

**Područje rada:** Drumski saobraćaj

**Predmet:** Mehanizacija pretovara

**Pripremio:** Mr maš. Milorad Gegić dipl. inž., predmetni nastavnik

**Nastavne jedinice:** Čelična užad; LANCI

**Oblik:** Neka uputstva i pisani primeri za samostalni rad

**Napomena:** Nakon odslušanog predavanja

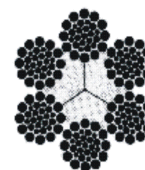
## ČELIČNA UŽAD ZA PRIMENU NA PRETOVARNOJ MEHANIZACIJI

### NEKE KARAKTERISTIKE ČELIČNIH UŽADI

Čelična užad se sastoje od više strukova (najčešće 6 ili 8) obavijenih oko jezgra. Jezgro može biti vlaknasto ili čelično. Svaki struk se sastoji od više žica (6-61) obavijenih oko jezgra. Jezgro je od čelične žice, a rede se izrađuje od vlakna.

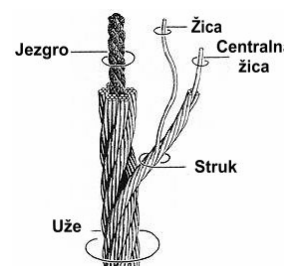
Osnovni elementi čelilnog užeta pokazani su na slici. Određen broj žica po zadatom geometrijskom rasporedu oko jezgra je použen u uže. Uslovno, čelična užad se po konstrukciji mogu podeliti na:

1. Zavojnu užad.
2. Običnu užad.
3. Specijalnu užad (tip: Seale, Warrington, Fuller, ne rotirajuća užad "Herkules").



Tipična konstrukcija 6x31 čeličnog užeta sa vlaknastim središtem

Čelična užad se proizvode unakrsnim ili paralelnim usukivanjem (použavanjem odn. upređanjem). Kod paralelnih (uzdužnih) použavanja smer strukova u užetu i smer žica u struku je isti. Na osnovu toga razlikujemo uzdužno desno Z/Z i uzdužno levo S/S použavanje. Kod unakrsnih použavanja smer strukova u užetu i smer žica u struku je različit. Tako imamo unakrsno desno S/Z i unakrsno levo Z/S použavanje. Užad paralelnog použavanja su otpornija na habanje nego užad unakrsnog použavanja.



Čelična užad se proizvode sa vlaknastim (VJ) ili čeličnim jezgrom (ČJ), koje ima osnovnu namenu da obezbedi pravilan raspored strukova u užetu. Kao materijal za vlaknasta jezgra koriste se: sisal, juta, kudeljia i polipropilen. Vlaknasta jezgra su namašćena i imaju funkciju održavanja konstantnog prečnika užeta, pobošavaju fleksibilnost i vek trajanja užeta. Konstrukcija čeličnog užeta zavisi od vrste, prečnika i namene.

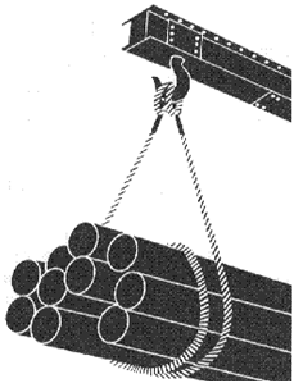
Sva užad su neraspletiva (tzv. tip "trulay"). Pošto se uže sastoji od 6 ili više uvrnutih strukova, ono ima tendenciju da se raspliće kad se odseca. Primenom specijalnog postupka predformiranja, užad se ne raspliću, oslobođena su unutrašnjih napona, lako se upliću i bez problema se namotavaju na koturove.

Čelična užad se izrađuju po standardima SRPS i DIN. Užad se pakuju na drvene transportne kaleme (doboše) izrađene u standardnim veličinama SRPS N.CO.505. za naročite zahteve kupca proizvode se i u formi buntova određenih dužina.

Moguća je proizvodnja, izrada i ispitivanje prema ostalim standardima, koja se koriste za pretovarnu mehanizaciju, opštu namenu u industiji, šumarstvu itd. Za čeličnu užad se izdaju fabrički atesti.

## PRORAČUN ČELIČNIH UŽADI

### Primer 1.



Dvostruka omča, koju čine dva čelična užeta, podiže snop betonskih cevi. Užad su izrađena od čelika zatezne čvrstoće  $\sigma_{zdoz} = 6 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ , i brojem niti po  $i=100 \text{ kom}$  u svakom užetu. Prečnik niti od koje su izrađena užad inosi  $d=0,2 \text{ mm}$ . Ako je stepen sigurnosti za užad na pretovornoj mehanizaciji  $\gamma = \frac{3\pi}{2}$ , izračunaj maksimalnu masu  $m_{max}=?$ , kojom čelična užad smeju biti opterećena.

### Rešenje:

$$\sigma_z \leq \sigma_{z \max}; \sigma_z = \frac{F_{\max}}{n \cdot A}; \sigma_{z \max} = \frac{\sigma_{zdoz}}{\gamma} \quad \text{gde je } n - \text{ broj užadi}$$
$$\Rightarrow \frac{\sigma_{zdoz}}{\gamma} \geq \frac{F_{\max}}{n \cdot A} \Rightarrow \frac{\sigma_{zdoz}}{\gamma} \geq \frac{F_{\max}}{n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot i} \Rightarrow \frac{\sigma_{zdoz}}{\gamma} \geq \frac{m_{\max} \cdot g \cdot 4}{n \cdot d^2 \cdot \pi \cdot i}$$

Rešavanjem poslednje nejednačine po  $m_{max}$ , dobijamo maksimalnu masu kojom užad smeju biti opterećena:

$$m_{\max} \leq \frac{\sigma_{z \max} \cdot n \cdot d^2 \cdot \pi \cdot i}{\gamma \cdot g \cdot 4} \Rightarrow m_{\max} \leq \frac{6 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 10^{-4})^2 \cdot \pi \cdot 10^2}{\frac{3\pi}{2} \cdot 10 \cdot 4}$$

$$m_{\max} \leq \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^9 \cdot 2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-8} \cdot 10^2}{3\pi \cdot 10 \cdot 4} \Rightarrow m_{\max} \leq 800 \text{ kg}$$

**Primer 2.**



Četiri čelična užeta podižu slog čeličnih ploča ukupne mase  $m=14400 \text{ kg}$ . Ona su izrađena od materijala zatezne čvrstoće  $\sigma_{z \text{ doz}}=5 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ . Ako je stepen sigurnosti protiv kidanja niti užeta  $\gamma = \frac{5}{2} \pi$ , a prečnik jedne niti  $d=0.12 \text{ mm}$  izračunaj minimalni broj niti u jednom užetu  $i_{\min}=? \text{ kom}$ .

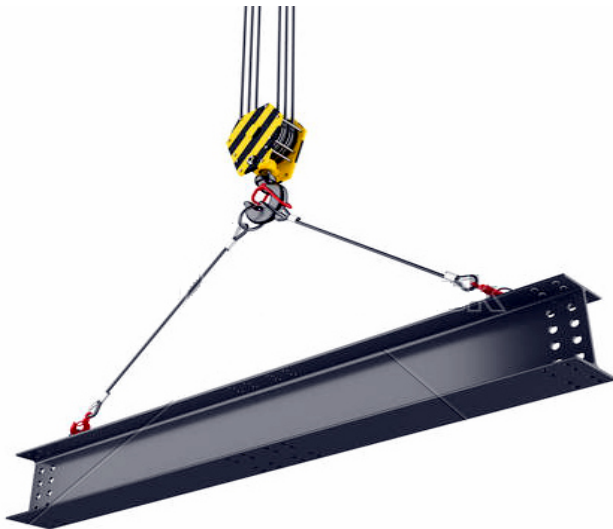
**Rešenje:**

$$\sigma_{z \text{ max}} \geq \sigma_z; \sigma_{z \text{ max}} = \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma}; \sigma_z = \frac{F}{n \cdot A}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma} \geq \frac{F}{n \cdot A} \Rightarrow \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma} \geq \frac{F}{n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot i_{\min}} \Rightarrow \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma} \geq \frac{m \cdot g \cdot 4}{n \cdot d^2 \cdot \pi \cdot i_{\min}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i_{\min} \geq \frac{m \cdot g \cdot 4}{n \cdot d^2 \cdot \pi \cdot \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma}} \Rightarrow i_{\min} \geq \frac{m \cdot g \cdot 4 \cdot \gamma}{n \cdot d^2 \cdot \pi \cdot \sigma_{z \text{ doz}}} \Rightarrow i_{\min} \geq \frac{144 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 4 \cdot \frac{5}{2} \pi}{4 \cdot (12 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3})^2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^{10}} \Rightarrow i_{\min} \geq 500 \text{ kom}$$

**Primer 3.**



Dva čelična užeta podižu teški čelični profil ukupne mase  $m=1,5 \text{ tona}$ . Užad su izrađena od čelika zatezne čvrstoće  $\sigma_{z \text{ doz}} = 10^9 \text{ Pa}$  sa stepenom sigurnosti od  $\gamma = 2\pi$ . Ako je broj niti u svakom od užadi po  $i=100 \text{ kom}$ , izračunaj minimalni prečnik  $d_{\min}=?$  jedne niti.

**Rešenje**

$$\sigma_{z \text{ max}} \geq \sigma_z; \sigma_{z \text{ max}} = \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma}; \sigma_z = \frac{F}{n \cdot A}$$

$$\frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma} \geq \frac{F}{n \cdot A} \Rightarrow \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma} \geq \frac{F}{n \cdot \frac{d_{\min}^2 \cdot \pi}{4} \cdot i} \Rightarrow \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma} \geq \frac{m \cdot g \cdot 4}{n \cdot d_{\min}^2 \cdot \pi \cdot i} \Rightarrow d_{\min} \geq \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot 4}{n \cdot \pi \cdot i \cdot \frac{\sigma_{z \text{ doz}}}{\gamma}}}$$

$$d_{\min} \geq \sqrt{\frac{\gamma \cdot m \cdot g \cdot 4}{n \cdot \pi \cdot i \cdot \sigma_{z \text{ doz}}}} \Rightarrow d_{\min} \geq \sqrt{\frac{2\pi \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 4}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 10^9}} \Rightarrow d_{\min} \geq \sqrt{\frac{6 \cdot 10^4}{10^{11}}} \Rightarrow d_{\min} \geq \sqrt{\frac{6}{10^7}} [m]$$

## NEKE NAPOMENE O LANCIMA ZA PRIMENU NA PRETOVARNOJ MEHANIZACIJI

**Opterećenje lanca.** Dozvoljeno opterećenje lanca ispituje se na način utvrđen srpskim standardima. Izveštaj o ispitivanjima dostavlja se prilikom predaje dizalice na upotrebu. Lanci koji su u stalnoj upotrebi na dizalicama se obavezno održavaju u potpuno ispravnom stanju. Obavezan je periodični pregled i ispitivanje oglednim opterećenjem prema odgovarajućim standardima.

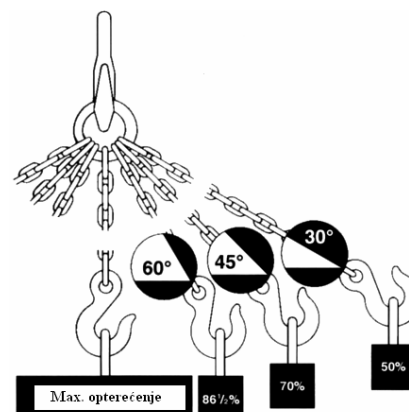
Stepen sigurnosti za lance ne sme biti manji od 3 za ručne dizalice ni manji od 6 za motorne dizalice ako se lanac prilikom podizanja namotava na doboš sa glatkom površinom. Za kalibrisane lance ovaj stepen sigurnosti ne sme biti manji od 8.

Dozvoljeno opterećenje lanca koji se postavlja na kuku krana mora biti obeleženo pločicom pričvršćenom na lanac. Lanac se može opterećivati silom većom od dozvoljene samo ako se radi o oglednom ispitivanju. Lanac se može skraćivati samo privremeno i to specijalnim alatom. Zabranjeno je skraćivati lanac vezanjem u čvorove ili spajanjem karika pomoću vijka.

Pri višestrukom omotavanju lanca oko tereta, delovi istog lanca namotavaju se što bliže jedan drugom. Lance koji podižu teret oštih ivica štitimo drvenim ili čeličnim podloškama.

Pri nepovoljnim uslovima rada (+100<sup>0</sup> C; -10<sup>0</sup> C) lanac se može opteretiti samo polovinom dozvoljenog opterećenja.

Dozvoljeno opterećenje veze lanaca o dve grane se smanjuje u zavisnosti od veličine ugla između te dve suprotne veze. Primer je dat na slici.



**Održavanje lanaca.** Lance, koji se upotrebljavaju u normalnim uslovima pregledamo najmanje jednom godišnje. Najmanje dva puta godišnje vršimo pregled lanaca koji su:

- ◆ često opterećeni sa najvećim dozvoljenim opterećenjem,
- ◆ upotrebljeni kod visokih temperatura,
- ◆ ispostavljeni hemijskim i atmosferskim uticajima.

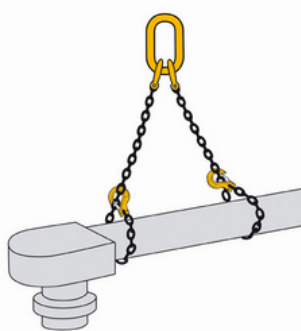
Kod pregleda zapažamo i merimo površinske promene, kao što su:

- ◆ prečnik karike lanca jer se ne sme smanjiti za više od 10%,
- ◆ dužinu lanca jer se dužina lanca se ne sme povećati za više od 5%,
- ◆ dužinu karike lanca jer se dužina pojedinačne karike se ne sme povećati više od 4%,
- ◆ zarezi i ogrebotine se posebno evidentiraju.

Čišćenjem lanaca posle upotrebe i pravilnim uskladištenjem se postiže duži vek trajanja lanca.

### PRORAČUN LANACA SA KARIKAMA

**Primer 1.**



Dva varena lanca podižu teret, kao na slici, ukupne mase  $m = 3,2 t$ . Ako je materijal od kojeg su izrađeni lanci karakteristike  $\sigma_{z\ doz} = 8 \cdot 10^9 Pa$ , a koeficijent sigurnosti  $\gamma = 4\pi$  koliki je minimalni prečnik karike lanca  $d = ?$ .

**Rešenje:**

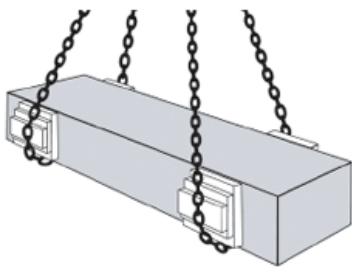
$$\sigma_z \leq \sigma_{z\ max}; \sigma_z = \frac{F}{n \cdot A}; \sigma_{z\ max} = \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \quad \text{gde je } n - \text{ broj lanaca}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \geq \frac{F}{n \cdot A} \Rightarrow \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \geq \frac{F}{n \cdot 2 \cdot \frac{d_{min}^2 \cdot \pi}{4}} \Rightarrow \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \geq \frac{m \cdot g \cdot 2}{n \cdot d_{min}^2 \cdot \pi}$$

$$\Rightarrow d_{min} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{n \cdot \pi \cdot \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma}}} \Rightarrow d_{min} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot \gamma}{n \cdot \pi \cdot \sigma_{z\ doz}}} \Rightarrow d_{min} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 4\pi}{2 \cdot \pi \cdot 8 \cdot 10^9}} \Rightarrow d_{min} = \sqrt{\frac{2 \cdot 32 \cdot 10^3 \cdot 4}{2 \cdot 8 \cdot 10^9}}$$

$$\Rightarrow d_{min} = \sqrt{\frac{16 \cdot 10^3}{10^9}} \Rightarrow d_{min} = 4 \cdot 10^{-3} [m] \Rightarrow d_{min} = 4mm$$

**Primer 2.**



Četiri varena lanca auto-dizalice podižu masivni betonski blok kao na slici. Prečnik karike lanca iznosi  $d = 5 mm$ . Ako je stepen sigurnosti na kidanje lanca  $\gamma = 2\pi$ , a dozvoljen napon na zatezanje materijala od kojeg su izrađeni  $\sigma_{z\ doz} = 6 \cdot 10^8 Pa$ , izračunaj maksimalnu masu  $m_{max} = ? kg$  betonskog bloka koju mogu podići lanci.

**Rešenje:**

$$\sigma_z \leq \sigma_{z\ max}; \sigma_z = \frac{F_{max}}{n \cdot A}; \sigma_{z\ max} = \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \quad \text{gde je } n - \text{ broj lanaca}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \geq \frac{F_{max}}{n \cdot A} \Rightarrow \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \geq \frac{F_{max}}{n \cdot 2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}} \Rightarrow \frac{\sigma_{z\ doz}}{\gamma} \geq \frac{2 \cdot m_{max} \cdot g}{n \cdot d^2 \cdot \pi}$$

Iz poslednje jednačine dobijamo maksimalnu masu kojom lanci smeju biti opterećeni:

$$m_{max} \leq \frac{\sigma_{z\ max} \cdot n \cdot d^2 \cdot \pi}{2 \cdot \gamma \cdot g} \Rightarrow m_{max} \leq \frac{6 \cdot 10^8 \cdot 4 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \pi}{2 \cdot 2\pi \cdot 10} \Rightarrow m_{max} \leq \frac{6 \cdot 10^8 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{10} \Rightarrow m_{max} \leq 1500 [kg]$$