

Petko S. Kovačević i Stevan P. Nikolić

**PRIRUČNIK ZA KORIŠĆENJE  
ODRŽAVANJE I ISPITIVANJE  
ČELIČNIH UŽADI**

ICEF  
AKADEMSKA MISAO  
Beograd, 2013.

Prof. dr Petko Kovačević, dipl. maš. inž.  
Mr Stevan Nikolić, dipl. el. inž.

**PRIRUČNIK ZA KORIŠĆENJE  
ODRŽAVANJE I ISPITIVANJE  
ČELIČNIH UŽADI  
I izdanje**

Recenzent  
Prof. dr Taško Maneski

Izdavači  
ICEF  
AKADEMSKA MISAO

Urednik  
Prof. dr Dejan Živković

Tehnička obrada i štampa  
AKADEMSKA MISAO, Beograd

Tiraž  
200 primeraka

ISBN 978-86-7466-459-9

# S A D R Ž A J

<b><u>PREDGOVOR</u></b>	<b>5</b>
<b><u>1 ČELIČNA UŽAD - DELOVI I OSNOVNI POJMOVI</u></b>	<b>7</b>
1.1 ČELIČNA ŽICA	7
1.1.1 OSNOVNI POJMOVI O ČVRSTOĆI I DINAMIČKOJ IZDRŽLJIVOSTI ČELIČNE ŽICE	9
1.2 ČELIČNO UŽE	12
1.2.1 STRUK ČELIČNOG UŽETA	12
1.3 JEZGRO (C) ČELIČNOG UŽETA	19
1.4 OBLICI ČELIČNIH UŽADI	20
1.5 OSNOVNE VELIČINE (PARAMETRI) ČELIČNOG UŽETA	32
1.6 OZNAČAVANJE ČELIČNIH UŽADI	36
1.7 MATERIJAL ZA IZRADU ČELIČNIH UŽADI	42
1.8 GALVANSKA ZAŠTITA ČELIČNIH UŽADI	42
1.9 PODELA ČELIČNIH UŽADI PREMA NAMENI	43
<b><u>2 VIDOVI OPTEREĆENJA I OŠTEĆENJA ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>45</b>
2.1 OSNOVNA OPTEREĆENJA ČELIČNIH UŽADI	45
2.1.1 OPTEREĆENJE ČELIČNOG UŽETA SILAMA ZATEZANJA	45
2.1.2 UTICAJ TEMPERATURE NA ČVRSTOĆU UŽETA	48
2.2 OSNOVNI VIDOVI OŠTEĆENJA ČELIČNIH UŽADI	61
<b><u>3 IZBOR ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>73</b>
3.1 OSNOVNI PRORAČUN ZA IZBOR ČELIČNOG UŽETA	75
3.2 OSVRT NA IZBOR VRSTE ČELIČNOG UŽETA	75
<b><u>4 NABAVKA, PRIJEM, SKLADIŠTENJE I MANIPULACIJA ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>79</b>
4.1 SKLADIŠTENJE ČELIČNOG UŽETA	80

<b><u>5</u></b>	<b><u>UGRADNJA ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>85</b>
5.1	OBLICI VEZIVANJA KRAJEVA ČELIČNOG UŽETA ZA KONSTRUKCIJU	96
5.2	NASTAVLJANJE ČELIČNIH UŽADI	109
5.2.1	NASTAVLJANJE ČELIČNIH UŽADI POMOĆU LINIJSKE SPOJNICE	110
5.2.2	UPLETANJE ČELIČNIH UŽADI	112
<b><u>6</u></b>	<b><u>ČIŠĆENJE I PODMAZIVANJE ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>125</b>
<b><u>7</u></b>	<b><u>UPOTREBA, NADGLEĐANJE STANJA I OPRAVKE U TOKU KORIŠĆENJA ČELIČNOG UŽETA</u></b>	<b>137</b>
7.1	PREGLEDI I PROCENA STANJA ČELIČNOG UŽETA	142
7.1.1	PREGLEDI STANJA ČELIČNOG UŽETA	144
7.1.2	OCENA STANJA ČELIČNOG UŽETA	145
<b><u>8</u></b>	<b><u>ISPITIVANJA ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>153</b>
8.1	ISPITIVANJE RAZARANJEM ČELIČNOG UŽETA - (IR)	153
8.1.1	ODREĐIVANJE SILE KIDANJA ČELIČNOG UŽETA	154
8.1.2	ISPITIVANJE ČELIČNOG UŽETA NA (SAVIJANJE) ZAMOR MATERIJALA	156
8.2	ISPITIVANJE ČELIČNOG UŽETA BEZ RAZARANJA - (IBR)	157
8.2.1	MAGNETSKO ISPITIVANJE UŽETA – MRT	157
8.2.2	RADIOGRAFSKO ISPITIVANJE INSTALACIJE ČELIČNOG UŽETA	164
<b><u>9</u></b>	<b><u>VEK TRAJANJA I RASHODOVANJE ČELIČNIH UŽADI</u></b>	<b>165</b>
9.1	RASHODOVANJE ČELIČNOG UŽETA	169
9.2	PREKID ŽICA	171
<b><u>10</u></b>	<b><u>PONOVNA UPOTREBA ČELIČNOG UŽETA</u></b>	<b>183</b>
	<b><u>LITERATURA:</u></b>	<b>185</b>

---

## **PREDGOVOR**

Čelično uže, u mnogim konstrukcijama (kao na primer: dizalicama, liftovima, žičarama, izvoznim postrojenjima, mostovima sa nosećim užetom i sl.) predstavlja osnovni vučni, ili noseći (ili i jedno i drugo) deo konstrukcije, tako da bezbednost takve konstrukcije i osoblja, koje rukuje ili je u dodiru sa tom konstrukcijom, kao i okolnih objekata, zavisi od radnog stanja i pouzdanosti samog užeta. Zato je osnovni zadatak, da u takvim konstrukcijama, čelično uže bude maksimalno pouzdano i bezbedno za rad i da bude zamenjeno u pravom trenutku, kada ono to više neće moći biti. S druge strane, čelično uže je često i vrlo skup deo konstrukcije, pa njegova zamena zahteva i velike materijalne izdatke.

Iskustvo nas uči, da pravilno rukovanje, manipulisanje i održavanje čeličnog užeta, može produžiti njegov pouzdan vek trajanja i do 3 do 5 puta. Da bi se to i postiglo, potrebno je u najvećoj meri uvesti adekvantan sistem održavanja i upotrebe čeličnog užeta i do najveće mere koristiti pouzdane dijagnostičke, pre svega bez razaranja, metode čeličnog užeta. U tom smislu, ovaj Priručnik, zamišljeno je, treba da doprinese boljem i lakšem uvođenju adekvatnih sistema održavanja i kontrole stanja čeličnog užeta u postrojenju.

Prilikom pisanja ovog Priručnika, nastojali smo maksimalno da obradimo glavne uzroke, koji dovode do oštećenja i otkaza čeličnog užeta i da ukažemo na mere koje treba preduzeti da se ne jave takva oštećenja. U tom smislu, kroz tekst je maksimalno obrađena standardna i druga regulativa, koja ima za cilj obezbeđenje odgovarajuće pouzdanosti čeličnog užeta.

Posebna pažnja je posvećena sprovođenju odgovarajućih ispitivanja i dijagnostike stanja čeličnog užeta.

Knjiga je, prvenstveno, namenjena osoblju koje neposredno rukuje čeličnom užadi i održava ih, a može korisno poslužiti i svim onima koji žele, iz bilo koga razloga da postanu familijarni sa problematikom čeličnih užadi.

Sve korisne primedbe i sugestije, autori će primiti sa velikom zahvalnošću.

Beograd, marta 2013 godine. Autori



---

# 1 ČELIČNA UŽAD - DELOVI I OSNOVNI POJMOVI

Čelično uže je mašinski deo koji u konstrukciji ima zadatak:

- da prenese obrtni momenat (kretanje), kao na pr. kod žičara
- da prenese (vuče) teret, kao na pr. kod vitla, lifta dizalice i sl.
- da bude noseći deo u konstrukciji, kao na pr.: kod gumenih transportera sa čeličnim užetom, noseći deo gumene trake, noseći deo sejnih površina, glavni nosač mosne konstrukcije, privezni (vezni) deo u brodogradnji, pri dizanju tereta i sl., te za izradu vrlo kvalitetnih opruga i dr.
- Čelično uže je vrlo kompleksne građe, čije ponašanje nas više upućuje na jedan složen mehanizam, nego na prosti mašinski deo. Njegove mehaničke osobine zavise, kako od osobina čeličnih žica i jezgra, od kojih je izrađeno, tako i od načina ustrojstva tih žica u užetu (použavanja). U radu, čelično uže je alternativno opterećeno na: istežanje, pritisak, uvrtnje i smicanje, bilo pojedinačno ili istovremeno da trpi deo ili sva navedena opterećenja. Žice i strukovi užeta, u radu se međusobno pomeraju (klizaju), pri preuzimanju priloženog opterećenja. Zbog toga, čelična užad zahtevaju pažljiv pregled (nadgledanje), održavanje, podmazivanje i periodičnu zamenu.

U načelu, čelično uže se sastoji od mnogo uvijenih žica u složenu strukturu, da bi se dobila zadovoljavajuća zatezna čvrstoća i krutost užeta, kao i pogodnost za savijanje u radu.

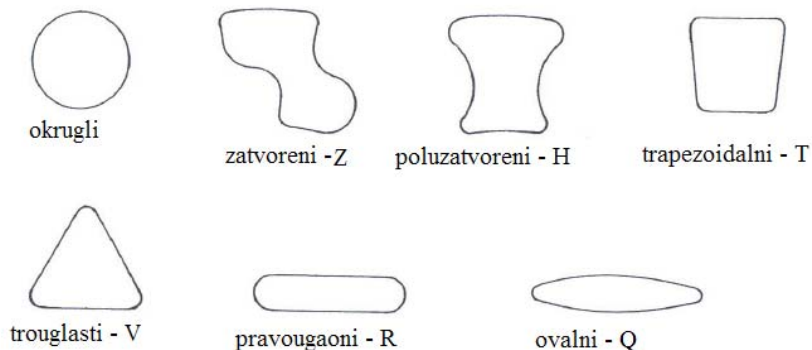
Zbog ovako velike primene i važnosti čeličnog užeta u konstrukciji, razvijen je deo industrije koji se bavi samo problematikom čeličnih užadi. Čelično uže je vrlo odgovoran deo konstrukcije, pa često od njegove sigurnosti zavisi i sigurnost čitave mašine, instalacije, uređaja, pa zbog toga je potrebno pravilno upoznati i obučiti personal koji dolazi u dodir sa čeličnom užadi i koji rukuje njima i održava ih.

## 1.1 Čelična žica

Čelična žica je metalurški proizvod u obliku vlasi, relativno malog prečnika i velike dužine. Dobiva se specijalnim patentiranim postupkom, koji je usavršavan preko 100 godina. Za primenu, u izradi čeličnih užadi, žica se uglavnom izvlači ili hladno valja iz čeličnih šipki od nelegiranog ugljeničnog čelika (sa obično (0,4...0,95 )%C) velike čvrstoće. Čelična žica, koja se koristi za izradu čeličnih užadi, najčešće je okruglog preseka. U posebnim

---

konstrukcijama čeličnih užadi (na pr. zatvorene izvedbe), koriste se i profilisani oblici žice. Na sl.1, prikazani su poprečni presezi profilisane žice, koji se najčešće koriste u izradi čeličnih užadi.



Sl.1. Oblici poprečnih preseka žice, za izradu čeličnih užadi.

Postupak izvlačenja čelične žice iz šipke, odvija se u više prolaza, u zavisnosti od veličine konačnog prečnika žice. Pri tome, sa smanjenjem prečnika žice, raste njena zatezna čvrstoća, uz istovremeno smanjenje izduženja, koje se javlja prilikom istežanja žice. Sa porastom sadržaja ugljenika u materijalu žice, raste i njena zatezna čvrstoća, uz istovremeno smanjenje žilavosti.

Minimalne standardizovane nazivne čvrstoće žice  $R_o$ , za čeličnu užad iznose:

- $R_o = 1370 \text{ N/mm}^2$  (u posebnim slučajevima);
- $R_o = 1570 \text{ N/mm}^2$  ;
- $R_o = 1770 \text{ N/mm}^2$  ;
- $R_o = 1960 \text{ N/mm}^2$  ;
- $R_o = 2160 \text{ N/mm}^2$  (za male prečnike žice) i
- $R_o = 2450 \text{ N/mm}^2$ .

Dozvoljena odstupanja stvarne čvrstoće žice u odnosu na navedene vrednosti nazivne čvrstoće  $R_o$ , iznose u plusu do  $300 \text{ N/mm}^2$ .

Deklarisana čvrstoća žice  $R$  ( $\text{N/mm}^2$ ) predstavlja nazivnu čvrstoću žice, u užetu, koja služi za izračunavanje najmanje sile kidanja užeta i predstavlja najmanju dopuštenu zateznu čvrstoću žice u užetu.



---

Zatezna čvrstoća žice  $R_m$  ( $N/mm^2$ ), predstavlja odnos najveće sile zatezanja (kidanja) i nazivne površine poprečnog preseka dela žice koji se ispituje na kidanje.

Za proizvodnju nerđajućih čeličnih užadi, žica se galvanski prevlači metalom koji je otporan na koroziju. Najčešće se koristi pocinčavanje čelične žice. Treba znati da su cinčane prevlake, relativno krte (naročito ako su veće debljine), pa pri savijanju žice može se javiti i njihovo pucanje. Osim toga, čvrstoća pocinčane žice je nešto manja, u odnosu na nepocinčanu žicu, a hrapavost veća. Osim pocinčavanja, koristi se i legura od 95% cinka i 5% aluminijuma, koja je nešto bolja (za antikoroziону zaštitu) od čistog cinka.

U posebnim slučajevima izrađuje se čelična žica od nerđajućih čelika, sa naponima kidanja u rasponu od 600 do 1900  $N/mm^2$ . Ovakvi čelici imaju austenitnu strukturu, pa zbog toga ne mogu biti namagnetizovani niti može biti primenjena magnetska defektoskopija. Čelična užad izrađena od žica od nerđajućeg čelika, ukoliko se premotavaju preko doboša, u načelu imaju kraći vek trajanja, u poređenju sa užadima koja su izrađena od ugljeničnih čelika, pri istim radnim uslovima.

### **Označavanje stanja površine žice**

- Čelična žica bez prevlake (ili svetla) označava se slovom: U;
- Pocinčana čelična žica, klase B, označava se slovom: B i
- Pocinčana čelična žica, klase A, označava se slovom: A.

#### **1.1.1 Osnovni pojmovi o čvrstoći i dinamičkoj izdržljivosti čelične žice**

Čelične žice, u čeličnom užetu su napregnute promenljivim (dinamičkim) naponima, koji potiču od zatezanja, savijanja, pritiska i uvijanja. Dakle, u njima se javlja, uglavnom, složeno naponsko stanje, pri čemu su, po pravilu uvek dominantni naponi zatezanja. Zbog toga je za određivanje veka trajanja žice, odnosno čeličnog užeta, u koje ugrađena ta žica, merodavna njena dinamička izdržljivost. S druge strane, podake, koje daje proizvođač užeta (minimalna sila kidanja užeta), po svojoj prirodi, predstavljaju karakteristike statičkog ispitivanja (čvrstoće) žice (užeta). U sadašnje vreme, pored statičkih ispitivanja žice, provode se i dinamička ispitivanja, i to uglavnom:

- ispitivanje na zamor sa promenljivom silom zatezanja;

- ispitivanje na zamor žice izložene prostom savijanju;
- ispitivanje na zamor žice, izložene naizmeničnom savijanju i
- kombinovano ispitivanje na zamor žice izložene savijanju i uvijanju.

Na sl.2, prikazani su osnovni principi delovanja mašina namenjenih za navedena dinamička ispitivanja žice. Promenljivi uzdužni (duž vlakana žice) naponi, pri ovakvim ispitivanjima nastaju u raznim poprečnim zonama preseka žice. Na slici su, u donjem delu, prikazane zone poprečnog preseka žice, u kojima nastaju najveći promenljivi uzdužni naponi, pri zadatom opterećenju (naprezanju) žice, u toku njenog ispitivanja. Zone najvećih napona su, na slici 2, zatamljene. Najveći promenljivi uzdužni naponi odgovaraju najvećim nazivnim promenljivim naponima.

Teorijska promena napona, pri jednosmerno promenljivom naponu, u toku jednog ciklusa opterećenja, pri ispitivanju dinamičke izdržljivosti materijala, prikazana je na sl.3.

Pri dinamičkom ispitivanju žice sa promenljivom silom zatezanja, u preseku žice nastaje ukupni napon (raspoređen po celom preseku, sl.2) zatezanja  $\sigma$ , koji je jednak (sl.3) zbiru (razlici) srednje vrednosti napona  $\sigma_m$  i amplitudne vrednosti napona  $\sigma_a$ , tj.

$$\sigma = \sigma_m \pm \sigma_a \quad (1)$$

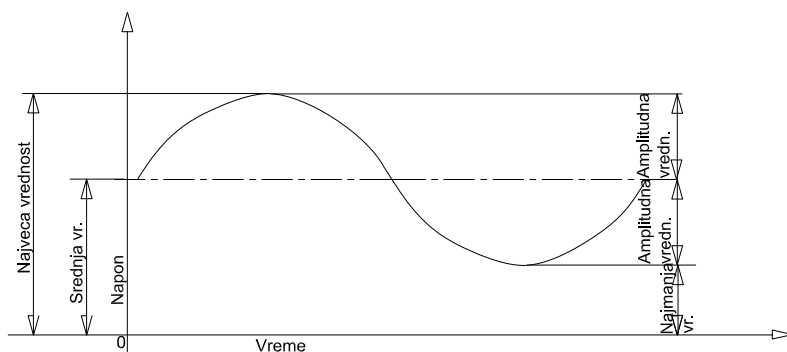
Kada se zategnuta čelična žica sa stalnom silom  $F_S$ , ispituje na prosto savijanje (sl.2), tada je napon, koji nastaje u užetu jednak zbiru napona usled sile zatezanja i napona savijanja koji se javlja usled savijanja užeta preko kotura.

	Zatezanje	Prosto savijanje	Naizm. savijanje	Savij. i uvijanje
Položaj žice pri ispitivanju.				
Zona najveće promen. napona				

Sl.2. Položaj žice i osnovni principi delovanja ispitnih mašina.

Pri tome je napon savijanja izražen samo u jednom malom spoljnjem delu (sl.2) poprečnog preseka užeta. U drugom kraju poprečnog preseka užeta, u odnosu

na neutralnu liniju javlja se napon pritiska, usled čega je u tom delu preseka ukupni napon manji od onog koji potiče samo od sile zatezanja, pa se zanemaruje, jer ne izaziva prekid užeta.



Sl.3. Teorijska kriva promene jednosmerno promenljivog napona u toku jednog ciklusa opterećenja.

Prilikom ispitivanja zategnute žice na naizmenično savijanje, žica se prvo kreće preko jednog kotura, a zatim preko drugog (sl.2), tako da se zatežući naponi nastali usled savijanja, javljaju i na jednoj i na drugoj strani (u odnosu na neutralnu liniju) poprečnog preseka užeta, sl.2, tako da je promenljivi napon savijanja izražen u dva mala segmenta poprečnog preseka užeta. Pritisak koji se javlja između užeta i koturova je relativno mali (u poređenju sa naponima zatezanja) pa se zanemaruje.

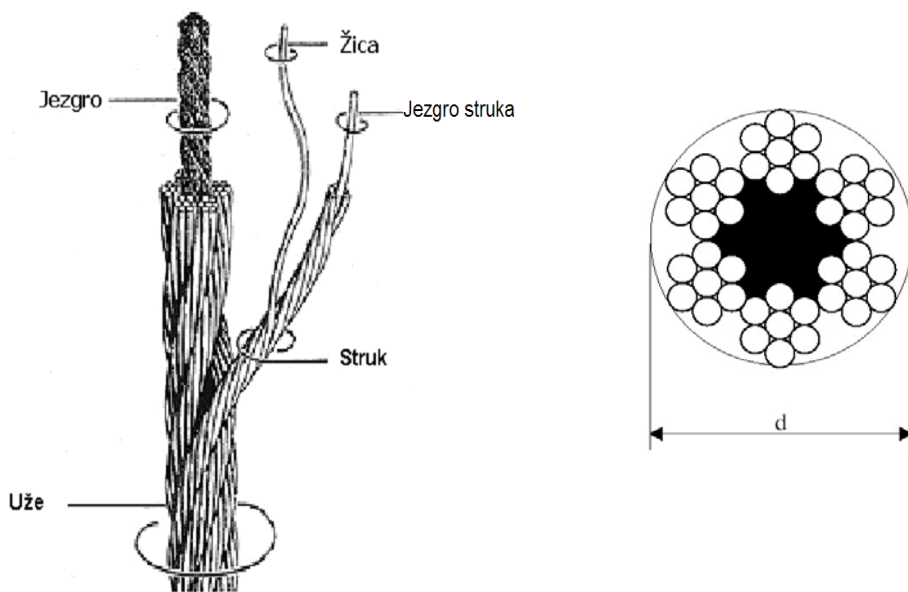
Za obavljanje dinamičkih ispitivanja, u odgovarajućoj mašini, žice opterećene naponima savijanja i uvijanja, žica je savijena u slobodni luk oko sopstvene ose, sl.2. Pri tome u žici nastaju, usled savijanja, u spoljnjim vlaknima preseka zatežući naponi, a u unutrašnjim (suprotnim) naponi pritiska (kompresije). Kada se žica zarotira, tada nastaje promena znaka napona, tako da u onom delu poprečnog preseka, gde su se javili naponi zatezanja, sada nastaju naponi pritiska (kompresije) i obrnuto. Tako, za vreme jednog okretaja žice oko njene ose, svako spoljnje vlakno doživljava kompletan ciklus promene uzdužnih napona u preseku žice. Pri tome, se amplituda napona u preseku menja od nule (u neutralnoj osi preseka) do najveće vrednosti amplitudnog napona  $\pm \sigma_a$ , tako da se najveći naponi, praktično javljaju u jednom spoljnjem kružnom prstenu, sl.2.

---

Na bazi, eksperimentalnih ispitivanja, prema sl.2, moguće je u laboratorijskim uslovima određivati trajnu dinamičku izdržljivost žice za čeličnu užad, pri različitim uslovima opterećenja žice. Varijacijom pojedinih uticajnih činilaca na dinamičku izdržljivost žice (veličina opterećenja, prečnici žice i kotura, stanje spoljne površine i sl.), moguće je odrediti laboratorijsku vrednost trajne dinamičke izdržljivosi određene žice, kao i uticajne činioce, od kojih ona zavisi.

## 1.2 Čelično uže

Konstruktivno, čelično uže predstavlja nekoliko (pramenova) strukova, koji su zavojno použeni u jedan ili više slojeva, sl.4, oko središnjeg dela koji se naziva jezgro užeta. U nekim slučajevima uže se sastoji od jednog struka.



Sl.4. Delovi čeličnog užeta (presek užeta je uvećan)

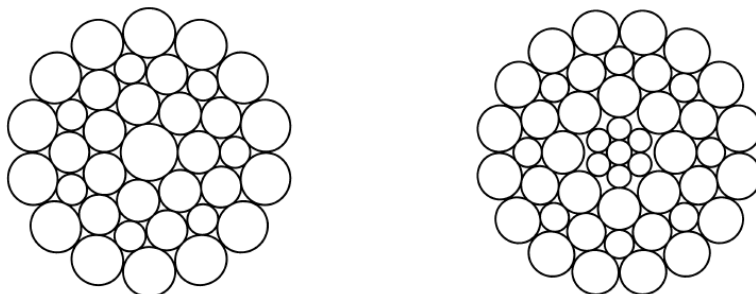
### 1.2.1 Struk čeličnog užeta

Pod pojmom sloja usukanih žica, u narednim izlaganjima podrazumevati će se skup zavojno vođenih u istom smeru žica, na srednjoj kružnici istog prečnika i sa istom vrednošću koraka zavojnice (usukivanja). Izuzrtak od ove definicije, predstavlja (Warington) Varington oblik usukanog sloja žica, koji se sastoji od

---

sloja debljih i tanjih žica, pri čemu su tanje žice usukane na kružnici većeg prečnika, nego deblje.

Struk (pramen) predstavlja deo čeličnog užeta, koji se sastoji od skupa žica, odgovarajućeg oblika i dimenzija, koje su (zavojno usukane) vođene zavojno u istom smeru i u jednom ili više slojeva oko centra. Presek struka može biti: okrugao (najčešće), sl.5 i profilisani (trouglasti, ovalni i pravougaoni), sl. 6. Prvi usukani sloj žica predstavlja onaj sloj žica, koji je neposredno usukan oko centra (jezgra) struka. U najprostijem slučaju struk (pramen) se sastoji od tri ili četiri zavojno usukane žice. Kod savremenih čeličnih užadi, najprostiji oblik struka ima najmanje jedan sloj zavojno usukanih čeličnih žica oko središnjeg dela struka, koji se naziva jezgro struka i u najprostijem slučaju jezgro struka predstavlja jednu žicu, sl.5, oko koje je usukan jedan sloj od šest žica. U složenijim slučajevima struk se sastoji od dva ili više slojeva usukanih žica oko jezgra struka. Izuzetak čini struk oblika pravougaonika, sl.6, koji nema jezgra (centralne žice). U nekim slučajevima, u stvari, struk predstavlja i uže u celini.



Sl.5. Kružni struk: a- sa jednom centralnom žicom; b-sa (1+6) jezgrom.

Važne parametre struka predstavljaju: korak struka  $h_w$ , tj visina hoda zavojno usukane žice u spoljnom sloju žica, ugao zavojnog sloja struka  $\alpha$ , i poluprečnik cilindra  $r_w$  zavojnog sloja žica, sl.7. Korak zavojnog sloja žica  $h_w$  predstavlja rastojanje zavojnice toga sloja mereno na obimu cilindra poluprecnika  $r_w$ , tj. rastojanje između tačaka na istoj izvodnici cilindra ( $2r_w$ ) u kojima zavojna linija preseca tu izvodnicu.

Ugao zavojnice  $\alpha$  određen je relacijom:

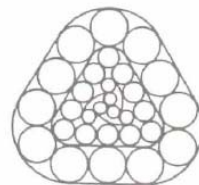
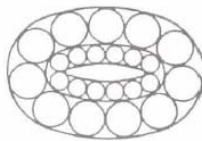
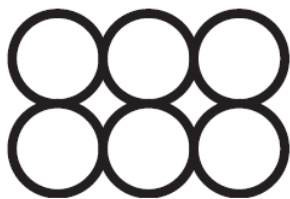
$$\tan\alpha = (2\pi r_w)/h_w \quad (2)$$

---

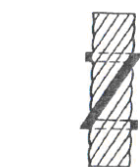
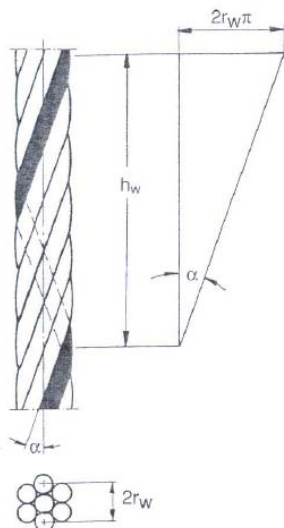
a) pravougaoni struk

b) ovalni-Q struk

c) trouglasti-V struk



Sl.6. Profilisani struk (pravougaoni, ovalni i trouglasti)



Desni smer usukivanja  
Simbol- z



Levi smer usukivanja  
Simbol- s

Sl.7. Korak i smer usukivanja sloja žica struka

Smer usukivanja sloja žica u struku može biti desni (simbol z), ili levi (simbol s), sl.7.

### Vrste strukova

Strukovi, obzirom na poprečni presek struka, imaju različite konstrukcije, kao što su:

- Okrugli struk, koji se sastoji od skupa žica odgovarajućeg prečnika, čiji je poprečni presek jednak kružnici prečnika  $d$ , sl.5.
- Pravougaoni struk predstavlja struk sa približno pravougaonim presekom, sl.6.

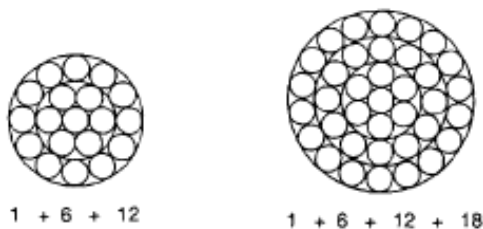
- Truglasti struk predstavlja struk sa približno trouglastim presekom, sl.6.
- Struk može biti izrađen od jednog ili više slojeva žica.

### **Obično usukan struk – tačkasti dodir slojeva (simbol M)**

Ovakav struk sadrži više od jednog sloja žica i sve žice imaju isti smer usukivanja, sl.9. Kod ovakvog načina usukivanja žice različitih slojeva žica nemaju jednak korak usukivanja, pa se slojevi žica međusobno ukrštaju – tačkasto dodiruju. Ukršteni slojevi žica imaju isti ugao zavojnice  $\alpha$  i isti smer usukivanja svih slojeva struka, zbog toga sve žice struka približno trpe jednake napone zatezanja, zategnutog užeta. Međutim, zbog unakrsnog (tačkastog) dodira žica pojedinih slojeva užeta nastaje veći pritisak, pri dodiru ukrštenih žica. Zbog ovog nedostatka, u uslovima kada se javlja veliki radni pritisak žica u užetu, retko se koriste čelična užad sa ovakvim strukovima. Središnja žica, odnosno jezgro struka većeg je prečnika, da bi ostale žice imale dovoljan oslonac.

Na sl.8, prikazana je konstrukcija (poprečni presek) obično usukanih strukova :

- 19M: 1 + 6 +12, koji se sastoji od: jedne centralne žice (jezgra), prvog sloja od šest žica jednakog prečnika i drugog sloja od 12 žica jednakog prečnika i
- 37M: 1 + 6 +12 +18.



Sl.8. Primer konstrukcije obično usukanog struka

### **Paralelno usukan struk**

Kod paralelno usukanog struka žice svih slojeva struka su međusobno paralelne, sl.9, i u svim slojevima imaju jednak korak i smer usukivanja.

Žice imaju različite prečnike i uglove usukivanja, zavisno od položaja u poprečnom preseku. Usukuju se u jednom radnom hodu, odnosno sadrže najmanje dva sloja usukana u jednoj operaciji i u istom smeru. Kod ovakve izvedbe struka, žice u struku imaju jednake korake, usled čega postoji njihov