weld Spacing [mm (in.)]	Nugget Diameters(i)	
	Face Diameter [mm (in.)]	Shape(g)								Minimum Satisfactory [mm (in.)]	Setup [mm (in.)]
0.51 (0.020)	4.76 (0.187)	a,b,e	2.00 (500)	10	7	8,500	6,500	11.2 (0.44)	9.5 (0.37)	3.0 (0.12)	4.6 (0.18)
0.64 (0.025)	4.76 (0.187)	a,b,e	2.22 (600)	11	8	9,500	7,500	11.9 (0.47)	15.9 (0.63)	3.3 (0.13)	4.6 (0.18)
0.76 (0.030)	6.35 (0.250)	a,b,e	2.42 (650)	12	9	10,500	8,500	11.9 (0.47)	15.9 (0.63)	3.6 (0.14)	5.1 (0.20)
0.89 (0.035)	6.35 (0.250)	a,b,c,f	2.89 (700)	13	9	11,500	9,500	13.5 (0.53)	19.0 (0.75)	4.1 (0.16)	6.4 (0.25)
1.02 (0.040)	6.35 (0.250)	a,b,c,f	3.11 (800)	13	10	12,500	10,500	13.5 (0.53)	19.0 (0.75)	4.3 (0.17)	6.4 (0.25)
1.14 (0.045)	6.35 (0.250)	a,b,c,f	3.34 (900)	14	11	13,000	11,000	15.0 (0.59)	20.3 (0.94)	4.8 (0.19)	6.4 (0.25)
1.27 (0.050)	7.94 (0.313)	a,b,c,f	3.56 (1000)	16	12	13,500	11,500	15.0 (0.59)	20.3 (0.94)	5.1 (0.20)	7.9 (0.31)
1.40 (0.055)	7.94 (0.313)	a,b,c,f	4.56 (1100)	17	13	14,000	12,000	16.0 (0.63)	27.0 (1.06)	5.3 (0.21)	7.9 (0.31)
1.52 (0.060)	7.94 (0.313)	a,b,c,f	5.16 (1200)	18	14	15,000	13,000	16.0 (0.63)	27.0 (1.06)	5.6 (0.22)	7.9 (0.31)
1.78 (0.070)	7.94 (0.313)	a,b,c,f	5.60 (1400)	22	16	16,000	14,000	16.8 (0.66)	30.0 (1.18)	6.1 (0.24)	7.9 (0.31)
2.03 (0.080)	7.94 (0.313)	a,b,c,f	6.23 (1600)	25	18	17,000	15,000	18.3 (0.72)	34.9 (1.37)	6.6 (0.26)	7.9 (0.31)
2.29 (0.090)	9.52 (0.375)	a,b,c,f	7.72 (2100)	31	20	18,000	15,000	19.8 (0.78)	39.7 (1.56)	6.9 (0.27)	9.5 (0.37)
2.67 (0.105)	9.52 (0.375)	a,b,c,f	8.01 (2250)	35	23	19,500	16,500	21.3 (0.84)	42.7 (1.68)	7.1 (0.28)	9.5 (0.37)
3.05 (0.120)	9.52 (0.375)	a,b,c,f	9.34 (2100)	42	26	21,000	18,000	22.4 (0.88)	46.0 (1.81)	7.6 (0.30)	9.5 (0.37)

## TABELA PARAMETARA ZA AHSS ČELIKE SA ČVRSTOĆOM > 700 MPa

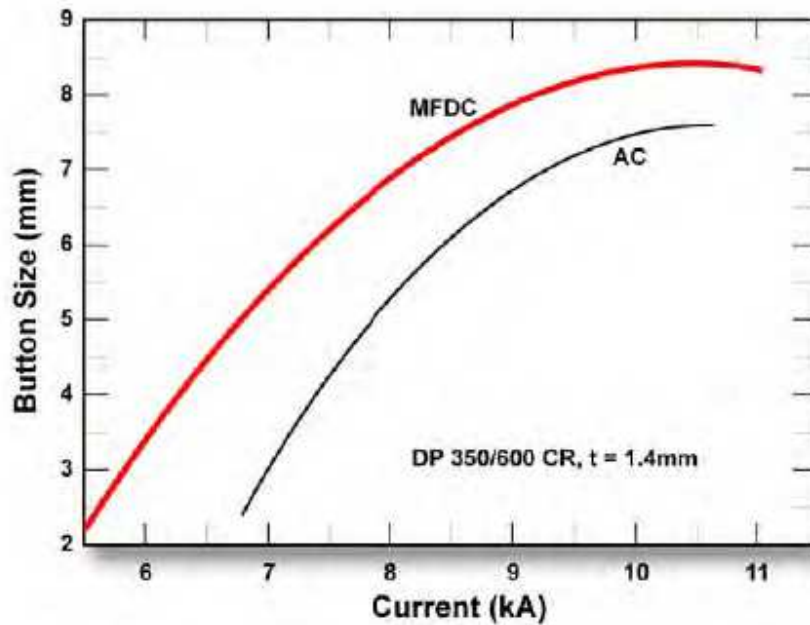
Spot-Welding Parameters for Bare, Galvanneal, and Galvanized Low-Carbon Steel >700-MPa (102-ksi) Ultimate Tensile											
Metal(e) Thickness [mm (in.)]	Electrode(f)		Net Electrode Force [kN (lb)]	Coated Weld(h) Time (cycles)	Bare Weld(h) Time (cycles)	Coated Weld Current (Approx) (A)	Bare Weld Current (Approx) (A)	Minimum Contact Overlap [mm (in.)]	Minimum Weld Spacing [mm (in.)]	Nugget	
	Face Diameter [mm (in.)]	Shape (g)								Minimu m Satisfact ory [mm (in.)]	Setup [mm (in.)]
0.51 (0.020)	4.76 (0.187)	a,b,e	2.00 (500)	12	8	7,500	5,500	11.2 (0.44)	9.5 (0.37)	3.0 (0.12)	4.6 (0.18)
0.64 (0.025)	4.76 (0.187)	a,b,e	2.22 (600)	13	10	8,500	6,500	11.9 (0.47)	15.9 (0.63)	3.3 (0.13)	4.6 (0.18)
0.76 (0.030)	6.35 (0.250)	a,b,e	2.42 (650)	14	11	9,500	7,500	11.9 (0.47)	15.9 (0.63)	3.6 (0.14)	5.1 (0.20)
0.89 (0.035)	6.35 (0.250)	a,b,e,f	2.89 (700)	15	11	10,500	8,500	13.5 (0.53)	19.0 (0.75)	4.1 (0.16)	6.4 (0.25)
1.02 (0.040)	6.35 (0.250)	a,b,e,f	3.11 (800)	16	12	11,500	8,500	13.5 (0.53)	19.0 (0.75)	4.3 (0.17)	6.4 (0.25)
1.14 (0.045)	6.35 (0.250)	a,b,e,f	3.34 (900)	17	13	12,000	10,000	15.0 (0.59)	20.3 (0.94)	4.8 (0.19)	6.4 (0.25)
1.27 (0.050)	7.94 (0.313)	a,b,e,f	3.56 (1000)	19	14	12,500	10,500	15.0 (0.59)	20.3 (0.94)	5.1 (0.20)	7.9 (0.31)
1.40 (0.055)	7.94 (0.313)	a,b,e,f	4.56 (1100)	20	16	13,000	11,000	16.0 (0.63)	27.0 (1.06)	5.3 (0.21)	7.9 (0.31)
1.52 (0.060)	7.94 (0.313)	a,b,e,f	5.16 (1200)	22	17	14,000	12,000	16.0 (0.63)	27.0 (1.06)	5.6 (0.22)	7.9 (0.31)
1.78 (0.070)	7.94 (0.313)	a,b,e,f	5.60 (1400)	26	19	15,000	13,000	16.8 (0.66)	30.0 (1.18)	6.1 (0.24)	7.9 (0.31)
2.03 (0.080)	7.94 (0.313)	a,b,e,f	6.23 (1600)	30	21	16,000	14,000	18.3 (0.72)	34.9 (1.37)	6.6 (0.26)	7.9 (0.31)
2.29 (0.090)	9.52 (0.375)	a,b,e,f	7.72 (2100)	37	24	17,000	14,000	19.8 (0.78)	39.7 (1.56)	6.9 (0.27)	9.5 (0.37)
2.67 (0.105)	9.52 (0.375)	a,b,e,f	8.01 (2250)	42	28	18,500	15,500	21.3 (0.84)	42.7 (1.68)	7.1 (0.28)	9.5 (0.37)
3.05 (0.120)	9.52 (0.375)	a,b,e,f	9.34 (2400)	50	31	20,000	17,000	22.4 (0.88)	46.0 (1.81)	7.6 (0.30)	9.5 (0.37)

Ispod imate klasifikaciju po grupama za AHSS materijale. Jedna grupa materijala se može zavarivati sa istim li veoma malo izmenljivim parametrima.

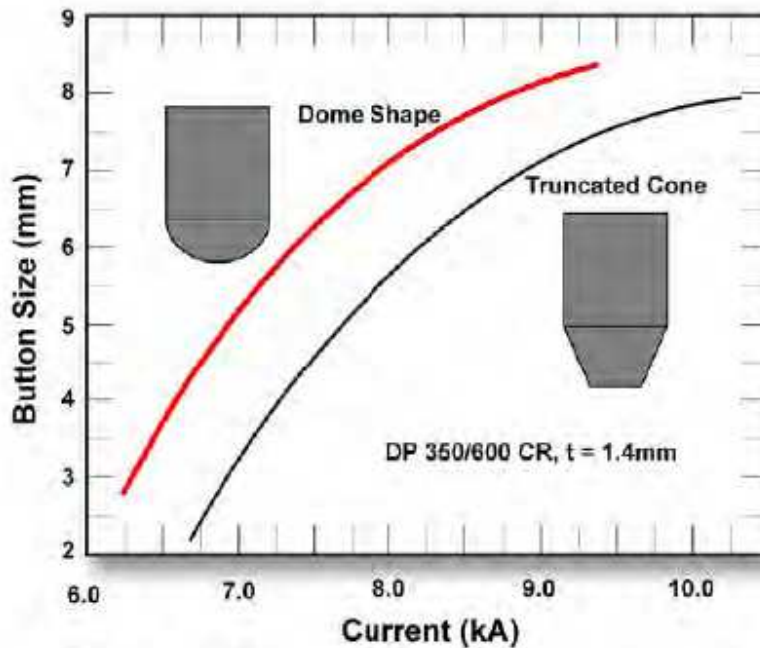
Group	Minimum Tensile Strength (MPa)	Typical Products
1	<350	Mild 140 YS/270 TS BH 180 YS/300 TS BH 210 YS/320 TS BH 240 YS/340 TS
2	350-500	BH 260 YS/370 TS HSLA 280 YS/350 TS HSLA 350 YS/450 TS DP 300 YS/50 TS
3	>500-800	DP 350 YS/600 TS TRIP 350 YS/600 TS DP 500 YS/800 TS TRIP 500 YS/800 TS CP 700 YS/800 TS
4	>800	DP 700 YS/1000 TS MS 950 YS/1200 TS MS 1150 YS/1400 TS MS 1250 YS/1520 TS HF 950 YS/1300 TS



Takođe je veoma važno napomenuti da zavarivanje MFDC ( MediumFrequencyDC 1000 Hz ) uređajima ima velike prednosti u odnosu na klasične AC uređaje za tačkasto zavarivanje. Pogledajte dijagram ispod.



Geometrija vrha elektrode takođe utiče na kvalitet.



**Pokušali smo samo da damo osnovne informacije o specifičnostima tačkastog zavarivanja AHSS čelika povećane čvrstoće u automobilske industriji. Nadamo se da su vam ove informacije od koristi.**

**Ukoliko vam treba uređaj ili radna stanica za tačkasto zavarivanje AHSS materijala slobodno nas kontaktirajte ili putem e-mail-a ili putem telefona.**

**ALATISTHERM D.O.O**  
Koče Kapetana 25  
35230 Čuprija , Srbija  
Tel/fax : + 381 (0) 35 8471- 196  
Mob : + 381 (0) 65 2771- 802

[office@alatistherm.in.rs](mailto:office@alatistherm.in.rs)  
[office@alatistherm.co.rs](mailto:office@alatistherm.co.rs)  
[www.alatistherm.co.rs](http://www.alatistherm.co.rs)