

NERASTAVLJIVE VEZE I SPOJEVI

Zakovični spojevi

Zakovice s poluokruglom glavom

- za čelične konstrukcije (HRN M.B3.021-1984), (lijevi dio slike)

- za kotlove pod tlakom (desni dio slike)

Nazivni promjer (sirove) zakovice d

Promjer zakovane zakovice d_1

$$\text{Presjek zakovane zakovice } A = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$$

Dimenzije zakovica se vide u donjoj tablici. Duljina sirove zakovice l ovisi o ukupnoj debljini limova l_1 .

Proračun zakovičnih spojeva

Zakovice računamo s obzirom na presjek A u zakovanom stanju, tj. prema promjeru rupe d_1 , što je zakovica pri zakivanju gotovo sasvim ispunjena.

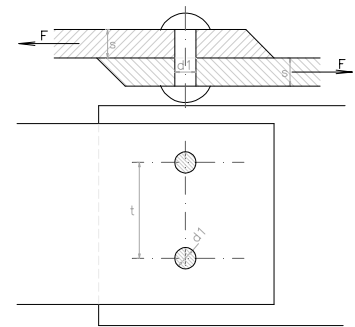
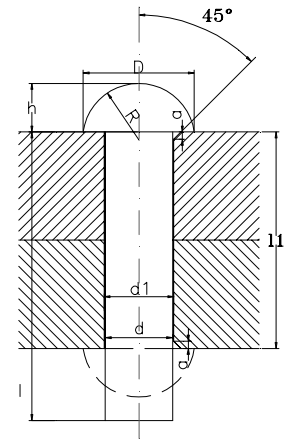
Sila F , koju može prenositi limena traka debljine s i širine, jednake razmaku t među zakovicama u redu, je

$$F = (t - d_1) \cdot s \cdot \delta_{dop} = A \cdot \tau_{s,dop} = d_1 \cdot s \cdot p_{dop}$$

gdje su: δ_{dop} - dopušteno vlačno naprezanje zakovice

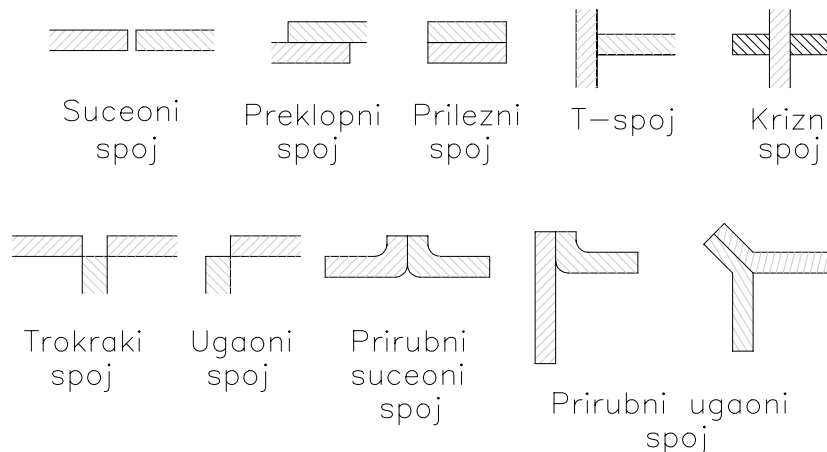
$\tau_{s,dop}$ - dopušteno smično naprezanje zakovice

p_{dop} - dopušteni bočni pritisak (između zakovice i lima).






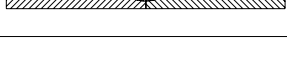
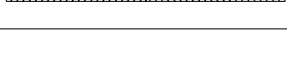
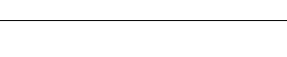
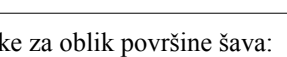


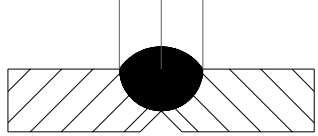

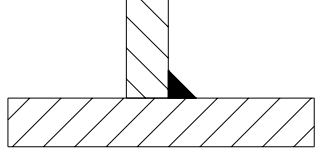

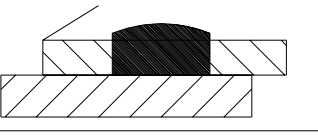

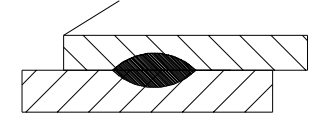

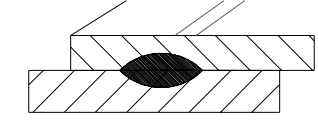

Zavari

Oblici zavarenih spojeva (HRN C.T3.001-1971)



Vrste šavova i njihovi znakovi (HRN C.T3.011-1986)

Naziv šava	Presjek	Znak
I-sav		
V-sav		∇
Polovичni V-sav		∇
Y-sav		Y
Polovичni Y-sav		Y
U-sav		U
Polovичni U-sav		U
X-sav		X
Korijenski zavar		⌒

Naziv šava	Presjek	Znak
Sav iz priruba		
Kutni sav		
Koritasti sav		
Točkasti sav		
Kolutni sav		

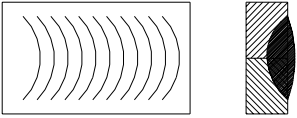
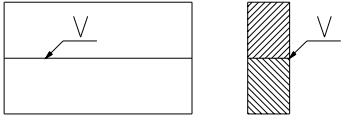

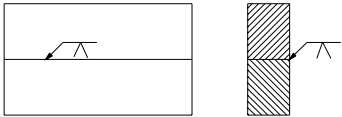
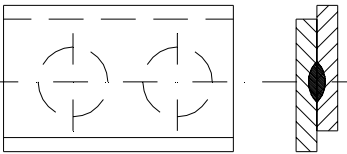
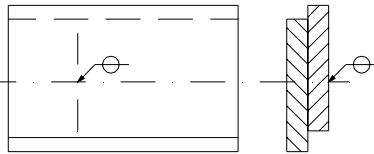
Dopunske oznake za oblik površine šava:

ravna: -

ispupčena: ⌒

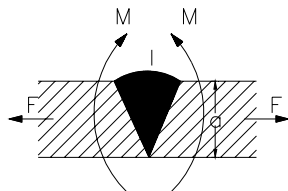
udubljena: ∪

Označavanje zavora na crtežima - strelicom

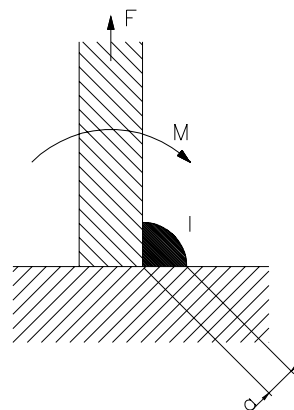
Prikaz	Oznacavanje	
		<p>nad crtom strelice, ako je tjeme zavora na strani strelice</p>
		<p>pod crtom strelice ako je tjeme zavora na suprotnoj strani strelice</p>
		<p>kroz crtu strelice, ako je zavar na prekrivenim plohama spoja</p>

Proračun zavarenih spojeva

Naprezanja na vlak (tlak) δ zbog djelovanja sile F i naprezanje na savijanje δ_f zbog djelovanja momenta M iznose u osnovnim slučajevima zavarenih spojeva debljine zavora a i duljine l :

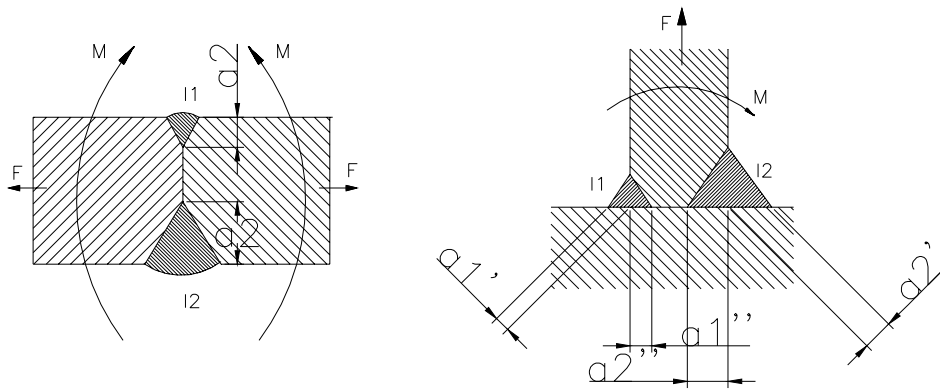


$$\delta = \frac{F}{a \cdot l}$$



$$\delta_f = \frac{6 \cdot M}{a^2 \cdot l}$$

Naprezanja u dvostranim zavarima:



$$\delta = \frac{F}{a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2}$$

$$a_1 = a_1' + a_1''$$

$$\delta_f = \frac{M}{W}$$

$$a_2 = a_2' + a_2''$$

Dopuštena naprezanja u zavaru $\delta_{dop\ zav}$ znatno su manja od normalnih dopuštenih naprezanja

$$\delta_{dop} : \delta_{dop\ zav} = \alpha \cdot \delta_{dop}$$

Koeficijent zavarivanja α veoma ovisi o statičkom i dinamičkom opterećenju, vrsti zavarenog spoja i izvedbi zavara. Njegove su vrijednosti približno u slijedećim granicama:

--

Pri običnoj izvedbi zavarenog spoja te se vrijednosti mogu smanjiti i do 50%.

Stezni spojevi

Stezne spojeve dobivamo navlačenjem obruča unutarnjeg promjera d_2 na rukavac većeg vanjskog promjera D_1 , i to - obično - hlađenjem rukavca i zagrijavanjem obruča.

Relativna deformacija ε rukavca i obruča (s obzirom na prvobitni promjer rukavca) iznosi:

$$\varepsilon = \frac{D_1 - d_2}{D_1} = \frac{\Delta d}{D_1}$$

Pritisak p na plohi između rukavca i obruča u stegnutom stanju ovisi o dopuštenim naprezanjima u rukavcu $\delta_{1\ dop}$ i obruču $\delta_{2\ dop}$:

$$p \leq \frac{\delta_{1\ dop} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_1}{D_1} \right)^2 \right]}{2}$$

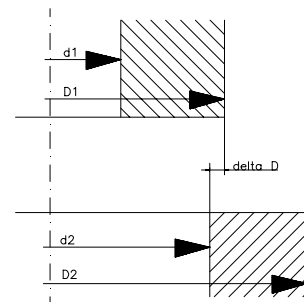
$$p \leq \frac{\delta_{2\ dop} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_2}{D_2} \right)^2 \right]}{2}$$

Po Hookeovu zakonu vrijedi za rukavac i obruč

$$\frac{\varepsilon}{p} = \frac{1}{E_1} \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{d_1}{D_1} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{D_1} \right)^2} - \frac{1}{m} \right] + \frac{1}{E_2} \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{d_2}{D_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_2}{D_2} \right)^2} - \frac{1}{m_2} \right]$$

gdje su: E_1 i E_2 - moduli elastičnosti za rukavac i obruč, m_1 i m_2 - Poissonovi koeficijenti za rukavac i obruč.

Stezna deformacija



$$\Delta d = D_1 \cdot p \cdot \left(\frac{\varepsilon}{p} \right)$$

Temperaturne razlike, potrebne pri navlačenju:

Hlađenje rukavca za temperaturnu razliku $T_0 - T_1$ uzrokuje suženje rukavca za Δd_1 dok zagrijavanje obruča za temperaturnu razliku $T_2 - T_0$ uzrokuje proširenje obruča za Δd_2 :

$$\Delta d_1 = \alpha_1 \cdot D_1 \cdot (T_0 - T_1)$$

$$\Delta d_2 = \alpha_2 \cdot d_2 \cdot (T_2 - T_0)$$

gdje su: T_0 - temperatura okoline, T_1 - temperatura ohlađenog rukavca, T_2 - temperatura zagrijanog obruča, α_1 i α_2 - koeficijenti temperaturnog rastezanja rukavca i obruča (v. str. 158).

Ukipna promjena promjera treba biti veća od tražene stezne deformacije

$$\Delta d_1 + \Delta d_2 > \Delta d$$

Prijenosna sila F steznog spoja je

$$F = \mu \cdot D_1 \cdot \pi \cdot l \cdot p$$

gdje je l duljina korisne prijenosne površine rukavca.

Koeficijent trenja μ na plohi između rukavca i obruča u stegnutom stanju iznosi 0,05...0,19 (za srednje tvrdi čelik oko 0,16).

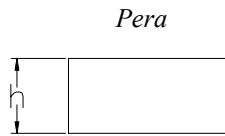
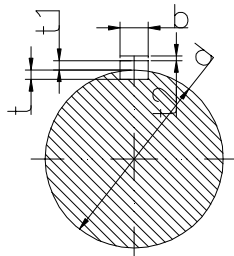
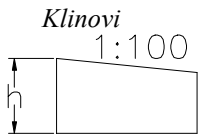
Prijenosni moment M_t steznog spoja je

$$M_t = \frac{d_2}{2} \cdot F$$

Rastavljivi spojevi

Spojevi klinovima

Razlikujemo klinove (s nagobim 1:100) i pera.



d - promjer osovine

b - širina klina, pera

h - visina klina, pera

dubina utora:

t - na osovini

t_1 - na glavini za klinove

t_2 - na glavini za pera

Osnovni standardizirani klinovi i pera

prema HRN:

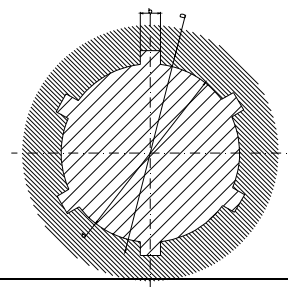
Klinovi (HRN M.C2.020 - 1957). - Plosnati klinovi (HRN.M.C2.021 - 1957). - Pera, visoka (HRN M.C2.060 - 1957). - Pera, niska (HRN M.C2.061 - 1957).



Utorni spojevi

Utorni spojevi s ravnim bokovima (HRN M.C1.410 - 1958)

Unutarnji promjer	d
Vanjski promjer	D
- za laku izvedbu	D_1
- za srednju izvedbu	D_2
Širina utora	b
Broj utora	n



Spojevi svornjacima i zaticima

Svornjaci

Standardizirani promjeri d

3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30
32	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Obradeni svornjaci bez glave (HRN M.C3.040 - 1954)

$d = 3 \dots 100\text{mm}$

Obradeni svornjaci s malom glavom (HRN M.C3.020 - 1954)

$d = 3 \dots 100\text{mm}$

Poluobrađeni svornjaci s velikom glavom (HRN M.C3.021 - 1954)

$d = 6 \dots 100\text{mm}$

Poluobrađeni svornjaci s malom glavom (HRN M.C3.022 - 1954)

$d = 5 \dots 100\text{mm}$

Zatici

Standardizirani promjeri d

0,6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
-----	-----	---	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

Cilindrični zatici

- u tolerancijskom polju h 8 (HRN M.C2.201 - 1952)

$d = 0,8 \dots 50\text{mm}$

- u tolerancijskom polju h 11 (HRN M.C2.202 - 1952)

$d = 0,8 \dots 50\text{mm}$

- u tolerancijskom polju m 6 (HRN M.C2.203 - 1952)

$d = 1 \dots 50\text{mm}$

Zakaljeni cilindrični zatici (60 HRC)

- u tolerancijskom polju m 6 (HRN M.C2.204 - 1952)

$d = 0,8 \dots 20\text{mm}$

Konični zatici (1:50), (promjer d mjeri se na užem kraju) (HRN M.C2.205 - 1952)

$d = 0,6 \dots 50\text{mm}$