

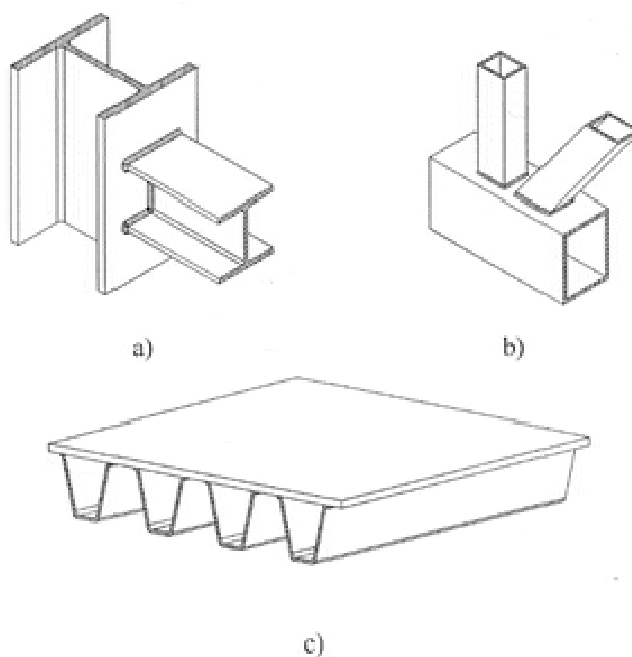
PROJEKTOVANJE VEZA I NASTAVAKA

- treći dio

ZAVARIVANJE

Uvod

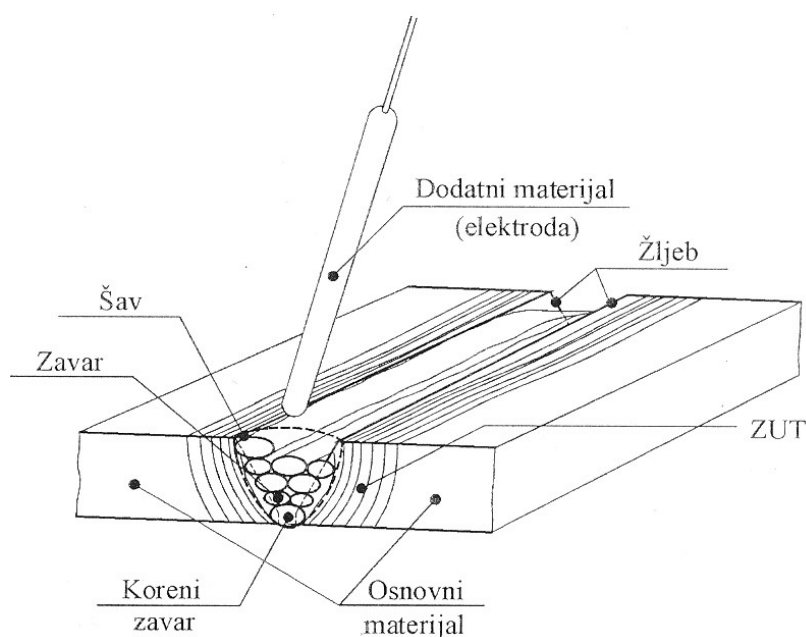
- Zavarivanje je tehnološki postupak spajanja istih ili sličnih metala. Elementi koji se zavaruju, zajedno sa dodatnim materijalom (elektrode ili žice za zavarivanje), dovode se, pomoću izvora toplote, do topljenja. U tom stanju dolazi do fizičkog i hemijskog sjedinjavanja elemenata koji se zavarivanjem spajaju. Nakon hlađenja stvara se fizički kontinuitet između zavarenih elemenata.
- Na sljedećoj slici prikazani su karakteristični zavareni spojevi elemenata čeličnih konstrukcija: veza grede sa stubom (a), čvor rešetkastog nosača (b) i kolovozna ploča mosta - ortotropna ploča (c).



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

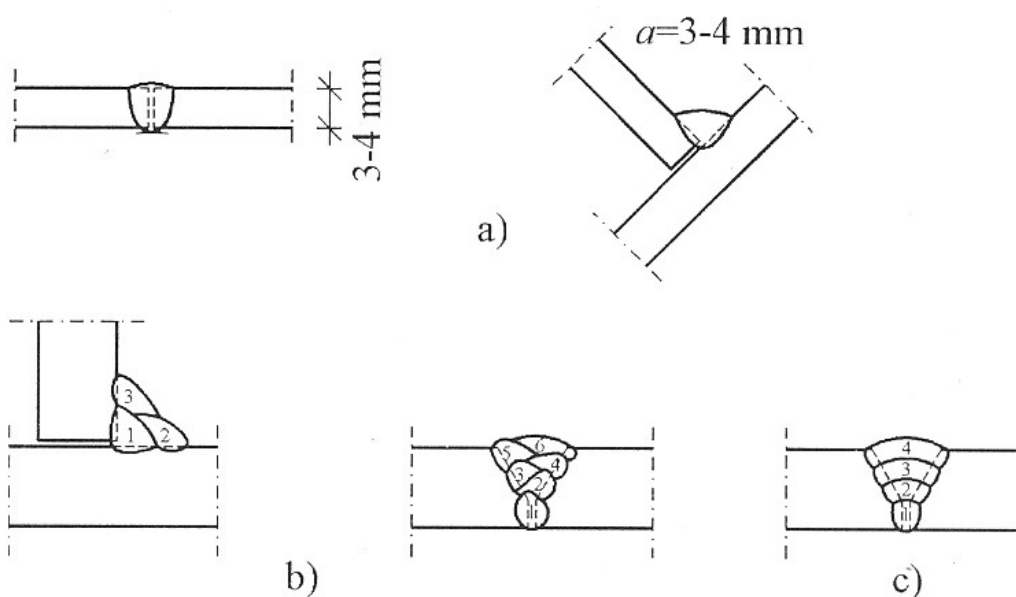
- Počeci zavarivanja vezuju se za XVIII v. i spajanje željezničkih šina pomoću gasnog plamena. Veze su bile vrlo krte (zbog sjedinjavanja kiseonika iz atmosfere sa rastopljenim metalom), pa ova tehnologija zavarivanja nije našla primjenu u građevinarstvu. Tek 30-tih godina XX v. razvili su se tehnološki postupci kvalitetnog zavarivanja, od kada počinje široka primjena ovog postupka u građevinskom konstrukterstvu.
- Sa zavarivanjem otpočinje jedna nova era u konstrukterstvu. Otvorene su mnoge mogućnosti za konstruisanje i izradu čeličnih konstrukcija, prošireno je polje primjene i pojavila su se nova konstrukcijska rješenja. Danas je izrada čeličnih konstrukcija gotovo nezamisliva bez primjene zavarivanja.
- Na sljedećoj slici se prikazuju osnovni elementi zavarenog spoja:
 - *Osnovni materijal* – elementi koji se zavarivanjem spajaju;
 - *Dodatni materijal* – zavisi od tehnologije zavarivanja i najčešće su to elektrode ili zice za zavarivanje. U toku zavarivanja dodatni materijal se topi i mješa sa rastopinom osnovnog materijala u okolini šava i nakon hlađenja postaje fizički dio zavarenog spoja, tj. šava;
 - *Šav* – je materijal na mjestu zavarenog spoja, dobijen rastapanjem osnovnog i dodatnog materijala;
 - *Žlijeb* – u nekim slučajevima, potrebno je obraditi ivice elemenata koji se zavaruju, tako da se formira žlijeb. Žlijeb služi da se omogući pravilno i ravnomjerno rastapanje osnovnog i dodatnog materijala;
 - *Zona uticaja toplote (ZUT ili HAZ – Heat affected zone)* – je zona u osnovnom materijalu u blizini šava u kojoj je zbog visoke temperature došlo do određenih strukturnih promjena;



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

- *Zavar* – je dio šava koji se dobija rastapanjem osnovnog i dodatnog materijala u jednom prolazu. U slučaju potrebe za debljim šavovima, potrebno je izvesti više zavora. Prvi zavar se naziva korjeni zavar;
 - *Uvar* – je dio osnovnog materijala koji se rastapa u procesu zavarivanja i koji nakon zavarivanja postaje dio šava.
- Za debljine limova 3-4 mm (najviše 5 mm), zavarivanje može da se izvede u jednom prolazu, sa jednim zavarom – na sljedećoj slici (a). Za deblje elemente i šavove potrebno je uraditi više prolaza, više zavora. Pojedinačni zavori se mogu izvoditi podužno ili poprečno – na sljedećoj slici (b) i (c).



- Zavareni spojevi imaju svoje prednosti, ali i mane, u odnosu na spojeve sa pomoćnim elementima i zavrtnjevima ili zakivcima.
- Prednosti zavarenih spojeva su: materijalni kontinuitet sa kontinualnim tokom sila, nedeformabilna veza, manja težina veze, smanjenje vremena za pripremu elemenata, nema slabljenja rupama.
- Najveći nedostaci zavarivanja su: gubitak preciznosti na gradilištu i klimatski uslovi izvođenja zavarenih spojeva (ako se zavarivanje izvodi pri temperaturama ispod 0°C , ili u koliko je velika vlažnost ili duva vjetar, veoma je teško izvesti kvalitetan zavareni spoj, bez grešaka). Takođe, nedostaci zavarenih spojeva su: potrebna kvalifikovana radna snaga i kontrola kvaliteta izvedenih spojeva.

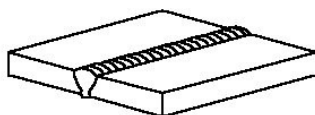
Vrste šavova

- U zavisnosti od međusobnog položaja elemenata koji se spajaju i oblika šava, razlikuju se:

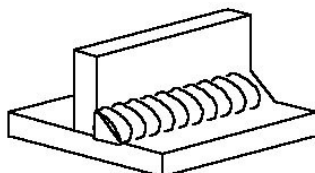
- sučeoni šavovi i
- ugaoni šavovi;

Specijalni slučajevi su:

- isprekidani ugaoni šavovi;
- ugaoni šavovi u krug;
- čep šavovi;
- užlijebljeni šavovi;
- sučeoni šavovi sa potkorijenom pločicom.



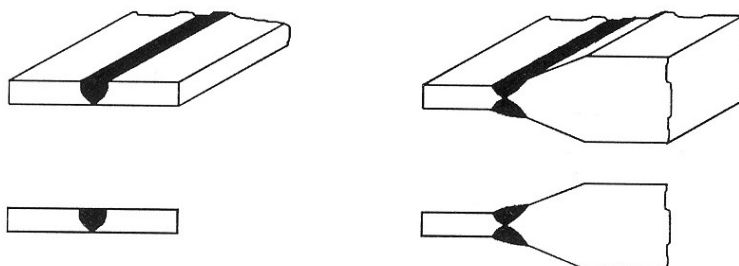
The butt weld



The fillet weld

Figure 1 The two basic types of weld


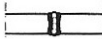











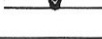
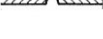

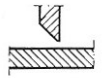
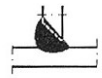




- Osnovna karakteristika sučeonih šavova je što je prethodno potrebno pripremiti žlijeb, da bi se izvelo zavarivanje (osim u slučaju tankih limova). Ovo je i osnovna razlika između sučeonih i ugaonih šavova. Sučeoni šavovi mogu biti iste (sa punim provarom) ili manje debljine (sa djelimičnim provarom) od limova koje spajaju.



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

- Sučeonni šavovi se razlikuju prema obliku žlijeba: I, 1/2V, V, K, X, Y, U i J šavovi. Ime su dobili po slovima latinice na koje podsjećaju u poprečnom presjeku. Koji šav, tj. koji žlijeb će se koristiti, uglavnom zavisi od debljine limova koji se spajaju, ali i od međusobnog položaja elemenata koji se spajaju. U sljedećoj tabeli, dat je pregled raznih sučeonih šavova i daje se optimalni raspon debljina limova za primjenu pojedinih šavova. Nakon toga, daje se (u skraćenoj verziji) tabela sa geometrijom žljebova, koja treba da se poštuje i koja obavezno treba da se specificira u grafičkoj dokumentaciji - detalj obrade šava, potrebno je obavezno prikazati na radioničkom crtežu elementa koji se spaja (MEST EN ISO 9692: Zavarivanje i srodni postupci - Tipovi pripreme spoja - Dio 1 i Dio 2).

Žljeb		Šav		Debljine limova
Napomena	Izgled	Naziv	Izgled	
Sučeoni spojevi				
Bez obrade		I - šav		1-5 mm
Žljeb oblika 1/2V		1/2V - šav		5-15 mm
Žljeb oblika V		V - šav		5-15 mm
Žljeb oblika K		K - šav		15-30 mm
Žljeb oblika X		X - šav		12-35 mm
Žljeb oblika Y		Y - šav		>15 mm
Žljeb oblika U		U - šav		> 25 mm
Obostrani žljeb oblika U		Dvostruki U - šav		>30 mm
Ugaoni spojevi				
Žljeb oblika 1/2V		1/2V - šav		5-15 mm
Žljeb oblika K		K - šav		> 10 mm
Žljeb oblika J		J - šav		>15 mm

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II
 PREDAVANJE 08

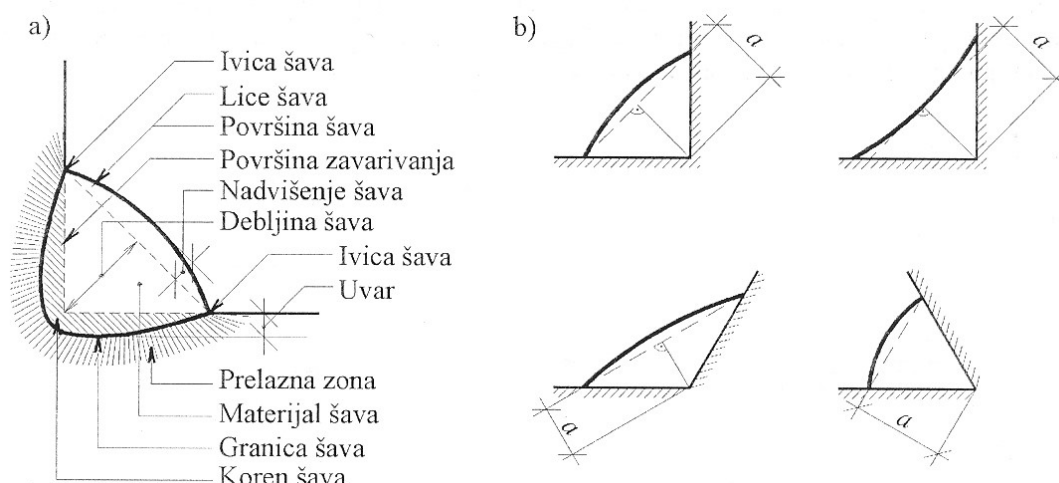
Naziv šava	Slika broj	Uglovi				s [mm]	g [mm]	r [mm]
		α'	α''	β_1	β_2			
I - šav	1	-	-	-	-	0-2	-	
V - šav	2a	$\approx 60^\circ$	-	-	-	0-3 obično 1,5	-	
	2b	-	-	$50-55^\circ$	$10-15^\circ$		-	
	2c	$\approx 70^\circ$	-	-	-		-	
X - šav	3a	$\approx 60^\circ$	-	-	-	0-0,5	-	
	3b		$\approx 90^\circ$	-	-		-	
	3c		-	-	$10-15^\circ$		-	
U - šav	4a	$\approx 20^\circ$	-	-	-	3	6	
	4b		-	$5-10^\circ$	-			
	4c		-	-	-			
Y - šav	5a,b	$\approx 60^\circ$	-	-	-	*	-	
J - šav	6	$25-35^\circ$	-	-	-	min 3	12-15	
1/2V - šav	7a,b	$50-55^\circ$	-	-	-	1-2	-	
K - šav	8	$50-55^\circ$	-	-	-	1-2	-	

1 do 2mm u zavisnosti od debljine elemenata i položaja zavarivanja

- Ugaoni šavovi se izvode kada elementi koji se spajaju zaklapaju međusobni ugao između 60° i 120° . Kada se izvodi ugaoni šav nije potrebna posebna obrada limova da bi se izveo ugaoni šav. Šav se može formirati u uglu između elemenata, pa nije potrebno prethodno pripremiti žlijeb. Elementi ugaonog šava se vide na sljedećoj slici. Karakteristika ugaonog šava je debljina šava a , koja se definiše kao visina trougla koji se može upisati unutar šava, mjereći od ugla spoja elemenata, kako je označeno na sljedećoj slici:

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

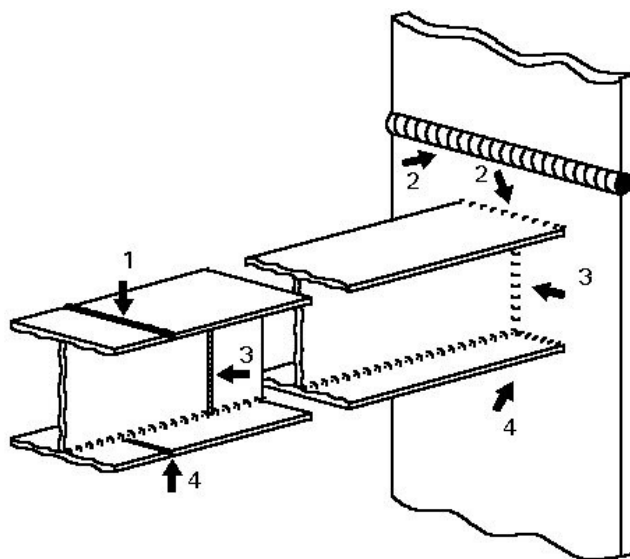


- Za proračun nosivosti ugaonih šavova koriste se debljina šava a i efektivna dužina šava l_{ef} . Efektivna dužina ugaonog šava treba da bude jednaka dužini na kojoj je šav u punom presjeku. Ona se može uzeti kao ukupna dužina šava, umanjena za dvostruku efektivnu debljinu šava a . Ukoliko je šav pune debljine čitavom dužinom, uključujući i početak i završetak, onda nije potrebna redukcija efektivne dužine ni na početku ni na kraju šava.
- Prenosjenje opterećenja ne treba povjeravati ugaonim šavovima efektivne dužine manje od 30 mm ili 6 puta debljina šava a što god je veće.
- Efektivna debljina ugaonog šava ne treba da bude manja od 3 mm .
- Završeci ugaonih šavova na kraju i na bočnim stranama elementa treba da budu kontinuirano povrnuti oko ugla, u punoj veličini, na dužini koja je jednaka najmanje dvostrukoj debljini kraka šava, izuzev kada pristupačnost ili konfiguracija veze to onemogućavaju. Povrnuti krajevi treba da budu naznačeni na crtežima.

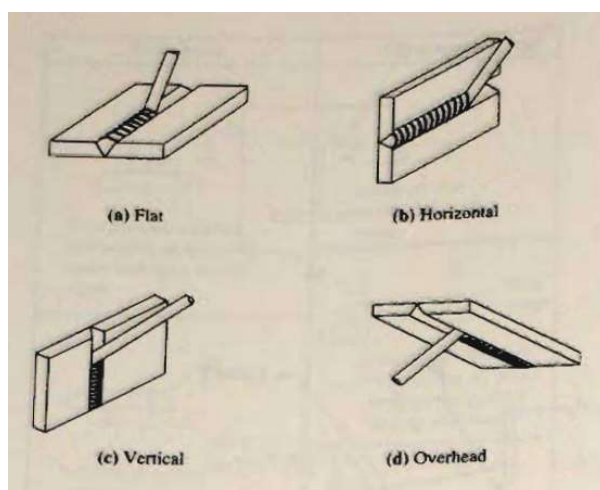


Položaj zavarivanja

- Prema položaju, zavarivanje se izvodi: ravno ispod sebe, horizontalno na vertikalnoj ravni, vertikalno na vertikalnoj ravni i iznad glave (vidi na sljedećoj slici). Zavarivanje iznad glave je najteže izvesti, dok je najjednostavnije zavarivanje ravno ispod sebe. U radionici je moguće, pomoću posebnih alata, elemente koji se zavaruju okrenuti i dovesti u najpovoljniji položaj za zavarivanje. Na gradilištu je to nemoguće.



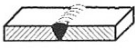







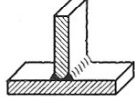





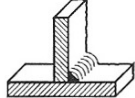

- 1 - Flat (downhand)
- 2 - Horizontal vertical
- 3 - Vertical
- 4 - Overhead



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II
PREDAVANJE 08

Obilježavanje šavova

- Šavovi se u grafičkoj dokumentaciji obilježavaju, u skladu sa ISO 2553: Welded, brazed and soldered joints – Symbolic representation on drawings, na način kako je to prikazano na sljedećoj slici:

Naziv šava	Izgled	Oznaka
I - šav		
V - šav		
V - šav sa provarenim korenom		
1/2V - šav		
K - šav		
X - šav		
U - šav		
Ugaoni šav		

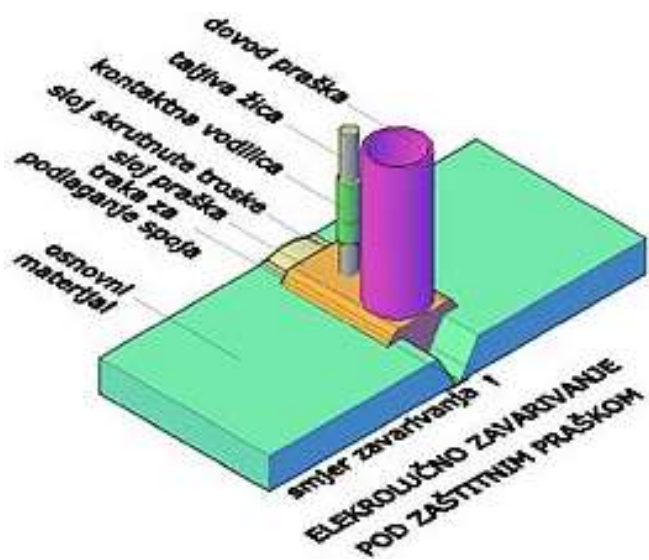
Vrste zavarivanja

- Zavarivanje se izvodi na više načina. Koji alati će se koristiti i koja tehnologija zavarivanja, zavisi od kvaliteta i opremljenosti radionice u kojoj se izvodi zavarivanje, potrebe za automatskim postupcima zavarivanja itd. Suština svake tehnologije zavarivanja je da se na što brži način dovede osnovni i dodatni materijal do topljenja i nakon toga da se zaštiti rastopljena metalna smješa od kontakta sa kiseonikom iz vazduha. Ako se dozvoli kiseoniku da se sjedini sa rastopljenim metalom, dobiće se nekvalitetan i krt šav, sa lošim mehaničkim karakteristikama. Dodatni materijal je uglavnom ili elektroda ili žica za zavarivanje. U građevinarstvu se najviše koriste postupci zavarivanja sa aktiviranjem električnog luka, koji predstavlja izvor toplote.

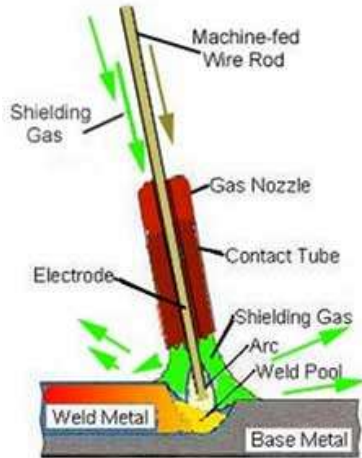
Elektrolučno zavarivanje sa obloženom elektrodom (E)



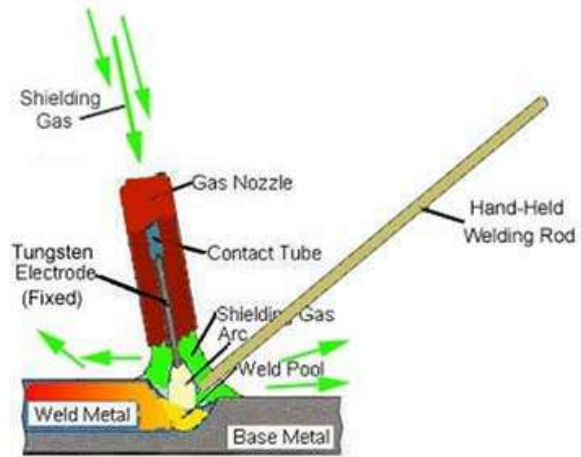
Elektrolučno zavarivanje pod zaštitom praha (EPP)



Elektrolučno zavarivanje pod zaštitom inertnog gasa (MIG i TIG)



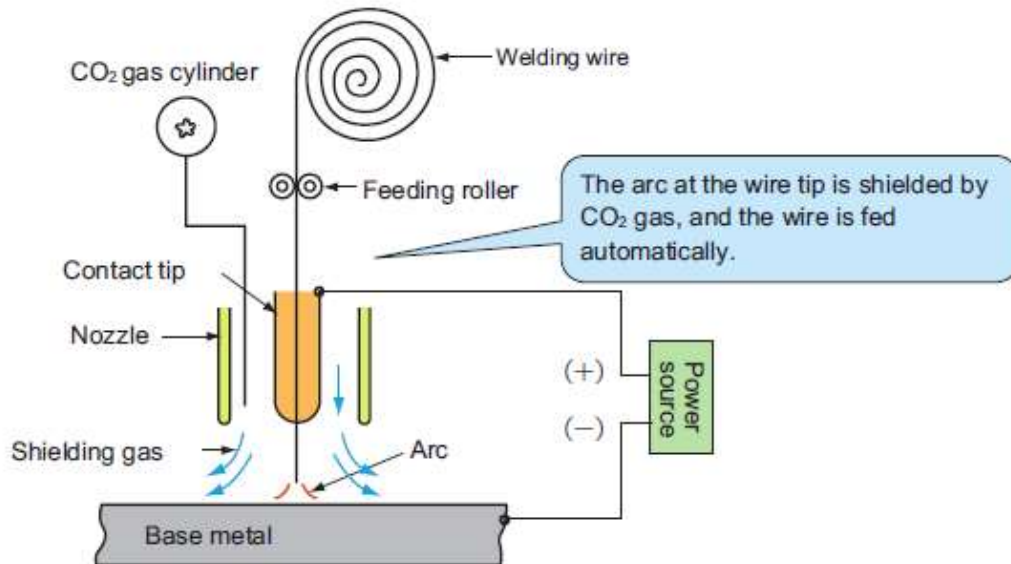
MIG
Metal Inert-Gas



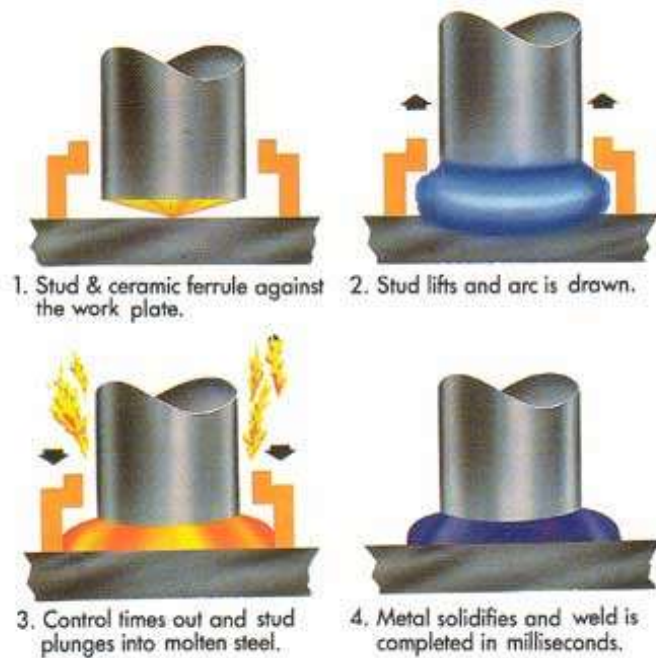
TIG
Tungsten Inert-Gas



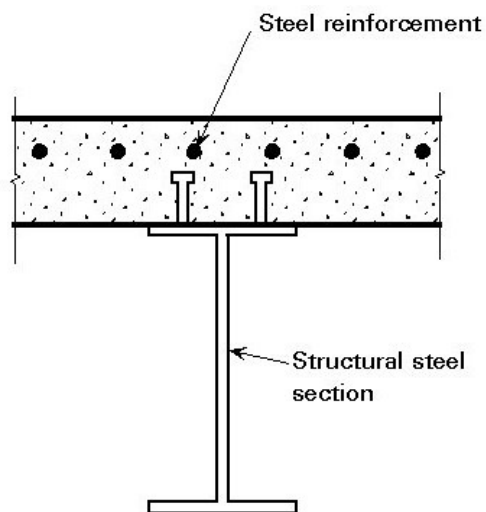
Elektrolučno zavarivanje pod zaštitom aktivnog gasa (MAG)



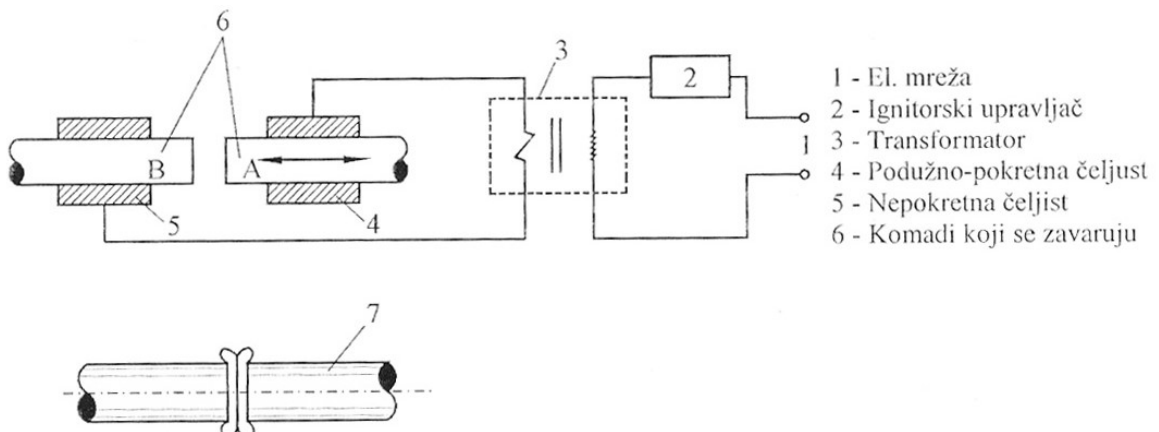
Elektrolučno zavarivanje čepova



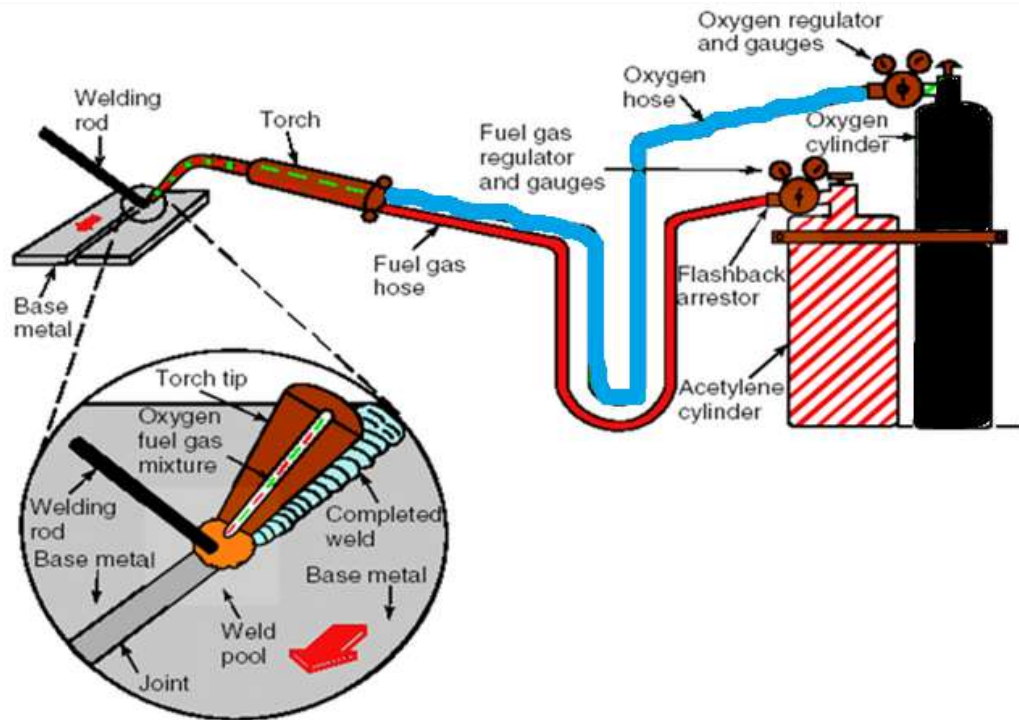
ČELIČNE KONSTRUKCIJE II
PREDAVANJE 08



Zavarivanje varničnjem



Gasno zavarivanje



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

- U tehnologiji TIG i MIG zavarivanja, kao inertni gas najčešće se koristi argon ili helijum. Ovim postupkom se dobija najkvalitetniji šav, a izgled mu je glatak. Ovim postupkom se mogu zavarivati i drugi metali, ne samo čelik.

MAG zavarivanje je isto kao MIG, s tim što se kao zaštita koristi aktivni gas CO_2 . Izgled šava je nešto lošiji, ali je ovaj postupak zavarivanja najekonomičniji.

Zavarivanje čepova se primjenjuje kod spregnutih konstrukcija (konstrukcije kod kojih su elementi djelom od čelika, a dijelom od armiranog betona). O ovim konstrukcijama će se detaljno govoriti na I godini Master studija, na studijskom programu Građevinarstvo – konstrukcije.

Zavarivanje varničnjem se koristi za nastavljnje podužne armature kod armirano betonskih konstrukcija.

Gasno zavarivanje se koristi za zavarivanje tankih limova. Isti postupak (bez upotrebe šipke za zavarivanje – elektrode) koristi se kod rezanja limova.



Greške, nivo kvaliteta i kontrola kvaliteta šavova

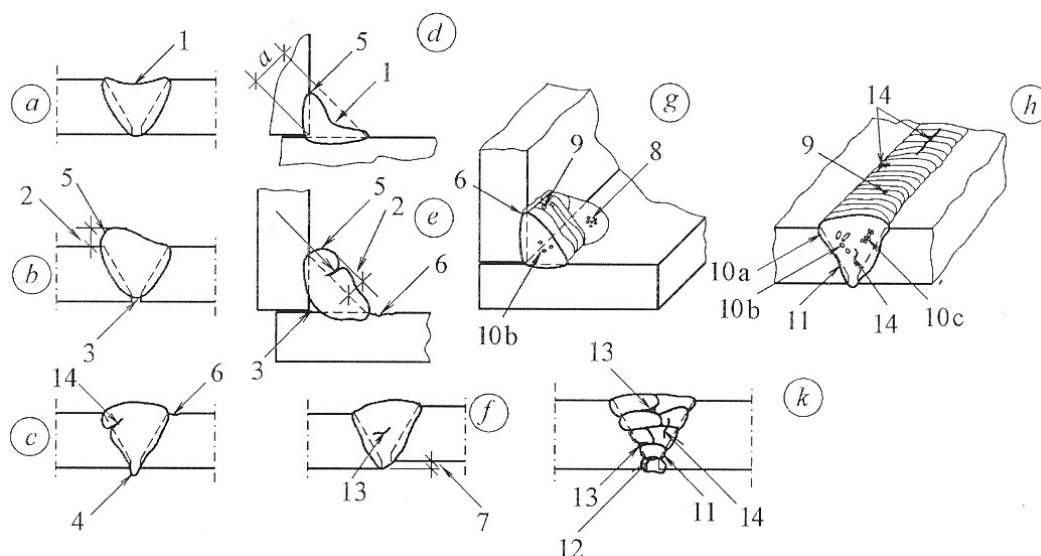
- Zavarivanje je relativno komplikovan postupak koji zahtijeva veoma kvalifikovanu radnu snagu. Tokom zavarivanja mogu se desiti razne greške u šavovima, koje je potrebno detektovati kvalitetnom kontrolom. Dvije su osnovne grupe grešaka: dimenzionalne greške ili greške oblika i strukturne greške. Prva grupa se može detektovati vizuelno ili uz pomoć jednostavnih alatki. Za otkrivanje strukturnih, unutrašnjih grešaka, potrebna je specijalizovana oprema, koja podrazumijeva dosta skup postupak sa veoma kvalifikovanom radnom snagom. Najčešće greške se navode u nastavku i prikazane su na sljedećoj slici.

Greške oblika:

1. nedovoljno ispunjavanje žlijeba;
2. preveliko nadvišenje šava;
3. neprovaren korijen šava;
4. prokapine na mjestu korijena šava;
5. oštar prelaz između šava i osnovnog materijala;
6. zarez na ivici šava;
7. denivelacija elementa u žlijebu;
8. krateri na početku i na kraju šava;
9. rupičavost površine šava.

Strukturne greške:

10. gasne pore (a), rasuti mjehuri (b), mjehuri u lancu (c);
11. nedovoljno uranjanje rastopine u osnovni materijal – nalijepljivanje;
12. greške provarivanja korijena;
13. uključci troske;
14. podužne i poprečne prsline u unutrašnjosti šava ili na licu šava.



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

- Prethodno navedene greške sistematizovane su u MEST EN ISO 6520-1: Zavarivanje i srodni postupci - Klasifikacija geometrijskih nedostataka u metalnim materijalima - Dio 1: Zavarivanje topljenjem.
- Kvalitet zavarenog spoja i kontrola prethodno nabrojanih grešaka u šavovima, ocjenjuje se u skladu sa MEST EN ISO 5817: Zavarivanje - Spojevi zavareni topljenjem na čeliku, niklu, titanu i njihovim legurama (isključujući zavarivanje snopom) - Nivoi kvaliteta nepravilnosti.
- U ovom standardu definišu se tri nivoa kvaliteta šavova: B, C i D. Za nivo kvaliteta B, najstroži su zahtjevi u pogledu kvaliteta šava, a za nivo kvaliteta D, najblaži. Da bi se ocijenio kvalitet šava potrebno je prethodno sprovesti odgovarajuća ispitivanja.
- Ispitivanja kvaliteta šavova izvode se nedestruktivnim i destruktivnim metodama ispitivanja. U zavisnosti od vrste šava, propisuju se vrsta i obim ispitivanja koje treba sprovesti. Ispitivanja kvaliteta se sprovode radi detekcije grešaka i radi utvrđivanja mehaničkih karakteristika šava. Detaljni opisi obaveznih ispitivanja, za pojedine šavove, daje se u EN 288: Specification and approval of welding procedures for metallic materials, Part 3.

U nedestruktivne metode ispitivanja svrstavaju se:

- vizuelno ispitivanje (u skladu sa EN 970);
- radiografsko ispitivanje (u skladu sa EN 1435);
- ultrazvučno ispitivanje (u skladu sa EN 1714);
- testiranje penetrantom (u skladu sa EN 571-1);
- magnetsko testiranje (u skladu sa EN 1290).

Destruktivne metode ispitivanja su vezane, uglavnom, za utvrđivanje mehaničkih karakteristika šava. U destruktivne metode ispitivanja svrstavaju se:

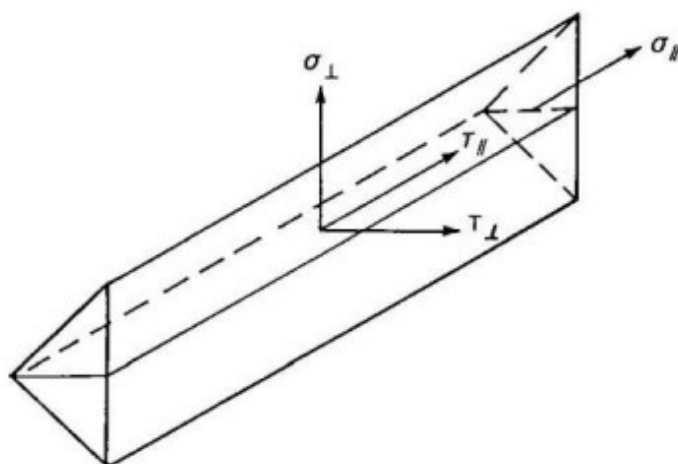
- poprečno testiranje zatezanjem (u skladu sa EN 895);
 - testiranje savijanjem (u skladu sa EN 910);
 - makro ispitivanje (u skladu sa EN 1321);
 - testiranje na udar (u skladu sa EN 875);
 - testiranje tvrdoće (u skladu sa EN 1043-1).
- U građevinskim konstrukcijama se uglavnom, ukoliko nije drugačije utvrđeno, zahtijeva nivo kvaliteta šava C, u skladu sa MEST EN ISO 5817.

Proračunska nosivost šavova

Ugaoni šavovi

- Za određivanje proračunske nosivosti ugaonog šava mogu se koristiti dvije metode: direktna metoda ili pojednostavljena metoda.
- U direktnoj metodi, sile koje se prenose po jedinici dužine šava, razlažu se na komponente paralelne i upravne podužnoj osi šava i komponente koje su upravne na mjerodavnu ravan šava odnosno koje leže u ravni šava.
- Proračunska površina šava A_w treba da se uzme kao $A_w = \sum a \ell_{\text{eff}}$.
- Pretpostavlja se ravnomjerna raspodjela napona u mjerodavnom presjeku šava koja dovodi do normalnih i smičućih napona, prikazanih na sljedećoj slici:

σ_{\perp}	normalni napon upravan na mjerodavnu ravan šava;
σ_{\parallel}	normalni napon paralelan sa osom šava;
τ_{\perp}	smičući napon (u mjerodavnoj ravni šava) upravan na osu šava;
τ_{\parallel}	smičući napon (u mjerodavnoj ravni šava) paralelan sa osom šava.



- Normalni napon koji je paralelan sa podužnom osom šava σ_{\parallel} , ne razmatra se prilikom provjere proračunske nosivosti šava.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

- Proračunska nosivost ugaonog šava je zadovoljavajuća ako su ispunjena oba sljedeća uslova:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \quad \text{and} \quad \sigma_{\perp} \leq 0.9 f_u / \gamma_{M2}$$

gdje je:

f_u nominalna čvrstoća pri zatezanju slabijeg spojenog dijela;
 β_w odgovarajući korelacioni faktor dat u sljedećoj tabeli.

Standard i klasa čelika			Korelacioni faktor β_w
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9
S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

- Pojednostavljena metoda za proračun nosivosti ugaonih šavova je alternativa direktnoj metodi. Po ovoj metodi može se smatrati da je proračunska nosivost ugaonog šava zadovoljavajuća ako u svakoj tački duž šava rezultanta svih sila po jedinici dužine šava zadovoljava sljedeći kriterijum:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

gdje je:

$F_{w,Ed}$ proračunska vrijednost sile u šavu po jedinici dužine;
 $F_{w,Rd}$ proračunska nosivost šava po jedinici dužine.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08

- Nezavisno od orijentacije mjerodavne ravni šava u odnosu na silu koja djeluje, proračunska nosivost šava po jedinici dužine $F_{w,Rd}$ treba da se odredi kao:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a$$

gdje je:

$f_{vw,d}$ proračunska čvrstoća šava na smicanje.

- Proračunska čvrstoća šava na smicanje $f_{vw,d}$ treba da se odredi na sljedeći način:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

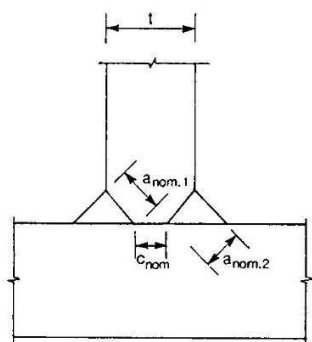
gdje su: f_u i β_w definisani prethodno.

Sučeoni šavovi

- Treba usvojiti da je proračunska nosivost sučeonih šavova sa punim provarom jednaka proračunskoj nosivosti slabijeg od spojenih djelova, pod uslovom da je šav izveden sa pogodnim dodatnim materijalom koji će pokazati da uzorci za ispitivanja zatezanjem uzeti iz samog šava imaju najmanju granicu razvlačenja i najmanju čvrstoću na zatezanje, ne manju od odgovarajućih vrijednosti za osnovni materijal.
- Proračunska nosivost sučeonih šavova sa djelimičnim provarom treba da se odredi primjenom metode za ugaone šavove. Debljina sučeonog šava sa djelimičnim provarom ne treba da bude veća od debljine provara koja se dosljedno može ostvariti.
- Proračunska nosivost sučeone T-veze, koja se sastoji od para sučeonih šavova sa djelimičnim provarom koji su ojačani dodatnim ugaonim šavovima, može da se odredi kao kod sučeonog šava sa punim provarom, ako ukupna nominalna debljina šava, isključujući nezavareni dio, nije manja od debljine t dijela koji obrazuje rebro T-veze, pod uslovom da nezavareni dio nije veći od $t/5$ ili 3 mm , pri čemu se uzima manja vrijednost, vidjeti sljedeću sliku. Proračunsku nosivost sučeone T-veze, koja ne ispunjava ove zahtjeve, treba odrediti primjenom metode za ugaoni šav. Debljinu šava treba odrediti u skladu sa odredbama za ugaone šavove ili za sučeone šavove sa djelimičnim provarom u zavisnosti od toga šta je odgovarajuće.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 08



$$a_{nom,1} + a_{nom,2} \geq t$$

c_{nom} treba biti manje od $t/5$ i 3 mm

Dugačke veze

- Kako bi se uzeo u obzir uticaj neravnomjerne raspodjele napona duž šava veze na preklop, proračunska nosivost ugaonog šava treba da se redukuje, tako što se pomnoži faktorom redukcije β_{Lw} .
- Odredbe date u ovom dijelu ne primjenjuju se onda kada raspodjela napona u šavu odgovara raspodjeli napona u susjednom osnovnom materijalu, kao na primjer u slučaju šavova za vezu nožice i rebra kod punih limenih nosača.
- Kod spojeva na preklop dužih od $150a$ faktor redukcije β_{Lw} treba da se odredi kao $\beta_{Lw,1}$, na sljedeći način:

$$\beta_{Lw,1} = 1,2 - 0,2L_j / (150a) \text{ ali } \beta_{Lw,1} \leq 1,0$$

gdje je:

L_j ukupna dužina preklopa u pravcu prenošenja sile.

- Za ugaone šavove koji spadaju u poprečna ukrućenja punih limenih nosača čija je dužina veća od 1.7 m, faktor redukcije β_{Lw} može se usvojiti kao $\beta_{Lw,2}$ na sljedeći način:

$$\beta_{Lw,2} = 1,1 - L_w / 17 \text{ ali } \beta_{Lw,2} \leq 1,0 \text{ i } \beta_{Lw,2} \geq 0,6$$

gdje je:

L_w dužina šava (u metrima).