KATEDRA ZA MEHANIZACIJU
MAŠINSKI FAKULTET U BEOGRADU

Elementi mehanizama za dizanje tereta

Koturače, koturovi i doboši

II deo

Profesor dr Nenad Zrnić, izvodi sa predavanja

Konstrukcije za vođenje savitljivih elemenata

Za vođenje savitljivih elemenata služe koturovi i doboši za uže (koturovi za uže zovu se i **užnice ili užetnjače**) i lanac, kao i koturače. Prema funkciji koju oni obavljaju koturovi mogu da budu **pokretni ili nepokretni** i oni su:

•Elementi koji služe samo za **promenu pravca užeta ili lanca**, sa manjim ili većim uglom obavijanja;

•Elementi koji, pored promene pravca, služe i **za zatezanje užeta ili lanca**;

•Elementi čija je uloga pogonska, koji vrše **prenošenje momenta sa pogonskog vratila** na uže ili lanac.

Dakle, **koturovi mogu da budu prevojni, zatezni i pogonski.**

Po svojoj konstrukciji prevojni i zatezni koturi su slični, a razlikuju se samo prema načinu oslanjanja osovinice kotura. Pogonski koturovi mogu da budu specijalne konstrukcije.

Doboši služe za vršenje pogona, odnosno **prenos pogonskog momenta sa vratila na uže ili lanac**.

Koturače su sklop niza koturova koji služe, svaki posebno, **za promenu pravca**.

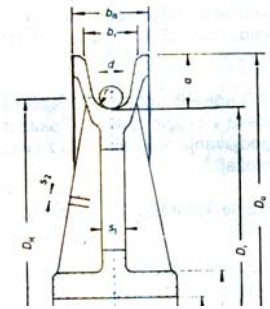
Koturovi

Užad i lanci pri prolazu preko koturova **ne treba da budu izloženi velikim naprezanjima na savijanje, kao i opasnosti od brzog habanja**. Obodi koturova treba da obezbede nesmetano ulaženje i izlaženje užeta, odnosno lanca, i da ne stvaraju nepotrebne otpore. Koturovi za užad se obično izrađuju od **čeličnog ili svog liva** višeg kvaliteta, ili mogu da budu **zavarene** konstrukcije. Mogu se oslanjati na **klizne ili kotrljajne ležajeve**.

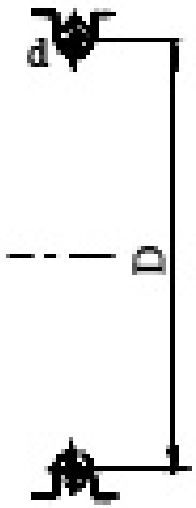
Koturovi od **sivog liva** - livenog gvožđa (npr. SL200) se izrađuju za **manja opterećenja**, od **čeličnog liva** (npr. ČL 0500) za **srednja i velika opterećenja sa udarima**, što važi i za zavarene koturove. **Zavareni koturovi** (npr. Č0545) se primenjuju kod **većih koturača**, i u slučaju **pojedinačne** proizvodnje mogu biti znatno **jeftiniji**. Radna površina oboda kotura se mašinski obrađuje na strugu. Obrada žleba kotura mora da se izvede pažljivo, naročito ako uže nailazi na kotur pod kosim uglom prema srednjoj ravni. **Uže se najviše haba pri previjanju i eventualnom savijanju po žlebu kotura**, i to utoliko više, ukoliko uže više dodiruje bočne stranice žleba. Habanje užeta u izvesnoj meri zavisi i od materijala kotura. Kotur se okreće na osovinici sa kliznim naleganjem (obično sa bronzanom čaurom, a podmazivanje se vrši gušćom mašću kroz osovinicu ili kroz glavčinu pod pritiskom sa štaufer mazalicom), ali se radi smanjenja trenja (smanjuju se otpori pri okretanju kotura) i u težim uslovima rada često primenjuju kotrljajni ležaji koji ne zahtevaju posebnog nadzora i primenjuju se kod dizalica kod teško pristupačnih delova. Disk kotura manjih dimenzija do 400 mm, može da bude pun sa ili bez rebara. Da bi se obezbedio dovoljan vek savitljivog elementa, kao i da bi se izbegla povećana naprezanja pri savijanju **propisuju se najmanji prečnici koturova**, i to:

- za kudeljnu užad $D \geq 10d$, gde je d prečnik užeta;
- za zavarene lance $D \geq 20d_k$, gde je d_k prečnik karike lanca.

Konačno prečnik kotura se bira prema odnosu *D/d,* prema slici i zavisi od pogonske klase.



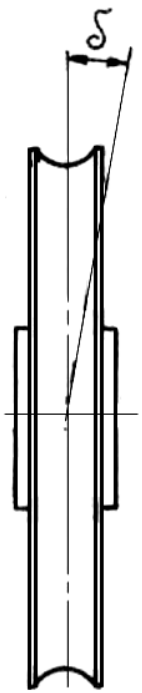
D-prečnik kotura ;
d-prečnik užeta

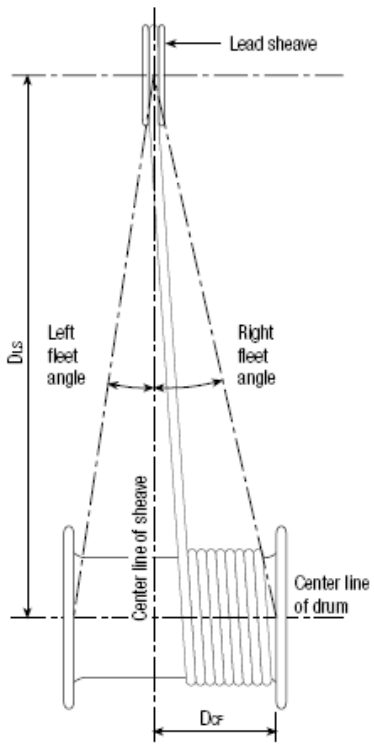


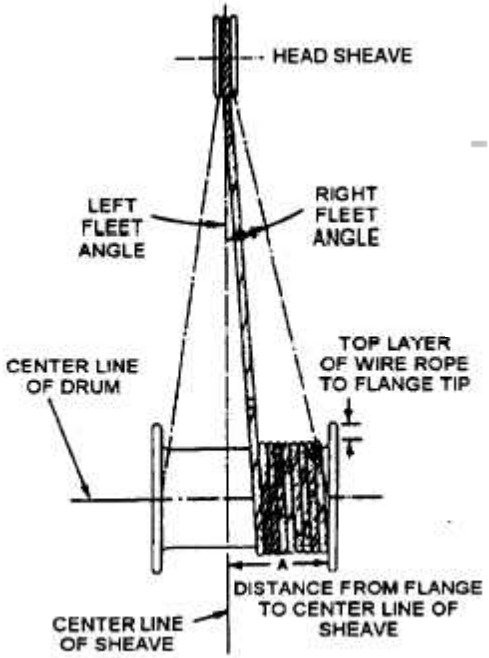
Pogonska Klasa JUS	D/d Pogonski kotur		Pogonska Klasa JUS	D/d Kotur za izravnanje
I	18		I	10
II	20		II	11
III	22		III	12
IV	24		IV	13

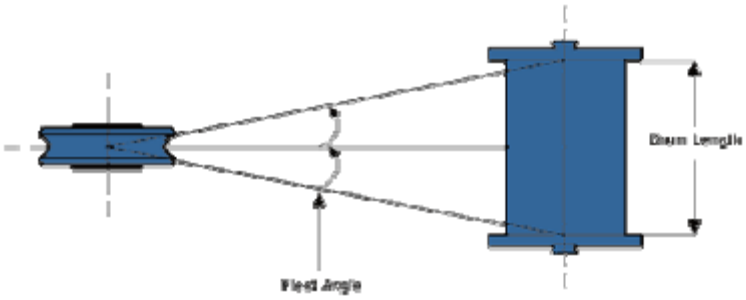
Treba zadovoljiti uslov da je: *(D/d) i z a b r a n o ≥ (D/d) t a b l i č n o*

Ugao "δ" koji zaklapa uže sa osom kotura ne sme biti veći od: 5º









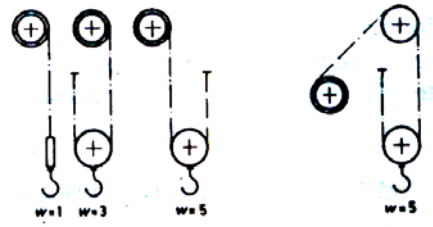
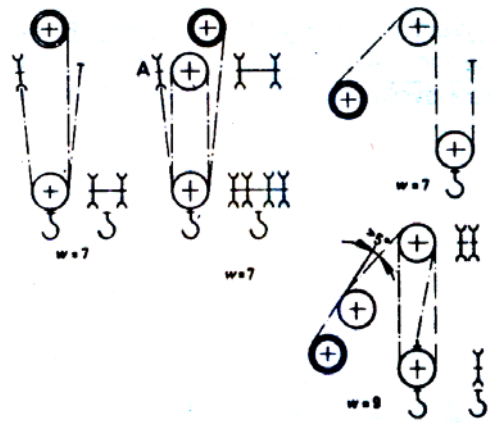
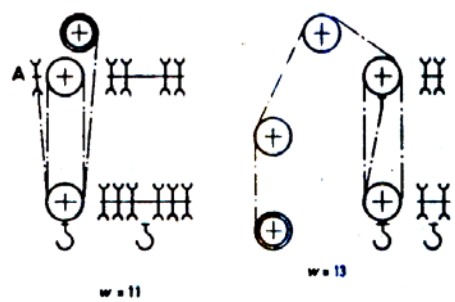
Prema FEM minimalni prečnik kotura, odnosno doboša, određuje se prema sledećem izrazu:

$D > H_1 \cdot H_2 \cdot d$, gde je **D osnovni prečnik kotura, odnosno doboša, H_1 koeficijent koji zavisi od grupe pogonskog mehanizma, H_2 koeficijent koji zavisi od vrste namotavanja užeta, dok je d prečnik užeta.**

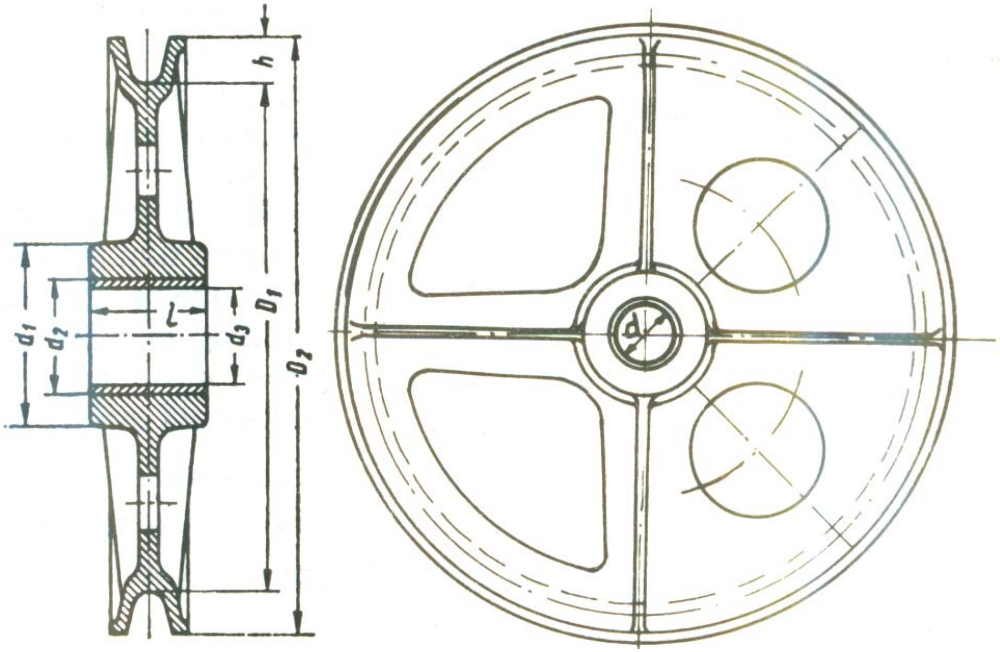
Grupa pogonskog mehanizma	Doboši	Koturovi	Koturovi za izravnavanje
1Bm	14,0	16,0	12,5
1Am	16,0	18,0	14,0
2m	18,0	20,0	14,0
3m	20,0	22,4	16,0
4m	22,4	25,0	16,0
5m	25	28,0	18,0

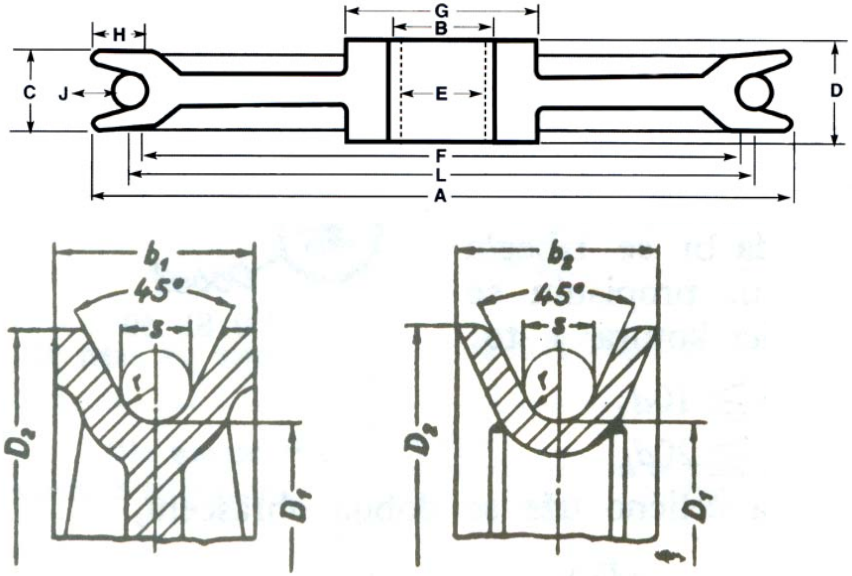
Tabela za koeficijenat H_1

Za koturove za izravnavanje i za doboše $H_2 = 1$. Za koturove koeficijenat **H_2 zavisi od toga preko koliko koturova se uže previja i koliko ima suprotnih savijanja**. Ako se uvedu oznake W = 0 za koturove za izravnavanje, W = 1 za doboše, W = 2 za koturove pri istosmernom savijanju, W = 4 za koturove pri suprotnosmernom savijanju, tada se vrednost koeficijenta H_2 bira prema ukupnom broju savijanja W_T a prema tabeli datoj na sledećem slajdu.

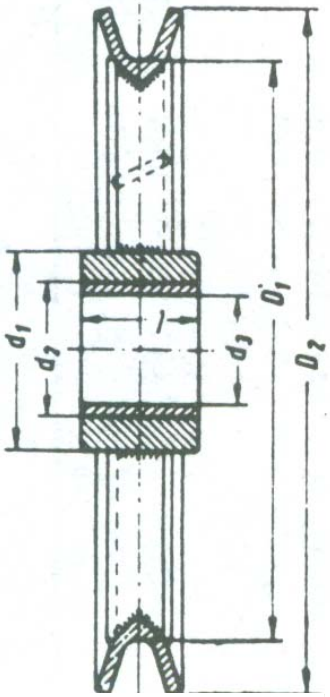
Opis	Primeri užnog pogona. Doboši su dati duplim linijama	W	H_2 za užne koture
Žičano uže se namotava na doboš, pri tome se koriste dva kotura sa istosmernim savijanjem		do 5	1
Žičano uže se namotava na doboš preko najviše četiri užna kotura sa istosmernim savijanjem ili dva kotura sa istosmernim i jednog kotura sa suprotnosmernim savijanjem ili dva kotura sa suprotnosmernim savijanjem		6 do 9	1.12
Žičano uže namotava se na doboš pomoću najmanje pet kotura sa istosmernim savijanjem ili tri kotura sa istosmernim i jednog kotura sa suprotnosmernim savijanjem ili jednog sa istosmernim i dva sa suprotnosmernim savijanjem ili tri kotura sa suprotnosmernim savijanjem		do 10	1.25

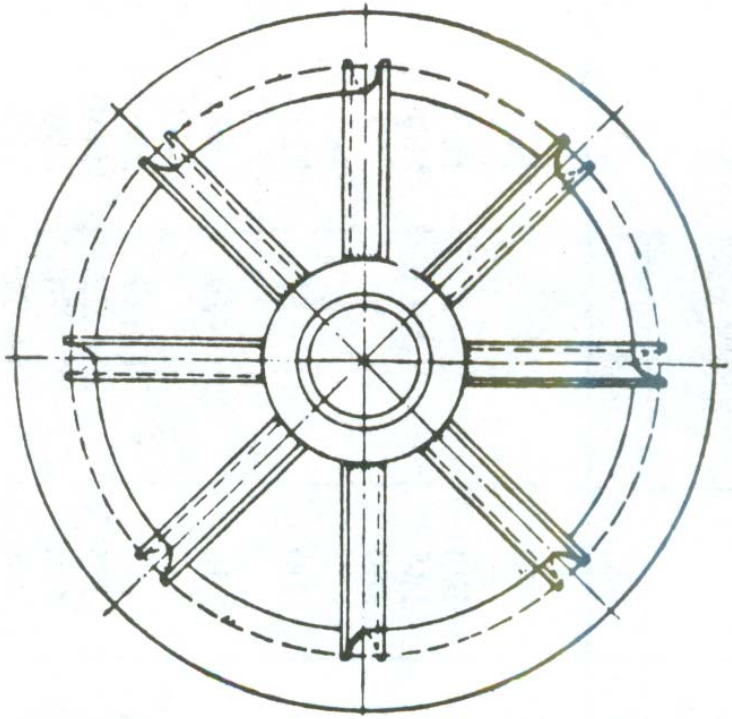
Liveni koturovi (SL i ČL) i oblici žlebova
Klizni ležajevi, bronzana čaura

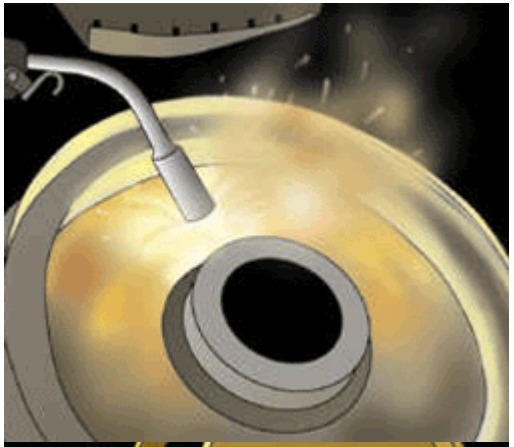


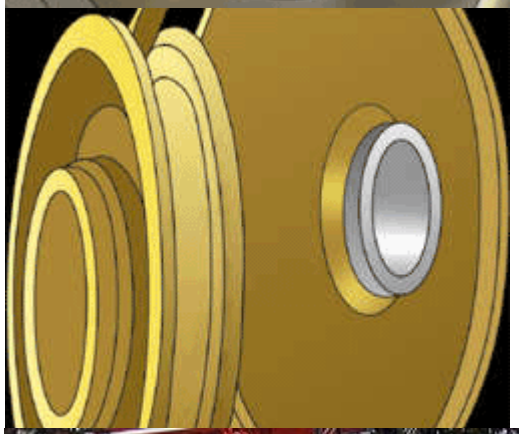


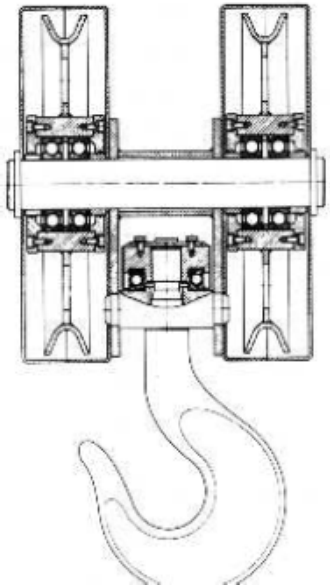
Zavareni koturovi
Klizni ležajevi





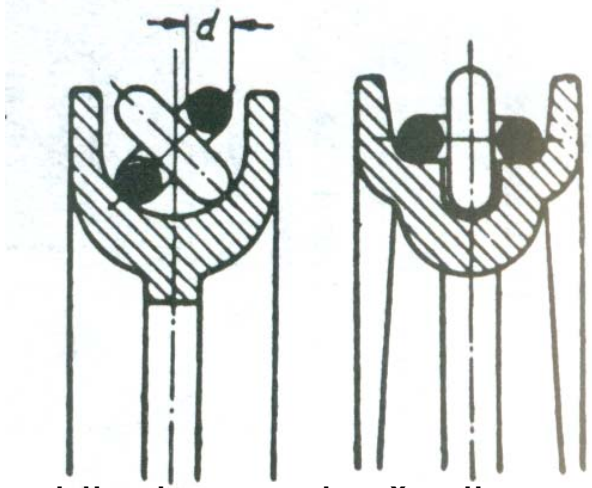




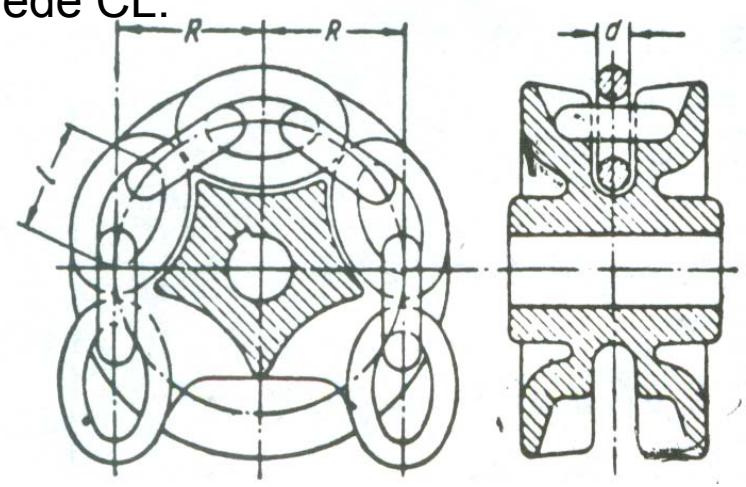


Kotur sa kotrljajnim ležajevima
u sklopu koturače

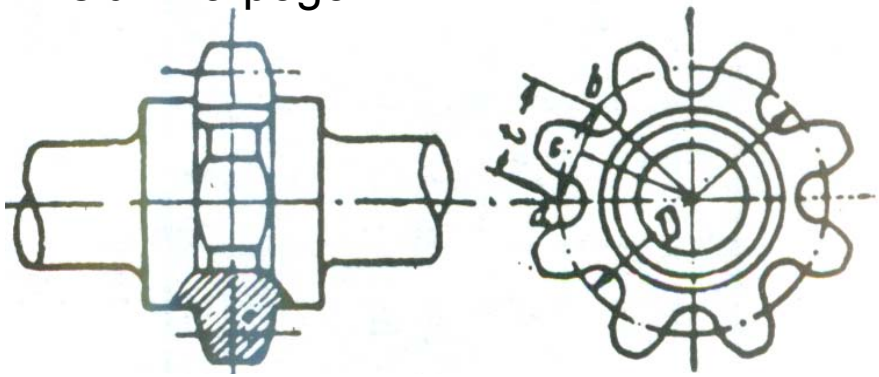
Koturovi za nekalibrisane zavarene lance sa glatkim (levo) i profilisanim obodom (desno). Služe uglavnom za vođenje lanca, a retko za pogon zavarenih lanaca.



Nazubljeni venac lančanika za kalibrisane zavarene lance, služe uglavnom za pogon a ređe za vođenje lanca. Materijal SL ili ređe ČL.



Lančanik (zvezda, SL, ČL, ili kovani Č0545) za lamelaste lance, uglavnom služi za pogon.



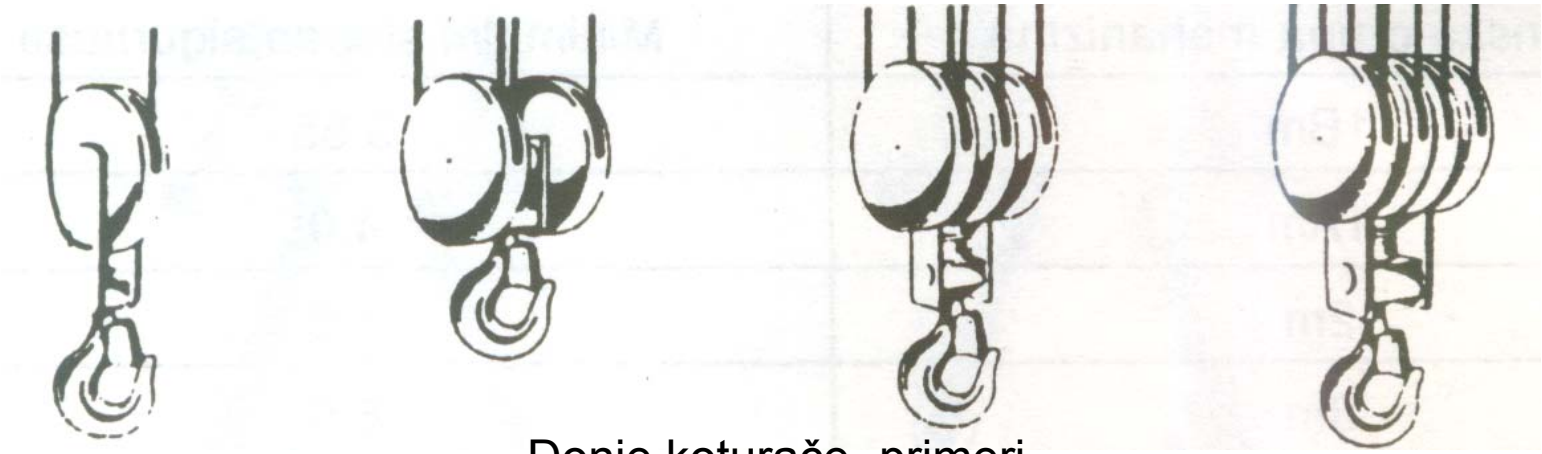
Prečnik podeonog kruga lančanika D

$$D \approx \frac{t}{\sin\frac{90^\circ}{z}}$$

Gde su:
t – korak lanca;
z – broj zuba lančanika.

Koturače - vrste i konstrukciona izvođenja

Koturače se uvode u mehanizme za dizanje tereta da bi se **smanjila sila u užetu**, a time i **momenat tereta na dobošu**, te da bi se **smanjio prenosni odnos**.
Donji sklop koturače, ili **donja koturača**, služi kao veza između kuke i same koturače, i visi na sistemu od dva ili više užeta, odnosno u donjem sklopu koturače ima jedan ili više koturova. Donji sklop može da pripada sistemu **dvojne ili proste koturače**.



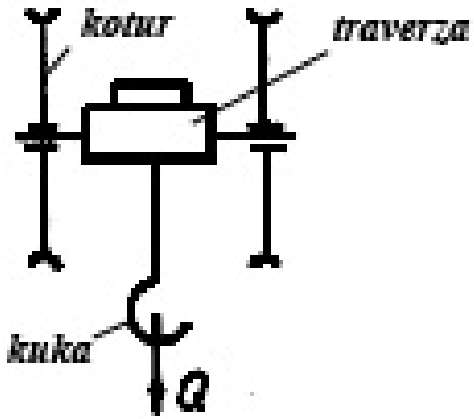
Donje koturače -primeri

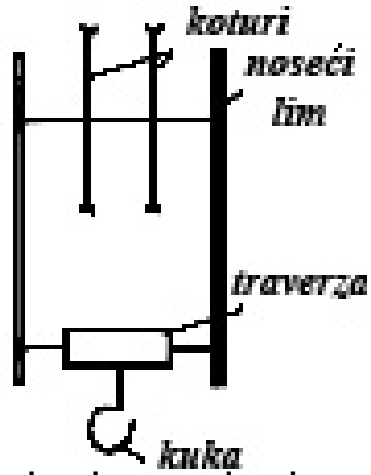
Kod **prostih koturača jedan krak užeta vezan je za oslonac, a drugi se namotava na doboš za užad**. Kod **dvojnih koturača, dva kraka se namotavaju na doboš, a ostali idu sa donje koturače na sistem gornjih koturova**. Uže je u sklopu gornjih koturova oslonjeno i na **izravnavajući kotur kojim se izravnava sila u kracima užeta**. Sa **povećavanjem broja koturova** koturače, odnosno krakova užeta, **smanjuje se prenosni odnos**, dobija se **ekonomičnija** i zbijenija konstrukcija, **smanjuje se prečnik** užeta i doboša, ali se **povećava broj previjanja užeta**, čime mu se skraćuje vek trajanja, a povećava se i dužina doboša. Uobičajene konstrukcije prikazane su na slici.

Razlikuju se dva osnovna tipa koturača i to:

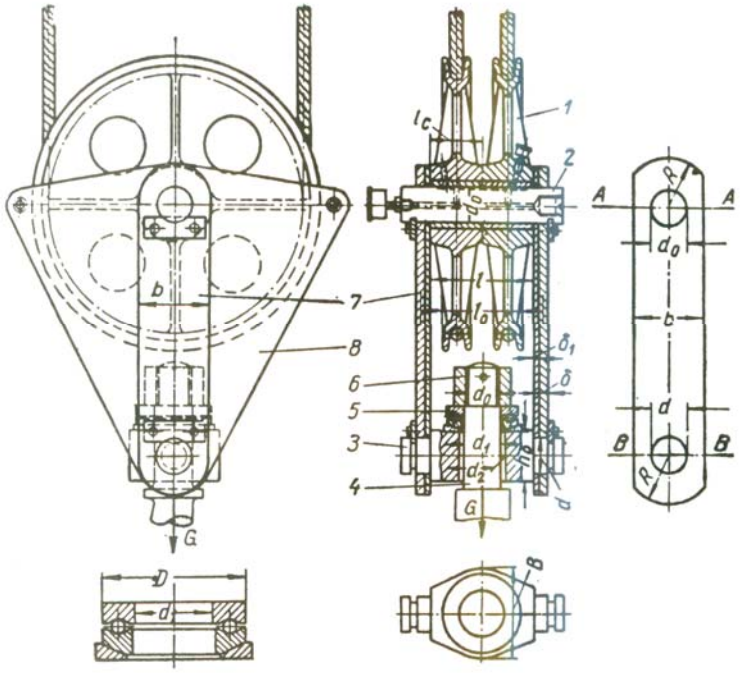
•**Kratka koturača** (kratka konstrukcija koturače), slika levo i,

•**Dugačka koturača** (dugačka konstrukcija koturače), slika desno.





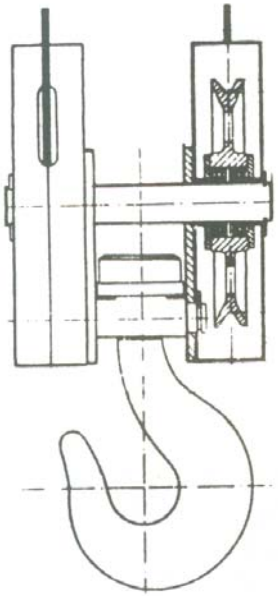
Kod sistema dugačke koturače (sa dugačkim donjim sklopom) kuka se oslanja na donju traverzu, a svi koturovi su na gornjoj osovini. Vrat kuke prolazi kroz otvor traverze, a sa gornje strane na narezanom delu kuke je navrtka, preko koje se kuka oslanja na kotrljajno ležište i preko njega na traverzu. Navrtka je osigurana protiv odvrtanja

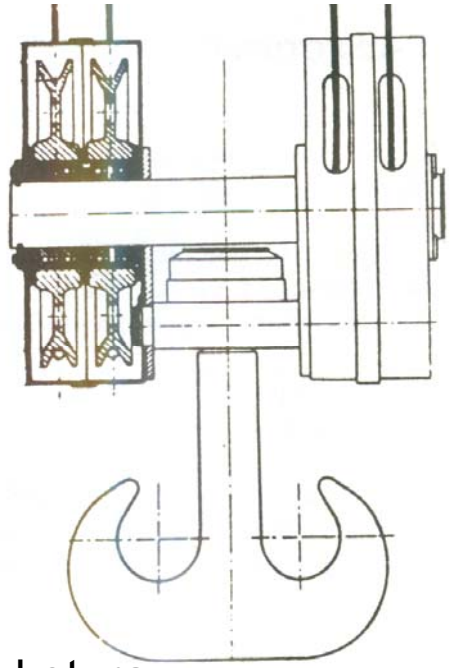


Osnovni delovi dugačke koturače su:

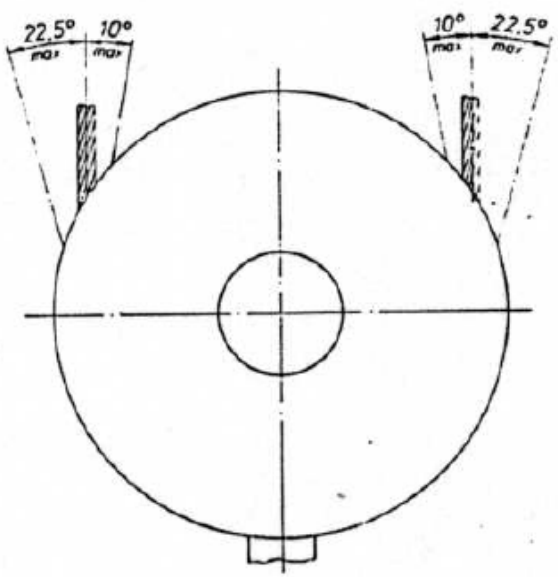
1) Okretni koturovi,
2) Osovina koturova,
3) Traverza (poprečni nosač),
4) Otvor traverze kroz koji prolazi vrat kuke,
5) Kotrljajni ležaj,
6) Navrtka,
7) Noseći limovi,
8) Zaštitni limovi.

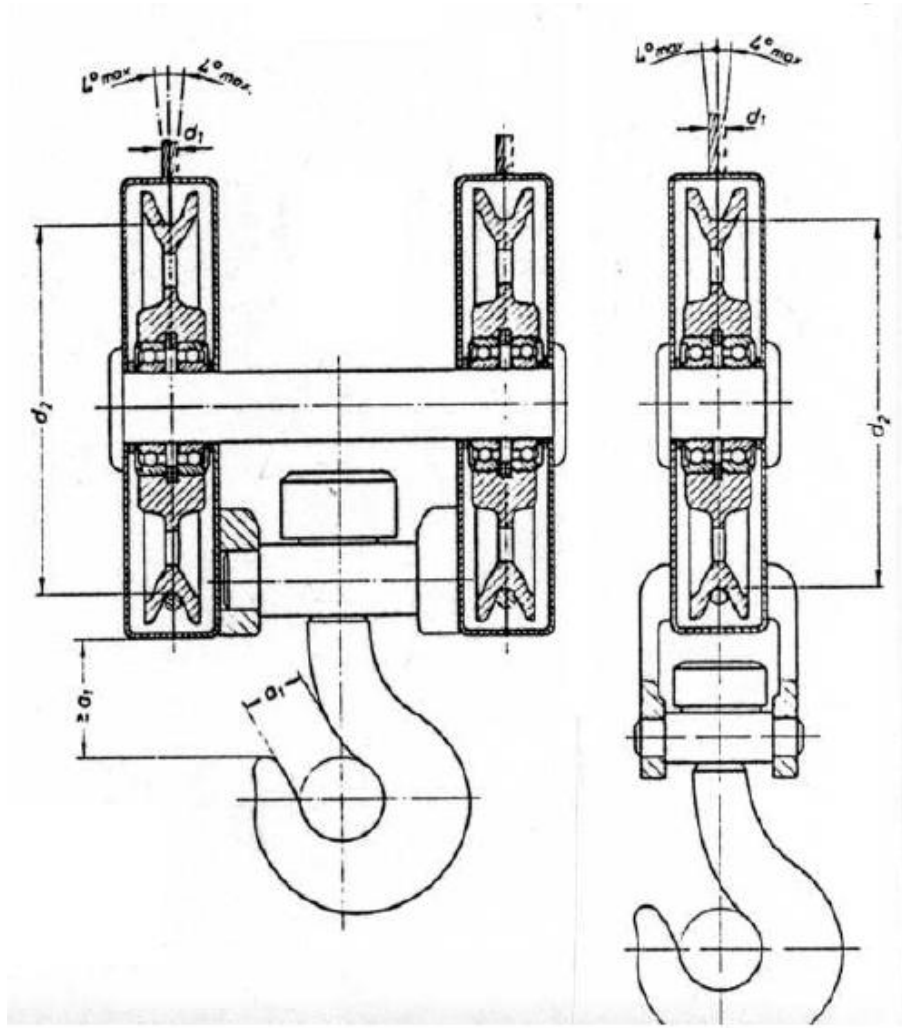
Donje koturače su standardizovane JUS standardima ili internim standardima





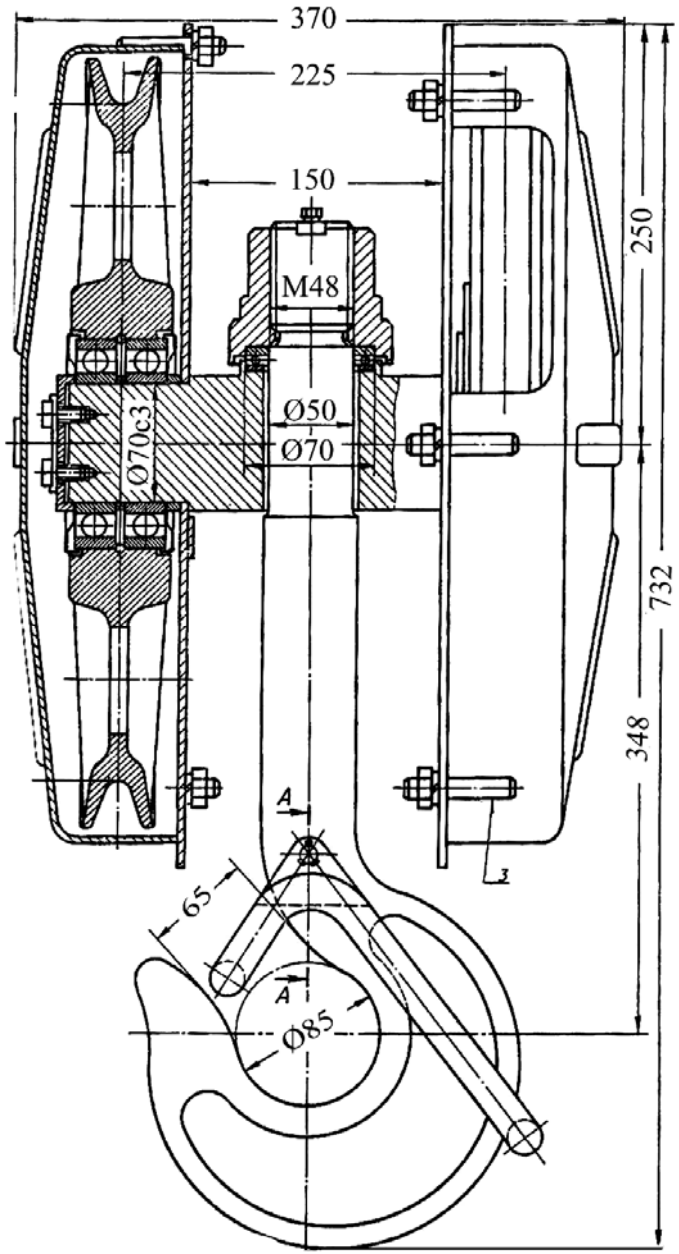
Donja koturača sa 2 i 4 kotura.

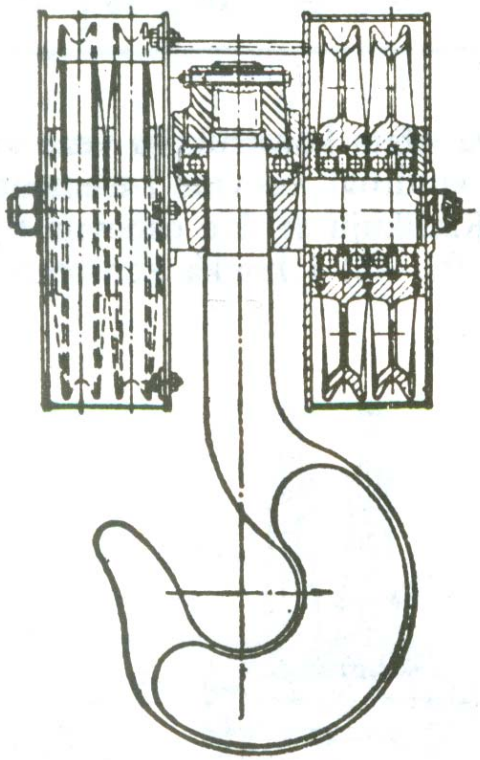


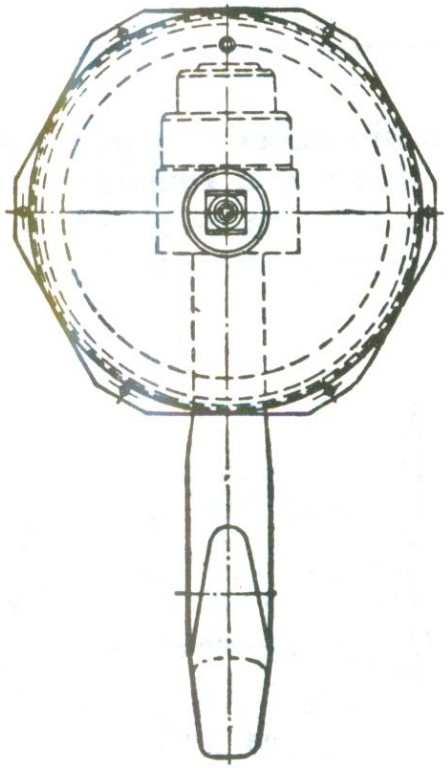


Neki primeri konstrukcionih rešenja

Moguće konstrukcije **kratke koturače** su prikazane na slikama. Kod kratkih konstrukcija donje koturače, osovine koturova se izrađuju zajedno sa poprečnim nosačem, što skraćuje njeno konstrukciono izvođenje.

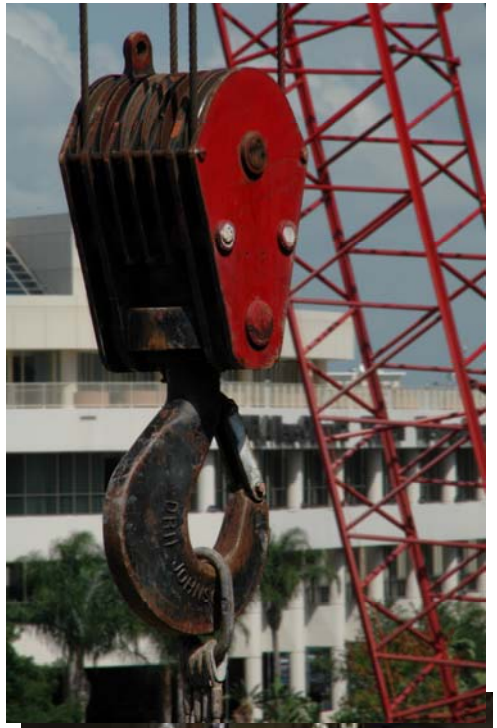






Kod sistema sa kratkim sklopom kuka se oslanja na sredinu traverze, a na produženim krajevima su koturovi. **Prednost ove konstrukcije je mala visina i bolje iskorišćenje visine dizanja**, ali je sa druge **strane traverza većih dimenzija, a samim tim i teža, pa i kuka mora da bude duža.**

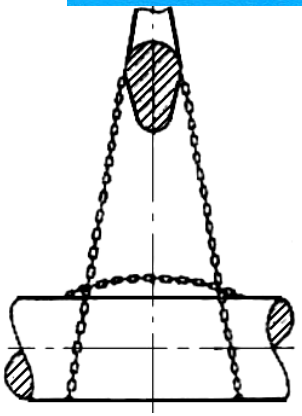
BUSHMAN

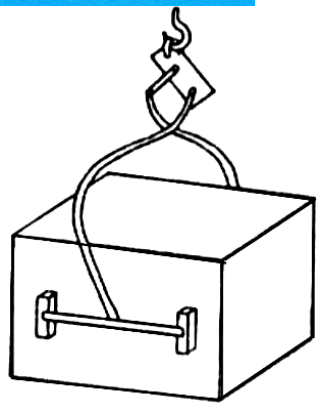


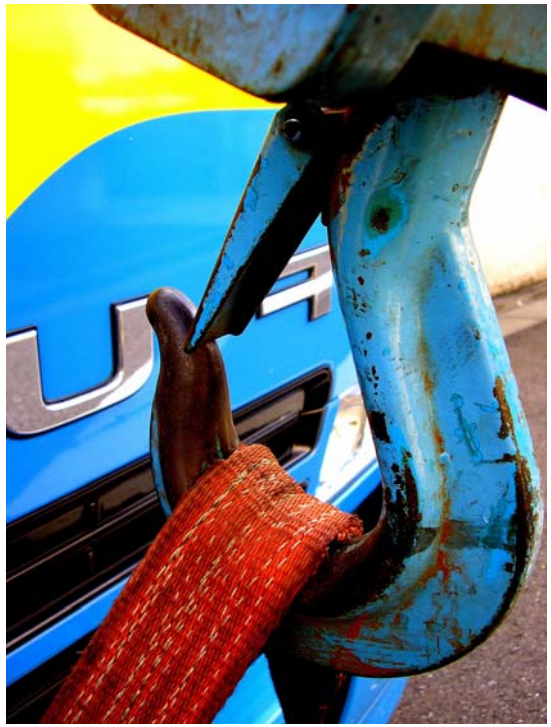
40 T
DRAFTO
WEIGHLOCK

Univerzalni elementi (pribori ili sredstva) za vešanje (zahvatanje i prenošenje) generalnih tereta - kuke

Uređaji za vešanje tereta uspostavljaju **vezu tereta sa elementom za dizanje tereta,** i prenose opterećenje sa hvatača (užeta, lanca, korpe, itd.) na uže za dizanje, odnosno na koturaču, i sa njih na doboš pogonskog uređaja za dizanje. Ova sredstva su nastala zajedno sa mašinama za dizanje tereta i univerzalna su, uprkos težnjama za paletizacijom i kontejnerizacijom. Imaju veliki broj oblika izrade.Oblik konstrukcije je takav da imaju minimalne dimenzije, naročito težinu i visinu, a da je pri tome postignuta jednaka jačina po svim poprečnim presecima. Kuke mogu da budu jednokrake, dvokrake, lamelaste, kuke sa uškom, uzengije – stremeni, itd. Najčešće se primenjuju jednokrake i dvokrake kuke.







Oblik kuke mora da obezbedi lako i sigurno rukovanje, odnosno nabacivanje i skidanje užeta, ili lanca u i sa otvora kuke, a istovremeno mora da se uže ili lanac osiguraju od ispadanja. U pojedinim presecima **kuka je napregnuta na istezanje i savijanje sa udarima, te iz tog razloga mora da se pravi od dovoljno žilavog materijala**. **Primena livenog gvožđa za izradu kuka se po pravilu ne dozvoljava**, jer livene imaju nedostatak garantovane jačine i sigurnosti usled mogućnosti pojave riseva u materijalu. Primena livenih kuka (čelični liv) eventualno bi bila moguća za lakše terete i uz obavezu stroge kontrole i ispitivanja kvaliteta livenih delova. Zbog visoke odgovornosti koje kuke imaju pri prenošenju tereta, izrada kuka zahteva visoki kvalitet i kontrolu, počevši od kontrole kvaliteta materijala koji kao pripremak dolazi iz železare, pa sve do završne kontrole gotove kuke. **Kuke se izrađuju kovanjem od mekog kovanog materijala**. Kod malih nosivosti one se presuju i slobodoručno kuju. Kuke se prethodno obrađuju vrućim kovanjem i presovanjem u kalupu, a zatim se termički otpuštaju i čiste. Ovako obrađena kuka ima veću čvrstoću od osnovnog materijala. Za izradu kuka primenjuje se više materijala, a najviše je u primenu Č1330 (Č1205). **Kuke su standardizovane i nosivost kuke je deklarisana u funkciji pogonske grupe**. Poprečni preseci krivog dela kovanih kuka imaju najčešće trapezni oblik, jer je kod njih raspored napona u poprečnim presecima mnogo povoljniji neko kod kuka sa okruglim ili bilo kojim drugim presekom. Vrat kuke je okrugao, a na samom vrhu ima zavojnicu (milimetarski, trapezni ili obli navoj). **U proračunu mehanizma za dizanje se prema nosivosti i režimu rada (pogonske grupe) bira standardna kuka.**

Teretne kuke su podeljene u **5 klasa čvrstoće**, na osnovu mehaničkih osobina materijala, a prema tabeli dole (klase čvrstoće u zagradama treba izbegavati).

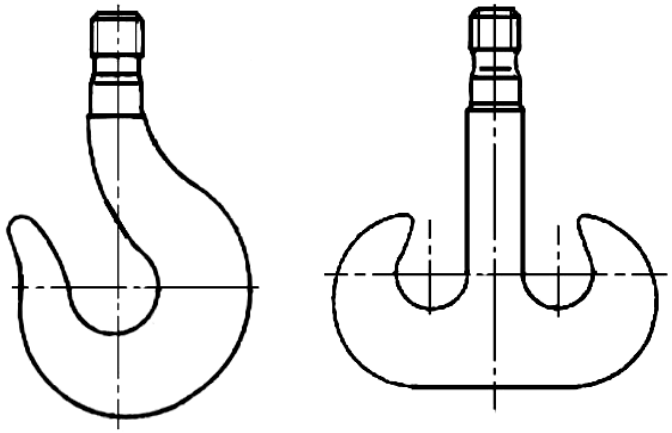
Klasa čvrstoće	Granica razvlačenja o_v(N/mm²) minimalna vrednost	Udarna žilavost u ostarelom stanju - JUS proba (J) minimalna vrednost
M	235	48
P	315	41
(S)	390	41
T	490	34
(V)	620	34

Izbor kuke prema nosivosti dat je u tabeli dole (deo tabele).

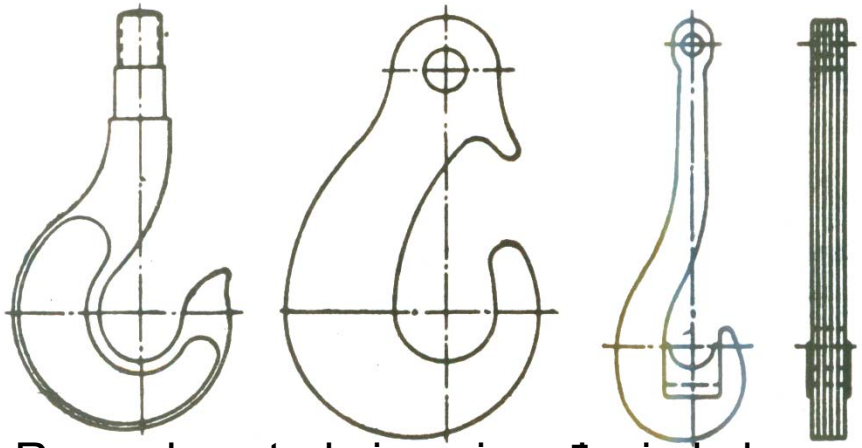
Kuka broj	Moć nošenja kuke u [daN] za pogonsku klasu prema JUS M.D1.020			
	1	2	3	4
008	100	50	63	-
012	160	125	100	-
016	200	160	125	-
025	320	250	200	-
032	400	320	250	-
050	630	500	400	-
063	800	630	500	-
1	1250	1000	800	-
1.25	1600	1250	1000	800
2	2500	2000	1600	1250
3.2	4000	3200	2500	2000
5	6300	5000	4000	3200
6	8000	6300	5000	4000
8	10000	8000	6300	5000
10	12500	10000	8000	6300

TABELA. Nosivosti teretnih kuka DIN 15400, prvi deo tabele

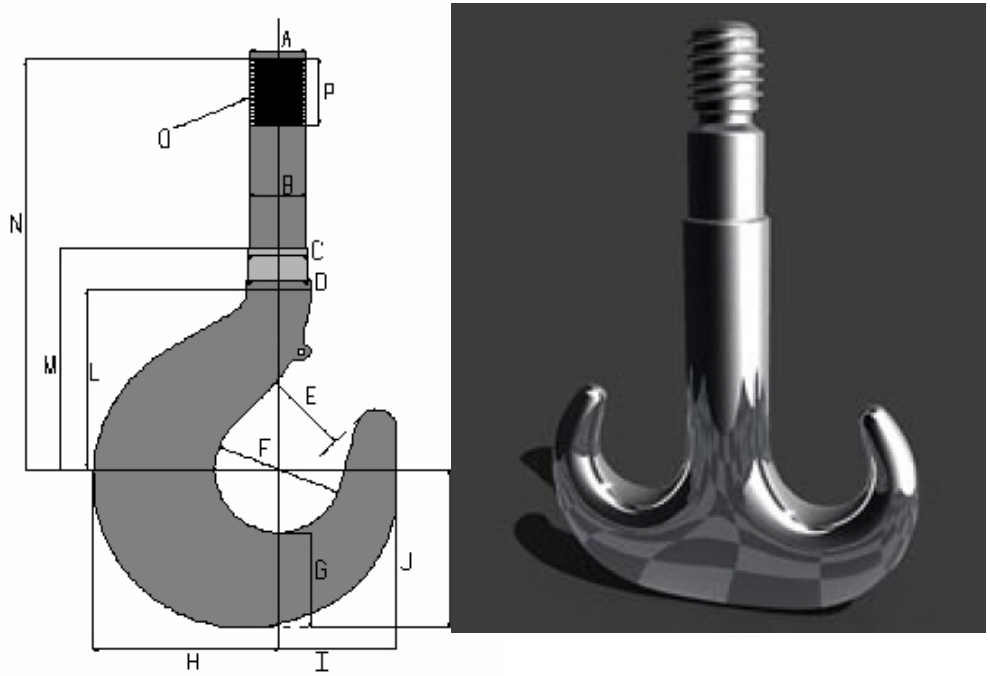
Kl. čvrs.	POGONSKE GRUPE MEHANIZAMA									
M					1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m
P				1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m	-
S			1Bm	1Am	2m	3m	4m	-	-	-
T		1Bm	1Am	2m	3m	4m	-	-	-	-
V	1Bm	1Am	2m	3m	4m	-	-	-	-	
Br. kuke	NOSIVOST (t)									
006	0.32	0.25	0.20	0.16	0.125	0.10	-	-	-	-
010	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16	0.125	0.10	-	-
012	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16	0.125	0.1	-
020	1.00	0.80	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16	0.125
025	1.25	1.00	0.80	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16
04	2.00	1.60	1.25	1.00	0.80	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25
05	2.50	2.00	1.60	1.25	1.00	0.80	0.63	0.50	0.40	0.32
08	4	3.20	2.50	2	1.60	1.25	1	0.80	0.63	0.50
1	5	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1	0.80	0.63
1.6	8	6.3	5	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1
2.5	12.5	10	8	6.3	5	4	3.2	2.5	2	1.6
4	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4	3.2	2.5
5	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4	3.2
6	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4
8	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5
10	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3
12	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8
16	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10
20	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5
25	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16



Jednokraka i dvokraka kuka



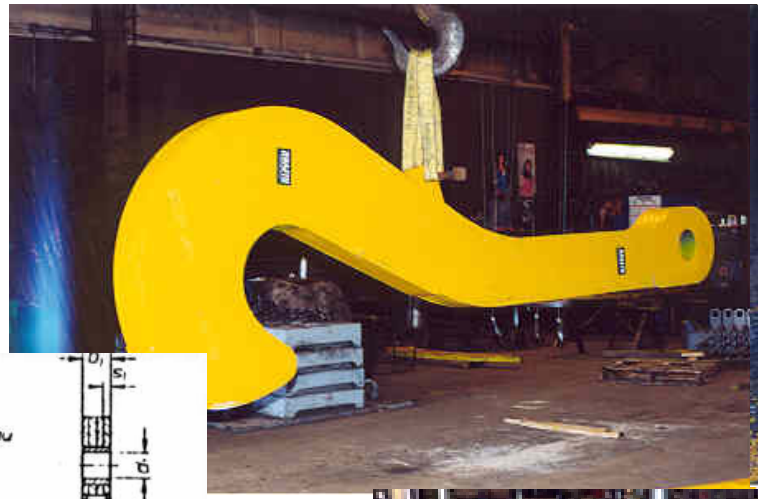
Razna konstrukciona izvođenja kuke, jednokraka kuka–levo, u sredini kuka sa uškom, skroz desno lamelasta kuka. Lamelaste kuke sastoje se od lamela–limova debljine 16-35 mm, primenjuju se u uslovima visoke temperature, u npr. livnicama za prenošenje livačkih lonaca sa rastopljenim metalom.

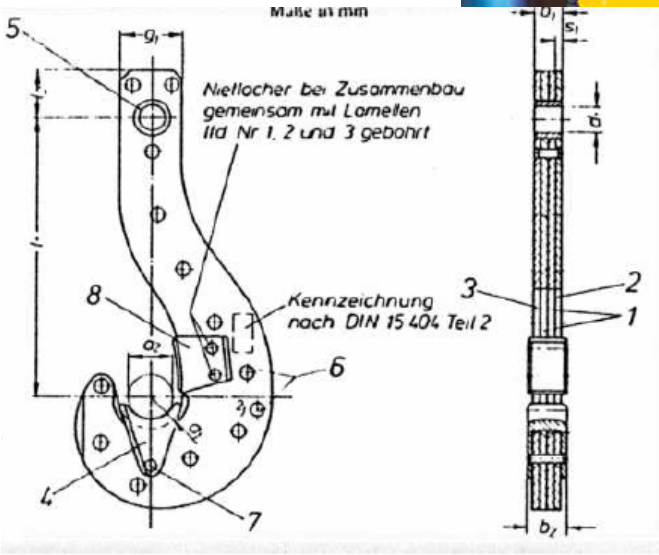


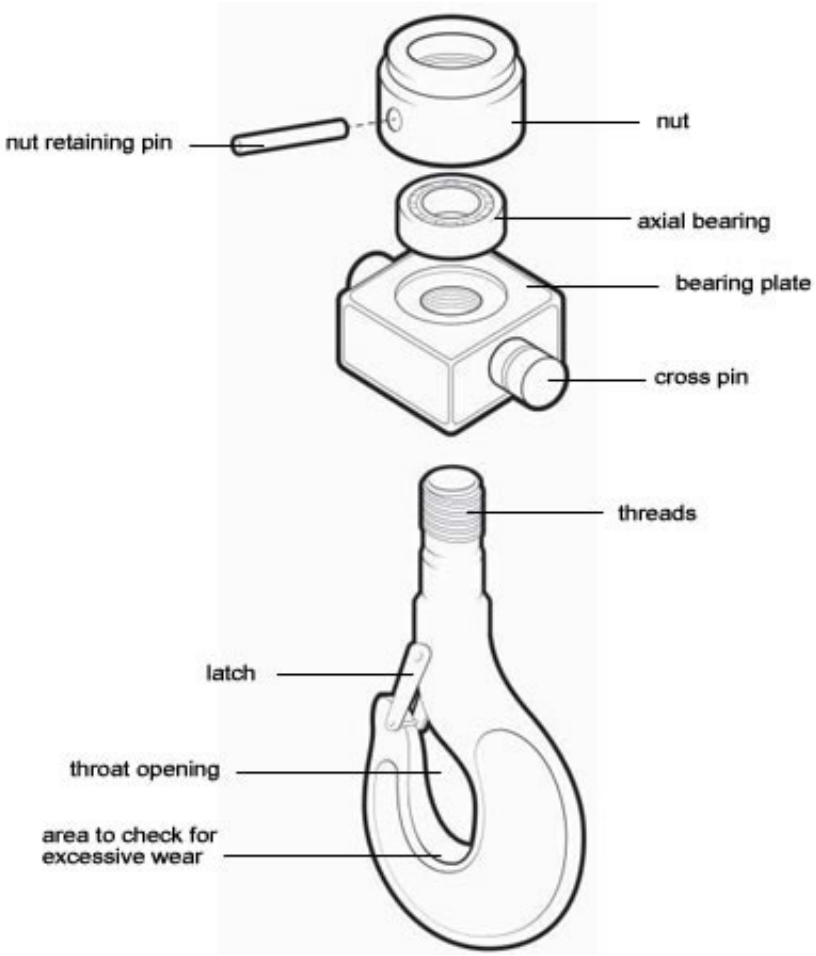
Kod običnih kovanih kuka usled toplote zračenja metala, rastopljenog čelika, dolazi do slabljenja materijala i trenutnog loma. Kod kuka sastavljenih od paketa lamela, kada dođe do jačeg zagrevanja i eventualnog prekida jedne lamele, ostale lamele su privremeno preopterećene, primaju na sebe ceo teret, pa do trenutnog loma kuke ne dolazi. Lamele se vezuju u pakete lamela. Pojedine lamele spojene su međusobno pomoću svornjaka sa raskovanim glavama.

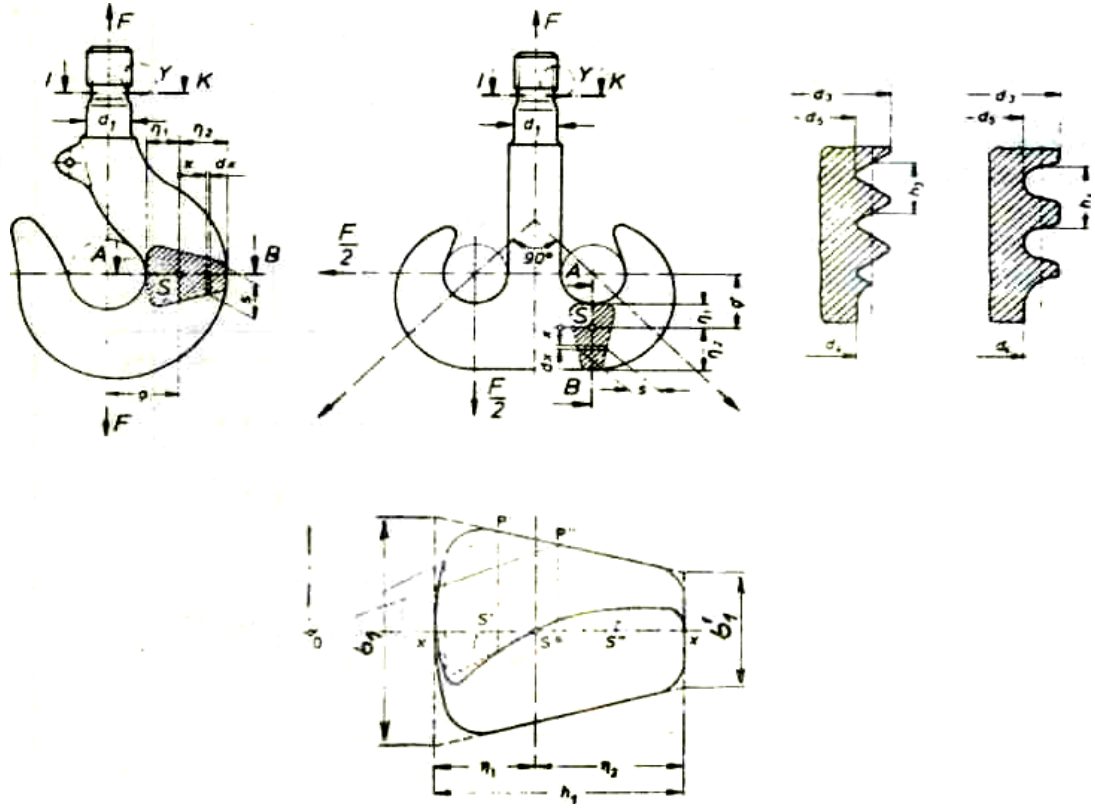
Lamelna kuka

Peketi lamela spajaju se zakivcima.



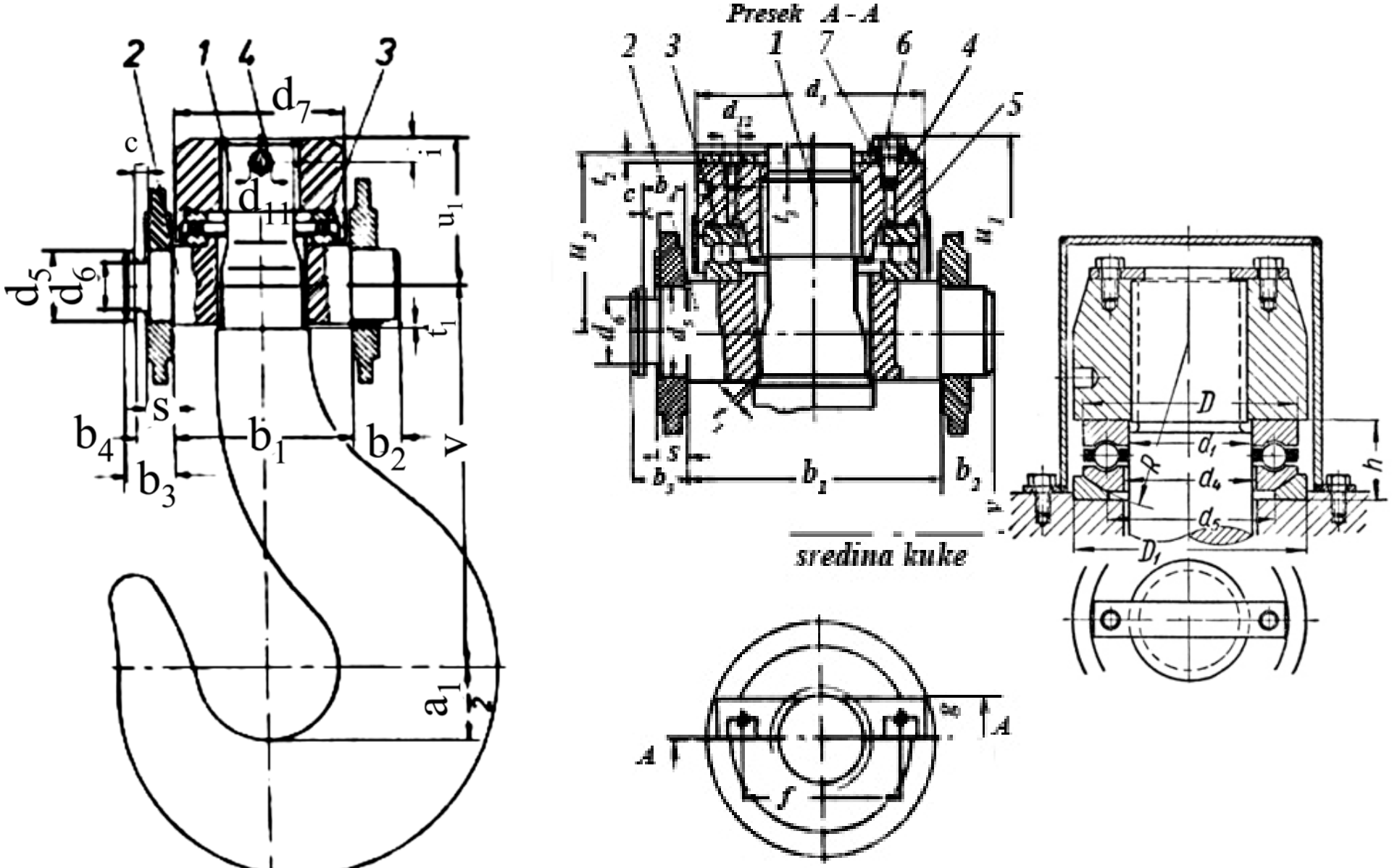






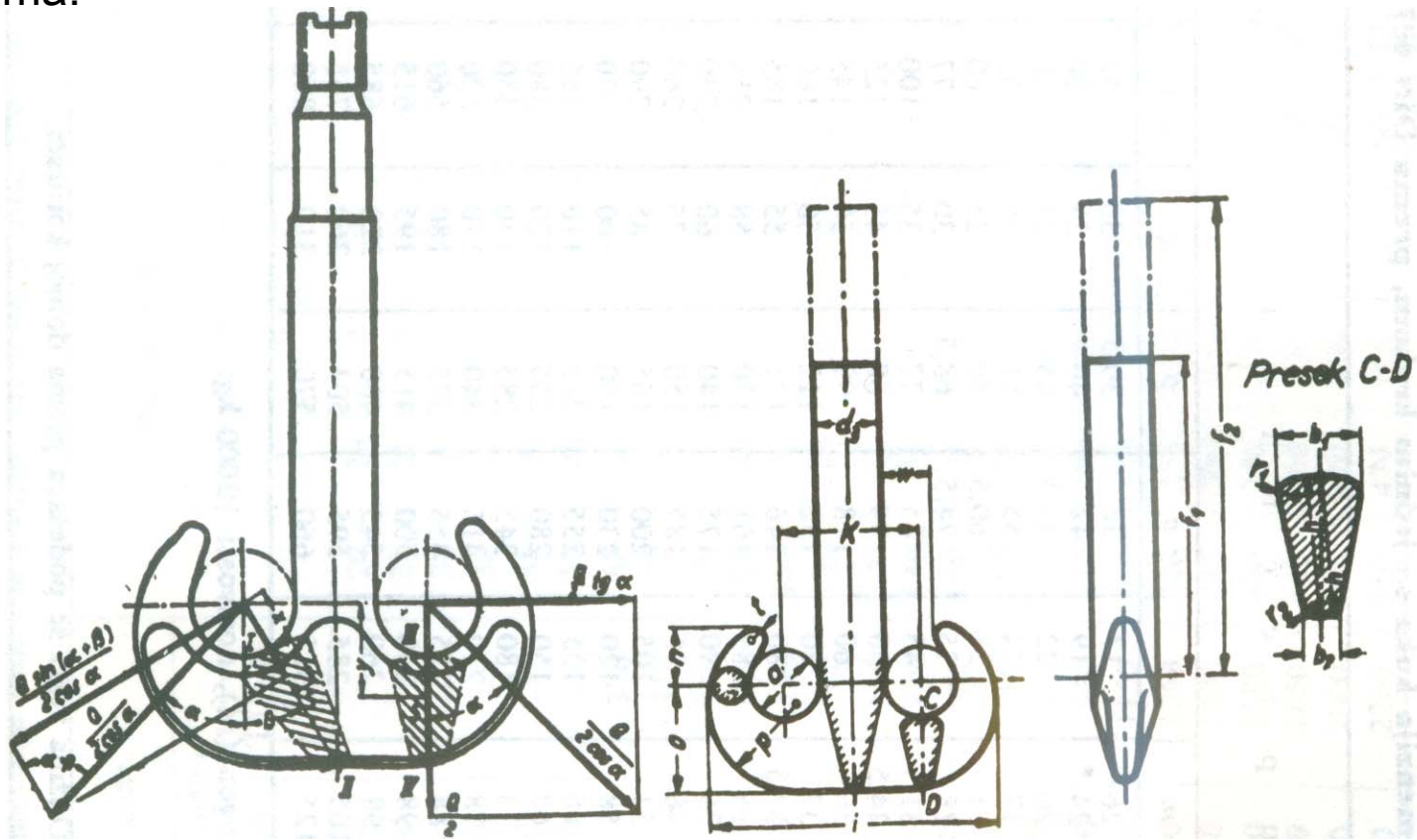
Jednokrake kuke primenjuju se praktično kod svih industrijskih dizalica, za pretovar u lukama, distributivnim centrima, skladištima, proizvodnji, itd.

Poprečni presek kuke je trapez, primenjen je milimetarski ili obli navoj.

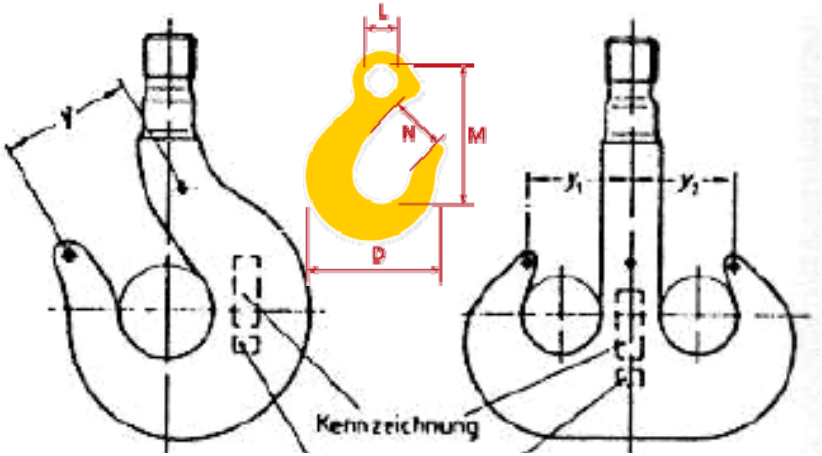


Način vezivanja jednokrake kuke: 1 – teretna kuka; 2 – traverza; 3 – aksijalni ležaj; 4 – osigurač navrtke (rascepka kod manjih i pločica kod većih kuka; 5 – navrtka; 6 – vijak osigurača navrtke, sa podloškom; 7 – kanal za podmazivanje aksijalnog ležaja

Dvokrake kuke se upotrebljavaju za velike terete u brodogradilištima, livnicama i železarama.



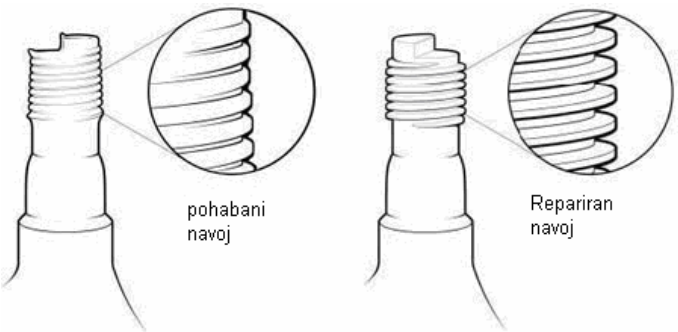
Svaka kuka pored oznake broja i materijala mora da ima i utisnutu vrednost otvora y.

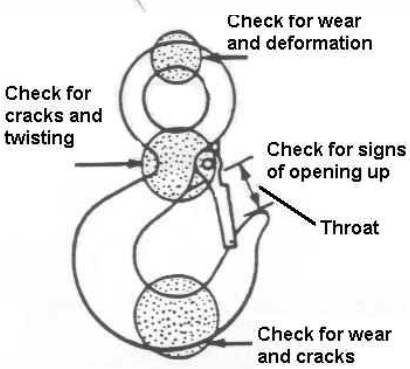


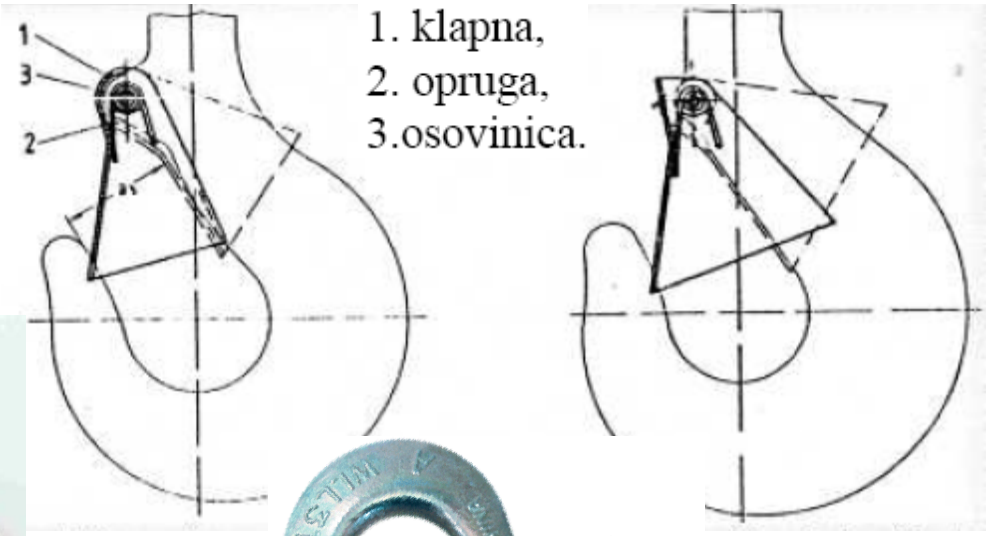
Kuka je neupotrebljiva ako je kota y ili y_1 (za dvokraku kuku) povećana za preko 10% od označene. **Bilo kakvo navarivanje kuka je zabranjeno.**

Kuka treba da ima osigurač protiv ispadanja nosača, odnosno držača tereta. Dimenzije ovog osigurača (klapne) kao i opruge koja ga pritiska (zaokreće) u zatvoren položaj su date u standardima, npr. DIN 15016.

Potrebno je proveravati pohabanost, deformacije i prsline na kuki.

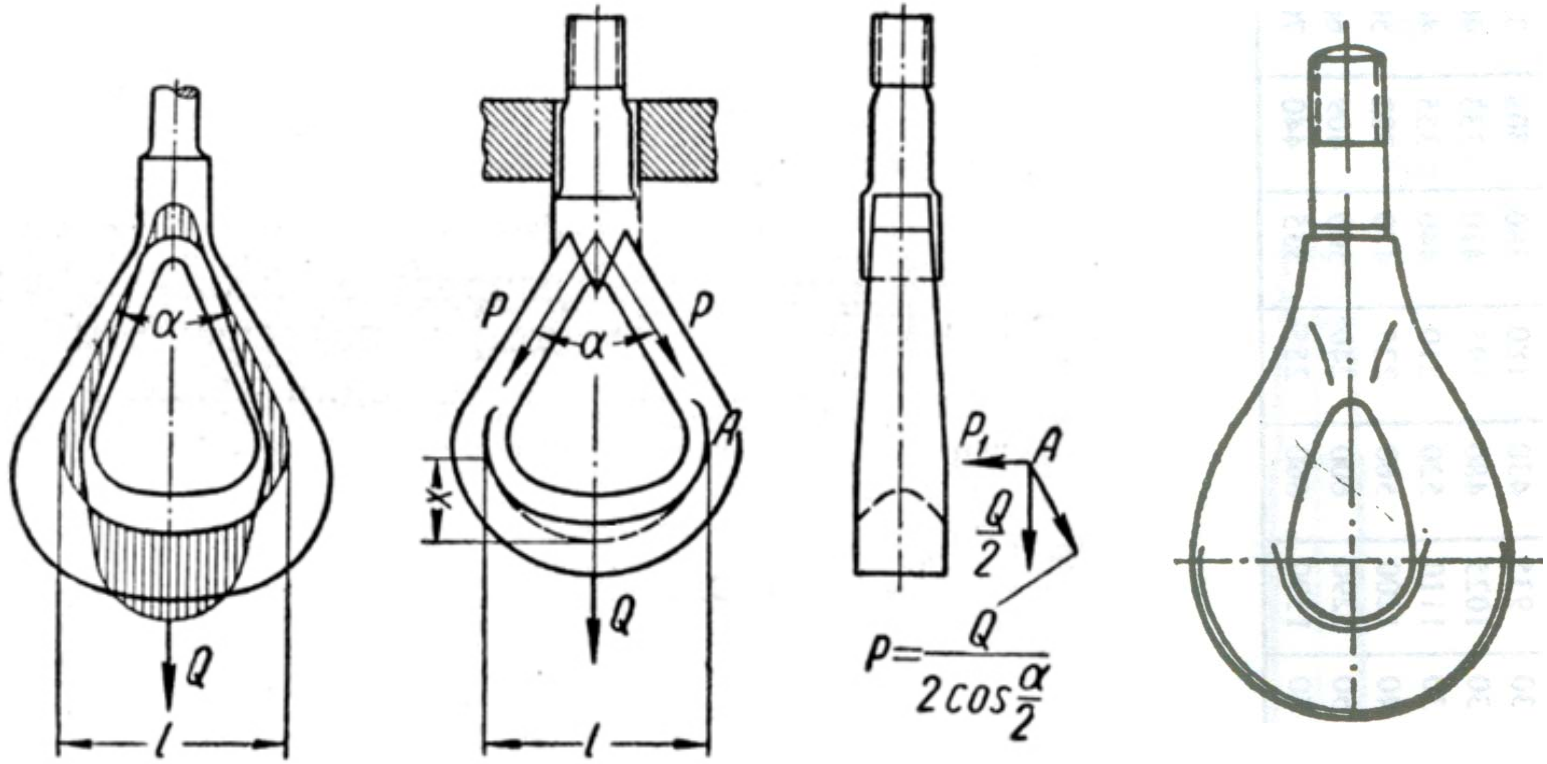


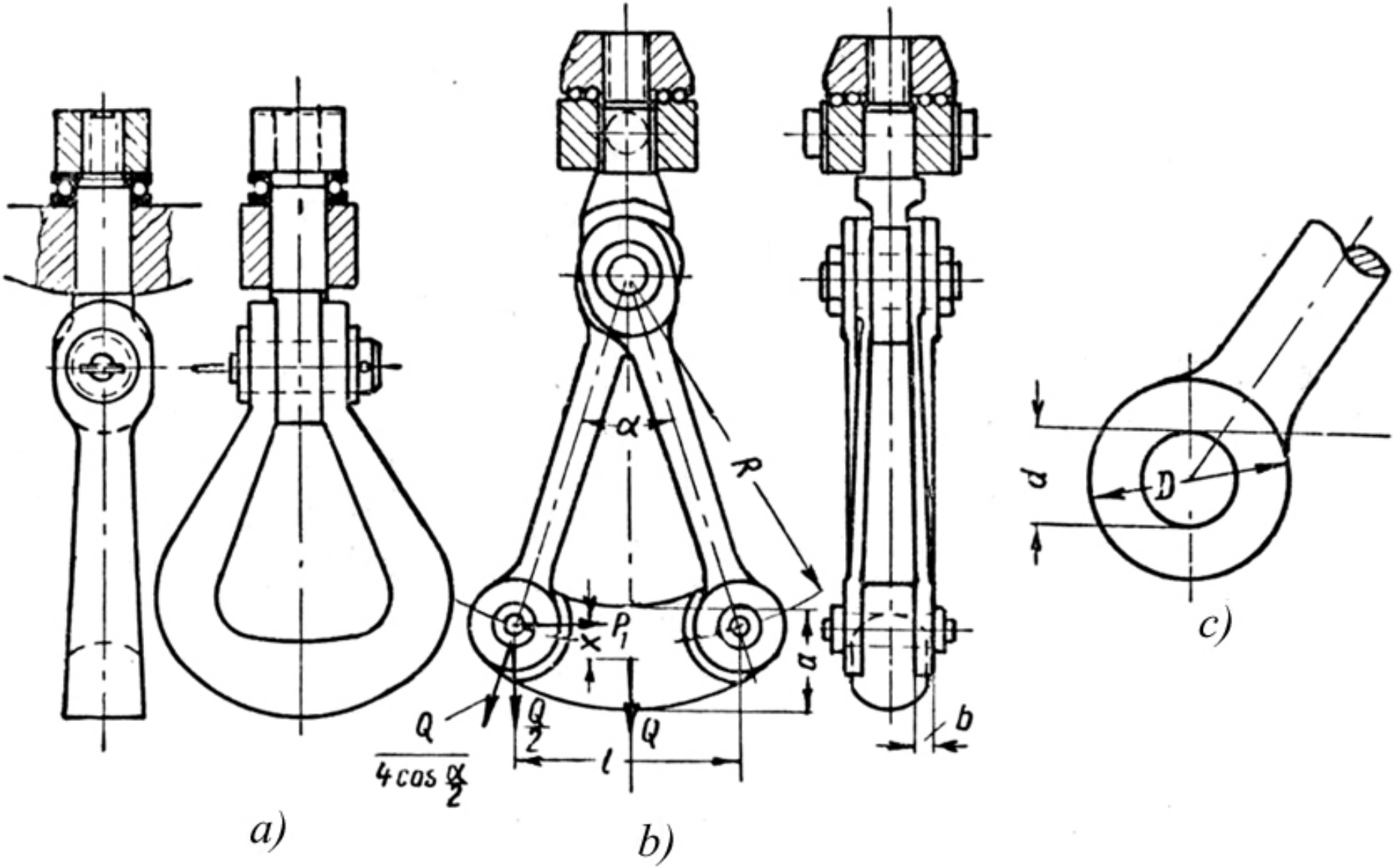




Uzengije kao uređaji za dizanje tereta

Za veoma teške terete (100 t i više) primenjuju se uzengije (stremeni), mada se ponekad mogu primenjivati i kod srednje teških tereta. Sa njima se teže rukuje jer se uže kojim se obuhvata teret mora provlačiti kroz otvor uzengije, ali su one lakše jer su momenti koji se kod njih javljaju od dejstva tereta znatno manji od istih momenata kod kuka. Zatvorene uzengije se izrađuju kao monolitne konstrukcije iz jednog komada čeličnog materijala. Najčešće se izrađuju od Č1330. Uzengije mogu da budu kovane ili zglobne.



Zatvorene uzengije za dizanje tereta

Izrada zatvorenih uzengija dovodi do niza tehnoloških poteškoća. Zbog toga se za rad sa teškim teretima (dizalice velikih nosivosti) predlaže korišćenje sastavljenih garnitura uzengija u obliku zglobnih uzengija. Na slici pod a) prikazana je zglobno obešena uzengija, a pod b) – trozglobna.