

Fakultet inženjerskih nauka
Univerziteta u Kragujevcu



Naziv studijskog programa: Mašinsko inženjerstvo

Nivo studija: Osnovne akademske studije

Modul: Mašinske konstrukcije i mehanizacija

Predmet: Osnovi transportnih mašina

Broj indeksa: 251/2012

Raed F. Atyat

Kuke za dizanje tereta

Završni rad

Komisija za pregled i odbranu:

1. Dr Nenad Miloradović, docent - mentor

2. _____

3. _____

Datom odbrane: _____

Ocena: _____

U okviru ovog završnog rada kandidat treba da:

- ❖ Istakne ulogu i oblast primene kuka u mehanizmima za dizanje tereta.
- ❖ Prikaže kratak osvrt na istorijski razvoj kuka za dizanje tereta.
- ❖ Navede i opiše vrste kuka za dizanje tereta i istakne njihove glavne karakteristike.
- ❖ Prikaže metod proračuna i princip izbora kuka i istakne ulogu koturova i koturača u mehanizmima za dizanje tereta.
- ❖ Za izabrani tip kuke za dizanje tereta prikaže princip proračuna i za definisanu nosivost i visinu dizanja tereta uradi konkretan računski primer.

Preporučena literatura:

- [1] D. Ostrić, S. Tošić, Dizalice, Mašinski fakultet, Centar za mehanizaciju, Beograd, 2005.
- [2] Ostrić, Dizalice, Mašinski fakultet, Beograd, 1992.
- [3] S. Dedijer, Osnovi transportnih uređaja, Beograd, 1989.
- [4] R. Mijajlović, Z. Marinković, M. Jovanović, Dizalice, osnove, Gradina, Niš, 1994.
- [5] R. Mijajlović, Z. Marinković, M. Jovanović, Transportne mašine - Praktikum, Niš, 1988.,

Kragujevac, 05. 03. 2015.

Mentor:

Dr Nenad Miloradović, docent

Rezime

Dizalične mašine za podizanje tereta sadrže mehanizme koji se sastoji od vitla, čelične uzadi i kuke. Koriste se za podizanje i spuštanje komadnog tereta, ali i za horizontalno pomicanje predmeta.

Prve dizalice upotrebljavane su još jako davno. Stari Grci su verovatno izumeli i počeli da koriste prve građevinske dizalice. Egipćani su ih koristili u izgradnji piramida. U srednjem veku u upotrebu su ušle prve lučke dizalice, za utovar i istovar tereta sa brodova, a kasnije i za njihovu izgradnju.

Jedan od najvažnijih elemenata koji se može koristiti na dizalici jeste kuka. Kuke spadaju u univerzalne elemente za dizanje tereta. Kod dizaličnih mašina koriste se kuke različite po obliku i tehnologiji izrade. Kuke su standardizovane i njihova nosivost je deklarirana u funkciji pogonske grupe.

U okviru rada istaknuta je uloga kuka u procesu dizanja tereta, dat opis pojedinih mehanizama za dizanje tereta i navedene najznačajnije mašine prekidnog transporta koje rade sa kukama. Posebna pažnja je usmerena na proces izbora i proračuna kuka kao važnih i odgovornih elemenata dizaličnih mehanizama.

Ključne reči: kuke, mehanizam za dizanje tereta, dizalice

Summary

Crane is a machine for lifting loads, they have several parts such as winch, cable or chains and hooks. Cranes are used for lifting lowering of load, but even for horizontal moving.

The first cranes were used is still very long. The ancient Greeks were probably invented and began to use the first construction cranes. The Egyptians used them in building the pyramids. In the Middle Ages in use are entered first port cranes, loading and unloading from ships, and later for their construction.

One of the most important of elements that can be used on the crane hook is. Hooks belong to the universal elements for lifting. In crane machines used hooks different in form and technology development. Hooks are standardized and their capacity declared in the function of the powertrain.

In the paper is highlighted the role of the hook in the process of lifting, a description of the specific mechanisms for lifting and listed the most important machines interrupted transport working with hooks. Special attention is given to the selection process and budget as important and responsible member of crane mechanisms.

Keywords: crane hook, hoisting mechanism, cranes

Sadržaj

1. Uvod	6
2. Dizalično transportne mašine	7
2.1. Istorijski razvoj dizalično transportnih mašina	7
2.2. Mašine sa periodičnim radom	9
3. Uređaji za vešanje tereta	13
3.1. Kuke	15
3.1.1. Naponi teretnih kuka	18
3.1.2. Materijal kuke	21
3.1.3. Traverza i sklop vešanja kuka	22
3.1.4. Dimanzije kuka	24
3.1.5. Uređaji za vešanje kuke	27
3.1.5.1. Veza užetom	28
3.1.5.2. Veza lancima	32
3.1.6. Kuke sa priveznicama	34
4. Proračun kuka	35
5. Računski primer	37
6. Zaključak	39
7. Literatura	40

1. Uvod

Pomoću kuka može da se ostvari direktna veza dizalice sa teretom koji se diže. U okviru ovog rada biće navedene najznačajnije informacije u vezi kuka kao sastavnih delova mehanizama za dizanje tereta. S obzirom da mnogi uređaji i mašine u procesu transporta koriste kuke, biće pomenute i opisane neke od najznačajnijih mašina tog tipa.

Kuka je važan uređaj koji se veoma koristi kod dizalica. Dizalice rešavaju jedan od najvećih problema sa kojima se suočavaju ljudi u izgradnji objekata, a to je dizanje i transport tereta, tako da su dizalice kao takve neizostavan deo savremene tehnologije za izgradnju objekata. Primena dizalica je danas veoma rasprostranjena tako da postoji veliki broj različitih tipova dizalica.

Mosna dizalica je jedna od karakterističnih vrsta dizalica kod kojih se kuke najviše primenjuju. Mosne dizalice su najrasprostranjenije i imaju skoro svakodnevnu primenu u mnogim industrijskim objektima za transport delova i materijala. Sastoje se iz mosta, mehanizma za kretanje dizalice, kabine rukovaoca, električnih napojnih vodova i mehanizma za dizanje tereta sa uređajem za zahvatanje.

Jedan veoma osetljiv sastavni elemenat u okviru mehanizma za dizanje tereta je uređaj za vešanje tereta. Postoje raznovrsni uređaji za vešanje tereta i njihova opšta podela je na univerzalne uređaje (kuke, užad za vezivanje i hvatači) i specijalne uređaje (elektromagnetni, specijalne kofe i grabilice).

Kuke su najčešće korišćeni uređaji za vešanje tereta. One zauzimaju najznačajnije mesto u okviru rada i biće im posvećeno najviše prostora. Kuke su najčešće u primeni, pogodne su za sve vrste tereta, različite su po obliku. Uglavnom se izrađuju kao jednokrake i dvokrake kuke i one će biti detaljnije opisane u okviru rada.

Takođe, u radu je detaljno opisana primena kuka, navedeni su materijala i načini izrade, principi proračuna i izvora, sistemi vezivanja za užad i lance. Da bi u realnim situacijama pravilno funkcionisale neophodno je da se sprovedu prethodne računske provere (provera vrata kuke i provera navrtke) usvojenog rešenja. S obzirom na to u radu će za izabrani tip kuke biti prikazan konkretan računski primer za definisanu nosivost i visinu dizanja tereta.

2. Dizalično transportne mašine

Dizalične mašine su namenjene za premeštanje tereta u vertikalnom pravcu tako što se materijal prenosi sa jedne, do druge površine koje su na različitim visinama. Inače u svakoj organizovanoj proizvodnji obavlja se stalno premeštanje materijala u toku obavljanja radnih operacija, u industriji, građevinarstvu, rudarstvu i drugim privrednim granama.

Potrebu za transportom sve veće količine materijala i robe kao i sve složenije tehnološke zahteve morale su da prate i ispune transportne mašine. Prema načinu rada sve transportne mašine se mogu razvrstati u dve osnovne grupe:

- ❖ transportne mašine sa prekidnim odnosno periodičnim radom,
- ❖ transportne mašine sa neprekidnim ili kontinualnim radom,

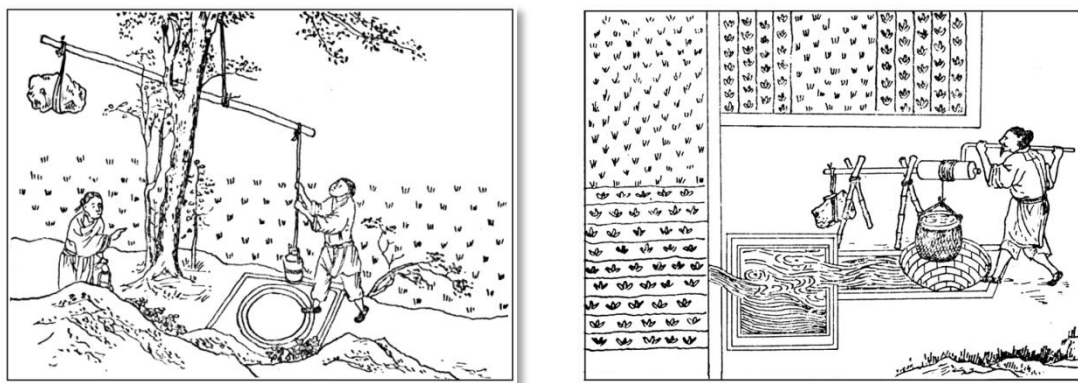
Mašine sa periodičnim radom obavljaju transport materijala u ciklusima a kod mašina sa neprekidnim radom kretanje se obavlja neprekidno. U toku prenosa materijala razlikuje se nekoliko faza: utovar, transport, pretovar i istovar. Prema pravcu kretanja transport može biti: horizontalni, vertikalni, kombinovani.

Konstrukcije dizaličnih mašina mogu biti različite. Vrsta konstrukcije dizalice uglavnom zavisi od njene namene. Raznovrsne konstrukcije uređaja za dizanje i prenošenje materijala primenjuju se danas u svim oblastima industrije gde se može zameniti ljudski rad.

2.1 Istorijski razvoj dizalično transportnih mašina

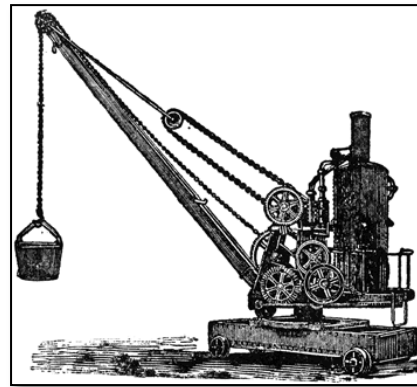
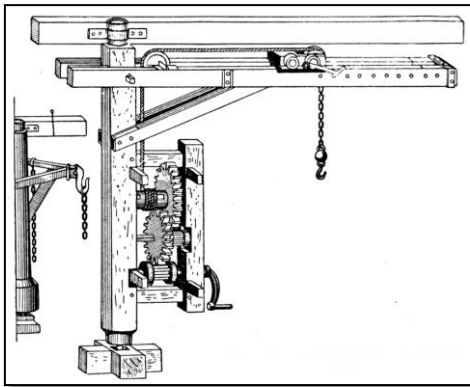
Svedočanstva koja su otkrivena kao rezultat brojnih arheoloških istraživanja govore da početak primene dizaličnih uređaja doseže sve do drevnih civilizacija [1].

Ljudi drevnih civilizacija podizali su ogromne objekte, stvarali kolosalne građevine u Asiriji, Vavilonu, Egiptu, Grčkoj i Rimu.



Slika 1.1. *Bunarski deram i bunarsko vitlo, 2200 god. p.n.e [1]*

Tokom vremena, razvojem tehnike istovremeno se ubrzao razvoj transportno dizaličnih mašina.



Slika 1.2. Dizalica na ručni i dizalica na parni pogon [1]

Dizalice danas rade pod veoma različitim radnim uslovima. Montažne dizalice rade veoma retko, retko dižu nominalni teret za koji su projektovane. Dizalice u železarama rade 24 sata jer su sastavni deo tehnološkog procesa. Zbog uočenih velikih razlika u radnim opterećenjima, kako dizalica kao celine, tako i pojedinih njenih delova i mehanizama, definisana su pravila koja sve to uzeti u obzir pri projektovanju dizalica.

S obzirom na režim rada dizalice su podeljene u četiri pogonske klase [1]:

- ❖ laku,
- ❖ srednju,
- ❖ tešku,
- ❖ vrlo tešku.

U pogonsku klasu 1 ulaze:

- ❖ *mosne dizalice na ručni pogon,*
- ❖ *montažne dizalice u energetske postrojenjima,*
- ❖ *industrijske dizalice povremene upotrebe u skladištima,*
- ❖ *mosne dizalice za održavanje.*

U pogonsku klasu 2 ulaze:

- ❖ *dizalice za opštu upotrebu u radionicama, fabrikama i skladištima,*
- ❖ *teške industrijske dizalice u livnicama, dizalice sa strelom na portalu, postolju ili stubu,*
- ❖ *pretovarne dizalice.*

U pogonsku klasu 3 ulaze:

- ❖ *mosne dizalice za čeličane i valjaonice,*
- ❖ *dizalice za težak rad u livnicama, dizalice za rad sa magnetom i rad sa grabilicama,*
- ❖ *dizalice za teški rad u lukama.*

U pogonsku klasu 4 ulaze:

- ❖ *dizalice sa kontinuiranim radom u valjaonicama i čeličanicama,*
- ❖ *dizalice sa kontinuiranim radom sa magnetom i grabilicama,*
- ❖ *pretovarne dizalice u teškom radu i sa velikim brzinama.*

Generalno, za razvoj dizaličnih mašina, značajna su tri osnovna perioda koji se odnose na vrste pogona dizaličnih mašina, prema kojima se one mogu razvrstati u tri osnovne grupe [2]:

- ❖ *mašine sa ručnim pogonom,*
- ❖ *mašine sa parnim pogonom,*
- ❖ *mašine sa elektropogonom i SUS motorima.*

2.2 Mašine sa periodičnim radom

Za prenošenje tereta na manju visinu primenjuju se dizalice na ručni pogon i to prilikom obavljanja remontnih radova, kao i radova na montaži opreme i uređaja mašina.

Najširu primenu u industriji dobile su mosne dizalice (slika 2.1). Noseća konstrukcija ovih dizalica sadrži glavne i čeonje nosače. Dizalica ima mogućnost premeštanja na točkovima koji su ugrađeni na krajevima čeonih nosača a kreću se duž šinskih staza koji su na stubovima - nosačima hale.

Mosne dizalice su najmnogobrojnije i najraznovrsnije industrijske dizalice. Izrađuju se sa jednim ili dva glavna nosača. Izrađuju se sa jednim ili dva pokretna električna vitla (kolica), koja mogu da imaju glavno i pomoćno dizanje. Kretanje vratila može biti po gornjem ili donjem pojasu glavnog nosača.



Slika 2.1 Mosna dizalica

U zavisnosti od namene mosne dizalice mogu da budu opremljene različitim uređajima za zahvatanje tereta: kukom, elektromagnetom, grabilicom ili specijalnim zahvatnim uređajima.

Glavni delovi jedne standardne mosne dizalice su:

- ❖ Most, odnosno noseća konstrukcija dizalice,
- ❖ Mehanizam za kretanje dizalice,
- ❖ Pokretno električno vitlo (kolica) sa uređajem za zahvatanje tereta i donjom koturačom,
- ❖ Kabina rukovaoca dizalice,
- ❖ Električni napojni vodovi i ostala elektrooprema.

U dizalice mosnog tipa mogu se ubrajati i portalne dizalice kao i pretovarni mostovi. Pri postavljanju mosta dizalice na dva visoka gredna nosača koja se na točkovima pomeraju duž dve paralelne šine položene u nivou tla, dobija se portalna dizalica prikazana na slici 2.2. Zbog olakšavanja operacije montaže konstrukcije portalne dizalice se često izrađuju kao samomontirajuće.



Slika 2.2 Portalna dizalica

Široku primenu u različitim granama privrede našle su stacionarne, kao i nestacionarne obrtne dizalice. U građevinarstvu se često primenjuju stubne građevinske dizalice različitog tipa (slika 2.3). Koriste se za prenos svih vrsta materijala unutar gradilišta, posebno u visokogradnji, kao i u gradnji i montaži visokih konstrukcija.

Građevinske dizalice se dele prema konstrukciji na:

- ❖ dizalice sa okretnim stubom,
- ❖ dizalice sa neokretnim stubom.

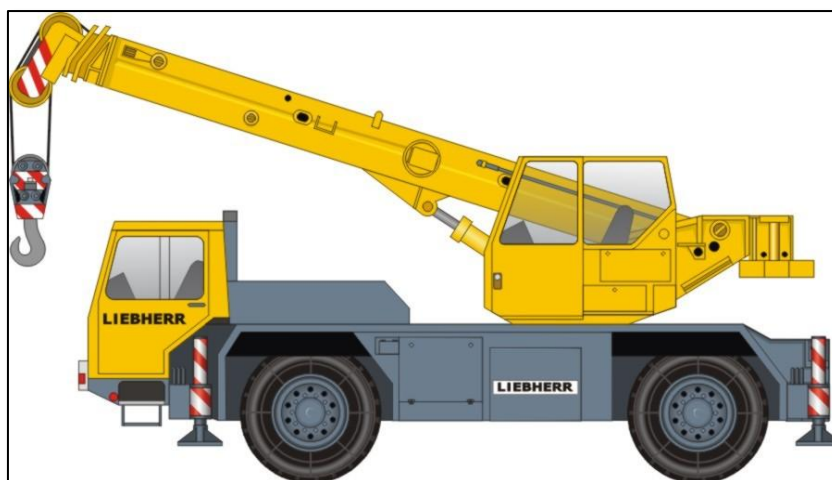


Slika 2.3 Građevinska dizalica

Promena dohvata kod ovih dizalica ostvaruje se bilo premeštanjem kolica sa teretom po stazi koja je učvršćena na streli. Bilo podizanjem strele u vertikalnoj ravni.

Veću primenu u industriji nalaze dizalice koje se premeštaju na gusenicama, automobilskim točkovima na pneumaticima ili se samostalno premeštaju duž železničkih šina. Takve dizalice se odlikuju boljim manevarskim karakteristikama i nezavisne su od dizalične staze. Ove dizalične mašine omogućavaju da se stepen mehanizacije pri izvođenju utovarno – istovarnih radova, kao i radova montaže, može ostvariti u zavisnosti od karakteristika angažovanih mašina. Na slici 2.4 prikazana je opšti izgled autodizalice koja radi sa teretnom kukom.

Ove dizalice imaju višestruku namenu na deponijama, skladištima i gradilištima. Upotrebljavaju se pri utovaru i istovaru otpadnih materijala poput čelika, papira, uglja, zemlje, šljunka, u elektroprivredi pri manipulaciji na skladištima i montaži na terenu (stubova, provodnika, izolatora itd.), u šumarstvu (za manipulaciju, utovar i istovar stabala).



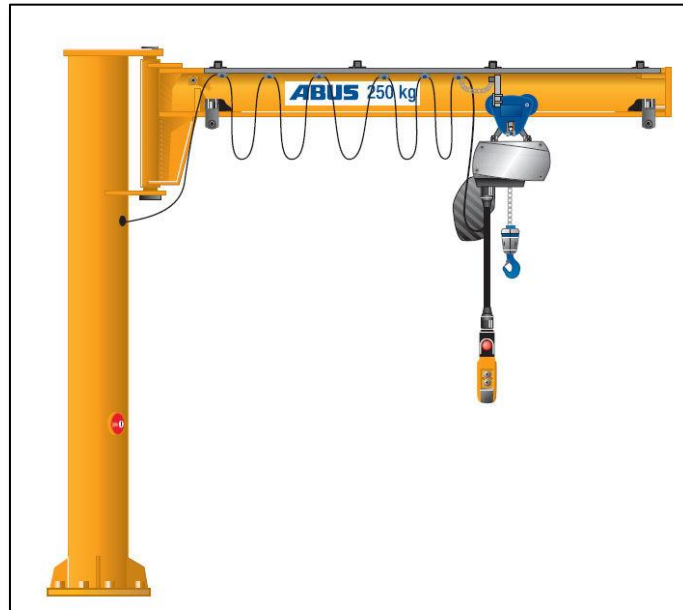
Slika 2.4 Autodizalica

Pri obavljanju radova u lukama, pri izvođenju građevinskih i remontnih radova, pri montaži platformi u eksploataciji nafte ispod mora, široku primenu dobile su plovne dizalice. Mogu biti samohodne ili su na pontonima koje vuče brod – tegljač. Pogoni mehanizama dizalice su električni, a ostvaruju se preko sistema generator – motor.



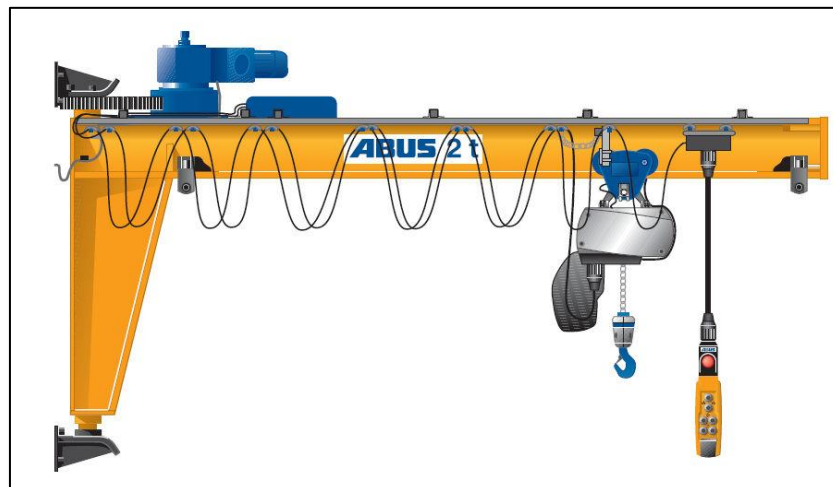
Slika 2.5 Plovna dizalica

Veliku primenu u industriji dobile su konzolne dizalice koje su postavljene na zidu, a premeštaju se po šini učvršćenoj na zidu građevinskog objekta.



Slika 2.6 Konzolna stubna dizalica

Za promenu dohvata na konzoli ove dizalice su obično opremljene kolicima ili električnim vitlom koje se premešta duž horizontalnog pojasa konzolnog nosača.

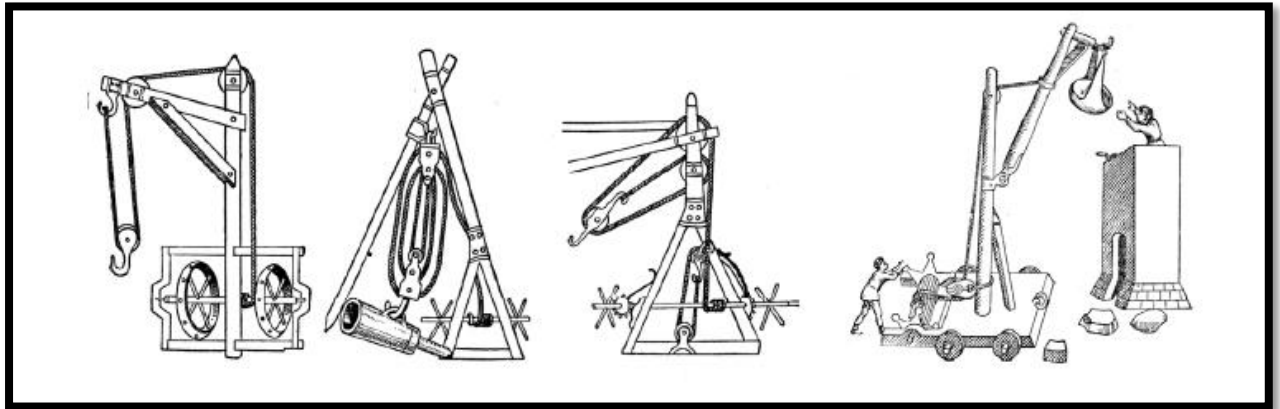


Slika 2.6 Konzolna zidna dizalica

U okviru poglavlja prikazane su neke karakteristične konstrukcije dizaličnih mašina. Savremena, nova rešenja predstavljaju složeno projektovane i proizvedene konstrukcije uz potpunu primenu napredne tehnologije aktuelne mašinogradnje.

3. Uređaji za vešanje tereta

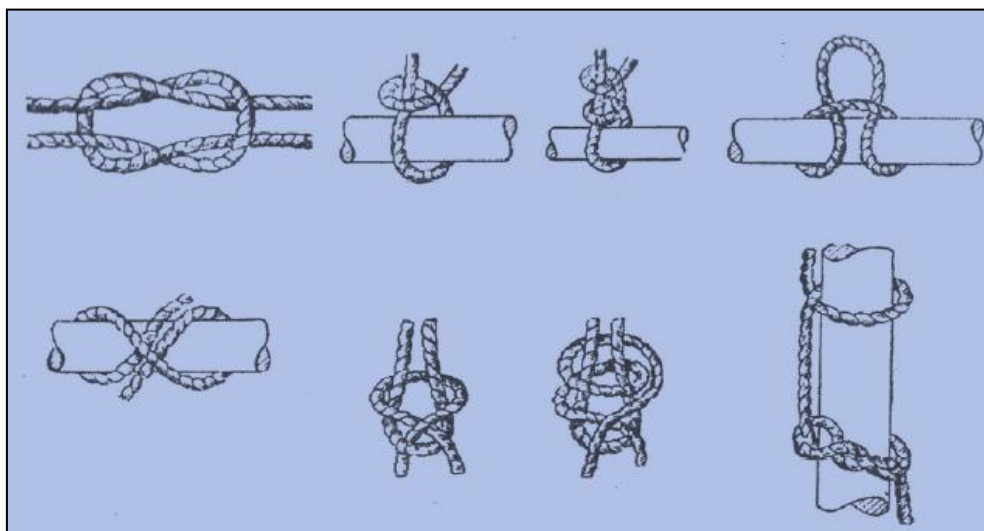
Od davnina ljudi su počeli da koriste različite uređaje za zahvatanje i prenošenje tereta da bi zamenili ljudski rad i olakšati život. Kuke, kao najčešće korišćeni uređaj za kačenje komadnog materijala su tome posebno doprinele.



Slika 3.1 Prve kuke za dizanje tereta

Uređaji za vešanje tereta služe da se teret veže za savitljivi organ mehanizma za dizanje ili da se teret zahvati samim uređajem i transportuje bez ikakvog daljeg vezivanja

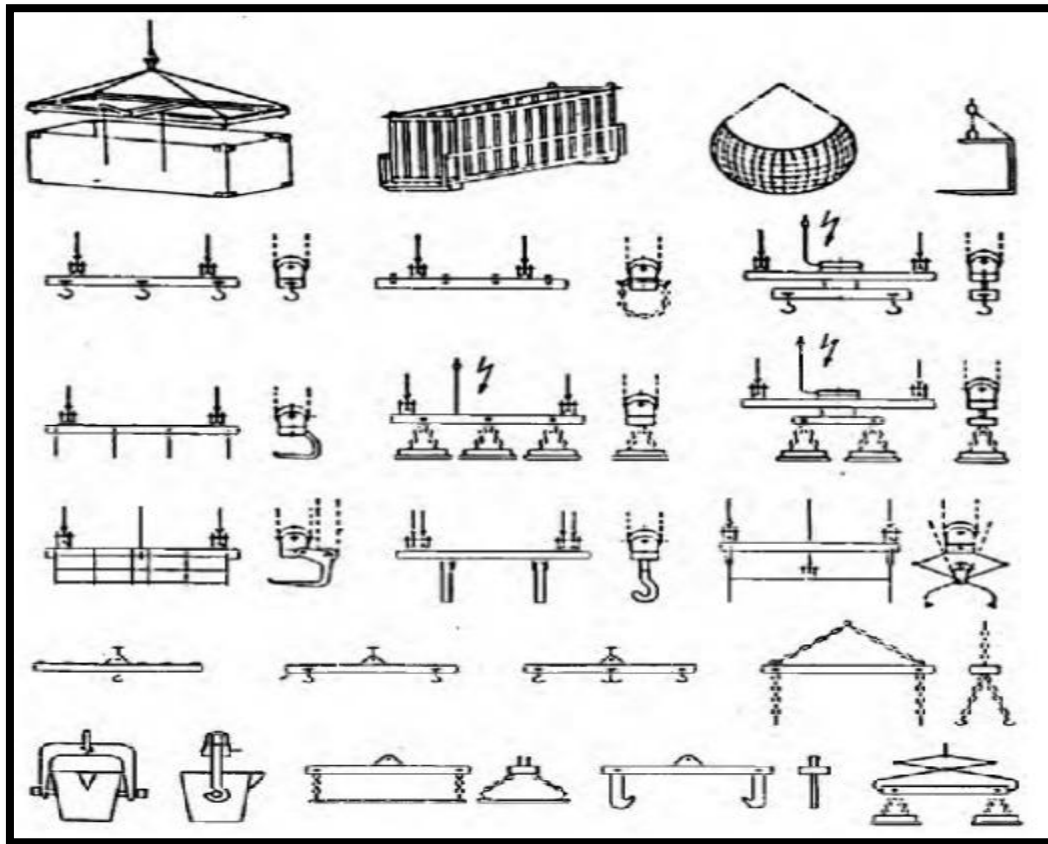
Uređaji za vešanje tereta predstavljaju pomoćne elemente kojima se ostvaruje veza između tereta i transportnog uređaja, tj savitljivog organa mehanizma za dizanje, kao što je prikazano na slici 3.2. Mogu se koristiti i za zahvat tereta, kao što je prikazano na slici 3.3.



Slika 3.2 Vezivanje tereta za savitljivi organ mehanizma za dizanje

U opštem slučaju, opšta podela uređaja za zahvatanje tereta je:

- ❖ univerzalni,
- ❖ specijalni.



Slika 3.3 Uređaji za zahvatanje tereta [2]

U univerzalne uređaje za vešanje tereta spadaju kuke i užad za vezivanje tereta za kuku.

Kao radni elementi pribora za vešanje tereta koriste se:

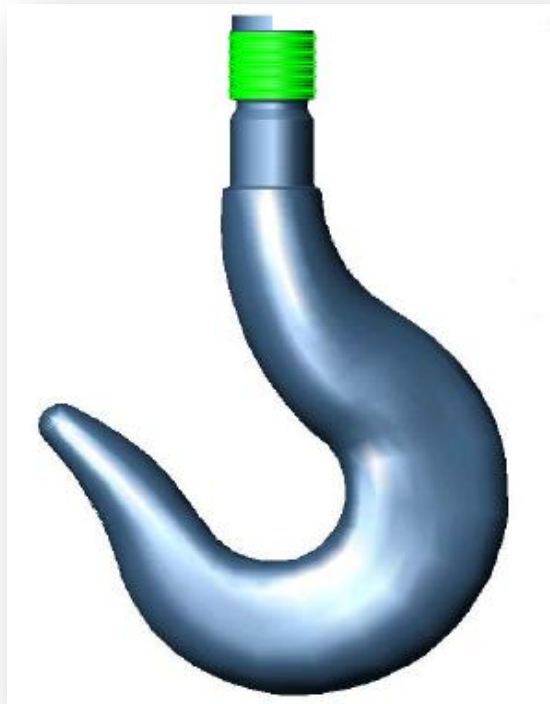
- ❖ Za transport komadnih tereta:
 - užad ili lanac za vezivanje,
 - teretne platforme,
 - klješta i hvatači,
 - noseće grede.
- ❖ Za transport sitnozrnih materijala primenjuju se kofe različitih tipova.

Specijalni uređaji za zahvatanje tereta su:

- ❖ Elektromagnetni,
- ❖ Specijalne kofe,
- ❖ Grabilice.

3.1. Kuke

Kuke su najviše korišćeni delovi za vešanje tereta i spadaju u univerzalne elemente za zahvatanje tereta. Najčešće su u primeni kovane kuke (slika 3.4) koje su pogodne za sve vrste tereta, po kovanju se obavezno termički obrađuju radi smanjenja unutrašnjih zaostalih napona.



Slika 3.4 Kovana teretna kuka [3]

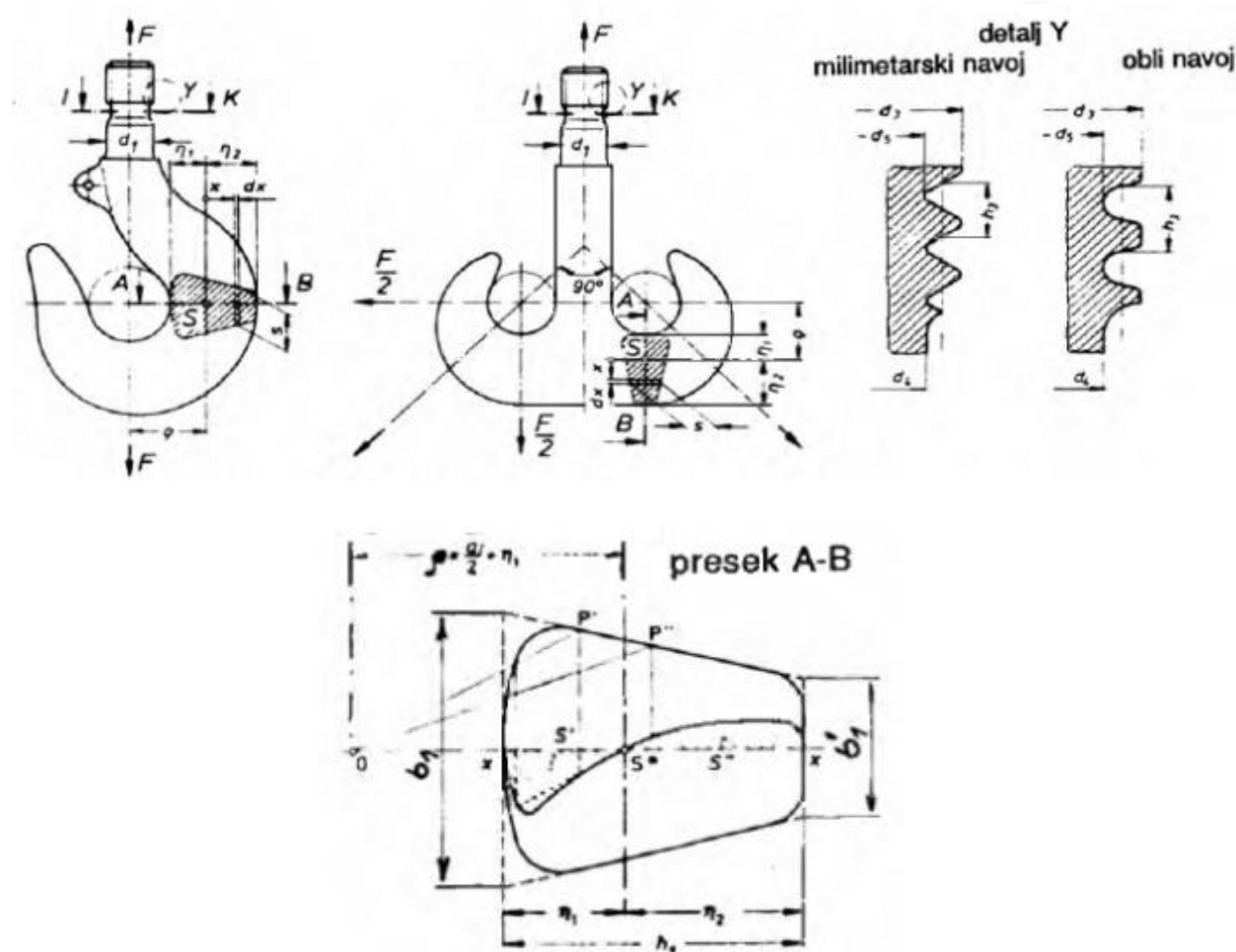
Kod industrijskih dizalica koriste se kuke različite po obliku i tehnologiji izrade, kao što su: jednokrake, dvokrake, kovane, lamelaste, presovane kuke sa uškom, itd.

Osnovni oblici i dimenzije kuka su standardizovani.

Danasnja savremena industrija se ne može zamisliti bez primene kuka u transportnim mašinama:

- ❖ U industrijskim halama za premeštanje delova, materijala, remont masina,
- ❖ U morskim i rečnim lukama za pretovar robe,
- ❖ U železarama u sastavu tehnološkog procesa i za skladištenje rude,
- ❖ U livnicama za transport odlivaka i materijala,
- ❖ U morskim i rečnim lukama
- ❖ U građevinarstvu, rudarstvu, robnim i industrijskim skladištima, skladištima, hidro i termo elektranama.

Imaju veliki broj oblika izrade, izrađuju se kao jednokrake, dvokrake, lamelaste, kuke sa osiguračem ili bez osigurača itd.. Najviše se primenjuju jednokrake i dvokrake kuke (slika 3.5) mada su jednokrake kovane kuke pogodne za sve vrste tereta, a dvokrake kovane kuke su primene za transport sporijih obešenih tereta veće težine sa manjim brzinama.



Slika 3.5. Oblici kuke, dimenzije i šema opterećenja [2]

Lamelaste kuke, kao što samo ime kaže sastavljene su iz lamela-limova debljine (16-35) mm, primenjuju se u uslovima visokih temperatura, kao kod nošenja livačkih lonaca u železarama i imaju pravougaoni poprečni presek [2].

Kuke male nosivosti se presuju i slobodnoručno kuju. Zbog visoke odgovornosti koje kuke imaju pri prenošenju tereta, izrada kuka zahteva visoki kvalitet izrade i kontrolu počev od kontrole kvaliteta materijala koji dolazi iz železare, pa sve do završne kontrole gotove kuke.

Za izradu kuke se primenjuje više vrsta materijala, kako je to dato u standardu za kuke, prema DIN 17135, odnosno čelik Č1205 po SRPS standardima. Uslovno može da se prihvatiti zamena sa Č1330.

Kuke su standardizovane i nosivost je deklarirana u funkciji pogonske grupe. Poprečni preseki krivog dela kovanih kuka imaju najčešće trapezni oblik. Kod njih raspored napona u opasnim presecima je mnogo povoljniji, nego kod kuke sa okruglim ili bilo kojim drugim presekom. Vrat kuke je okrugao, a na samom vratu ima zavojnicu (milimetarski, trapezni ili obli navoj) koja omogućava vezu za traverzom pomoću navrtke.

U tabeli 3.1. navedene su nosivosti teretnih kuka koje odgovaraju klasama čvrstoće i pogonskim grupama mehanizama.

Tabela 3.1. Nosivosti teretnih kuka [2]

Klasa 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	0.10	-
020	1	0.8	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16	0.125
025	1.25	1	0.8	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16
04	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25
05	2.5	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.50	0.40	0.32
08	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.50
1	5	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1	0.8	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
32	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
40	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25
50	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
63	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40
80	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50
100	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63
125	-	500	400	320	250	200	160	125	100	80
160	-	-	500	400	320	250	200	160	125	100
200	-	-	-	500	400	320	250	200	160	125
250	-	-	-	-	500	400	320	250	200	125

Teretne kuke su podeljene u pet klasa čvrstoće, na osnovu mehaničkih osobina materijala, a prema tabeli 3.2.

Tabela 3.2. *Mehaničke karakteristike materijala za kovane kuke* [2]

Klasa čvrstoće	Granice razvlačanja σ_v N / mm minimalna vrednost	Udarne žilavost u ostarelom stanju- proba (J) minimalna vrednost
M	235	48
P	315	41
S	390	41
T	490	34
V	620	34

U proračunu mehanizma za dizanje, najpre se prema nosivosti i pogonskoj grupi bira standardna kuka, a zatim se vrši provera radnih napona u opasnim presecima. U tačnijim inženjerskim proračunima kuka se tretira kao krivi štap čiji je vrat napregnut na zatezanje, navoj na smicanje, a savijeni deo na kombinovano naprezanje (savijanje i zatezanje).

3.1.1. Naponi teretnih kuka

Ivični napon savijanja u preseku A-B dati su pod pretpostavkom da teret dejstvuje u centru krivine (slika 3.5):

- ❖ Kod jednokraknih kuka vertikalno,
- ❖ Kod dvokraknih kuka na oba kraka pod uglom od 45° u odnosu na vertikalu.

Za jednokrake kuke ivični naponi se izračunavaju iz izraza:

$$\begin{aligned}\sigma_e &= \frac{F \cdot \rho}{Z} \cdot \frac{\eta_1}{\rho - \eta_1} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{\eta_1}{\rho - \eta_1} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \\ \sigma_c &= \frac{F \cdot \rho}{Z} \cdot \frac{\eta_2}{\rho + \eta_2} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{\eta_2}{\rho + \eta_2} \left[\frac{N}{mm^2} \right]\end{aligned}\quad (3.1)$$

Za dvokrake kuke ivični naponi su:

$$\begin{aligned}\sigma_e &= \frac{F \cdot \rho}{2Z} \cdot \frac{\eta_1}{\rho - \eta_1} = \frac{F}{2S} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{\eta_1}{\rho - \eta_1} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \\ \sigma_c &= \frac{F \cdot \rho}{2Z} \cdot \frac{\eta_2}{\rho + \eta_2} = \frac{F}{2S} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{\eta_2}{\rho + \eta_2} \left[\frac{N}{mm^2} \right]\end{aligned}\quad (3.2)$$

gde su:

$F = Q$ - sila dizanja u [N] shodno nosivosti prema tabeli 3.1,

Z - pomoćna veličina koja se izračunava na osnovu mera sa slike 3.5 kao:

$$Z = \int_{-\eta_1}^{+\eta_2} \frac{x^2 \cdot S}{\rho + x} dx \left[mm^3 \right] \quad (3.3)$$

gde su:

$k = Z / S \cdot \rho$ -koeficijent koji uzima u obzir krivinu štapa i zavisi od oblika poprečnog preseka,

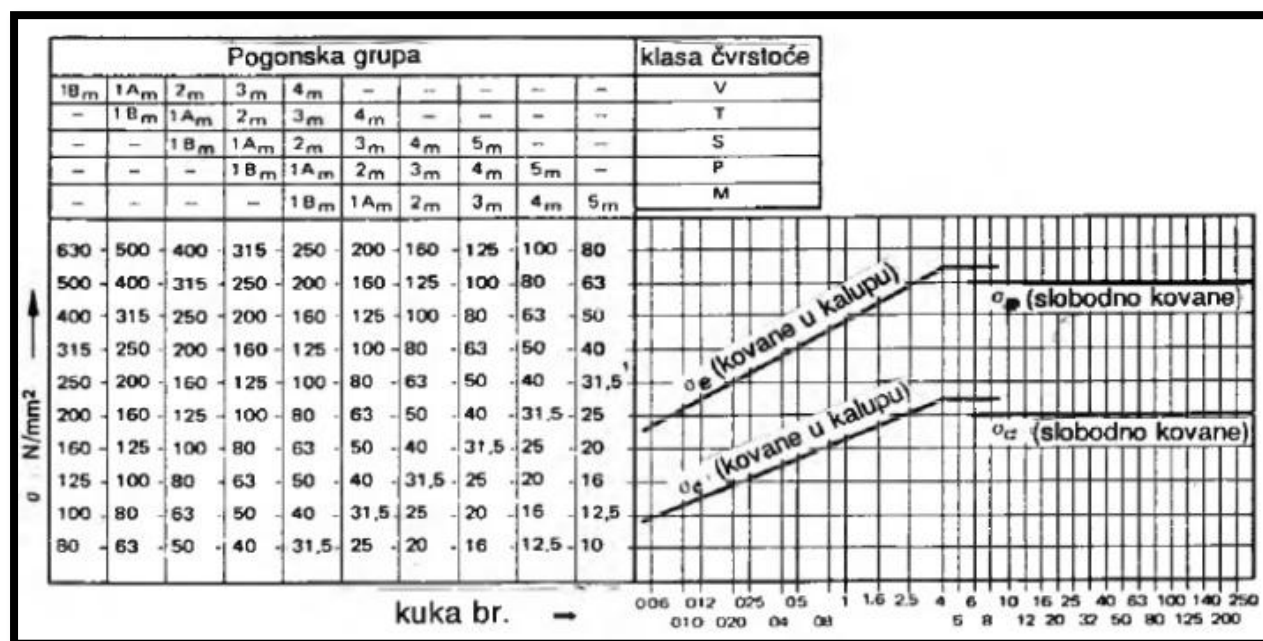
S -površina poprečnog preseka u $[mm^2]$,

$\rho = a_1 / 2 + \eta_1$ -krak sile u $[mm]$,

a_1 -otvor kuke u $[mm]$,

η_1 i η_2 -rastojanje težište od ivičnih vlakana preseka u $[mm]$.

Vrednosti ivičnih napona σ_e i σ_c u zavisnosti od broja kuke u pogonske grupe mehanizma mogu se očitati iz dijagrama sa slika 3.6 i 3.7.



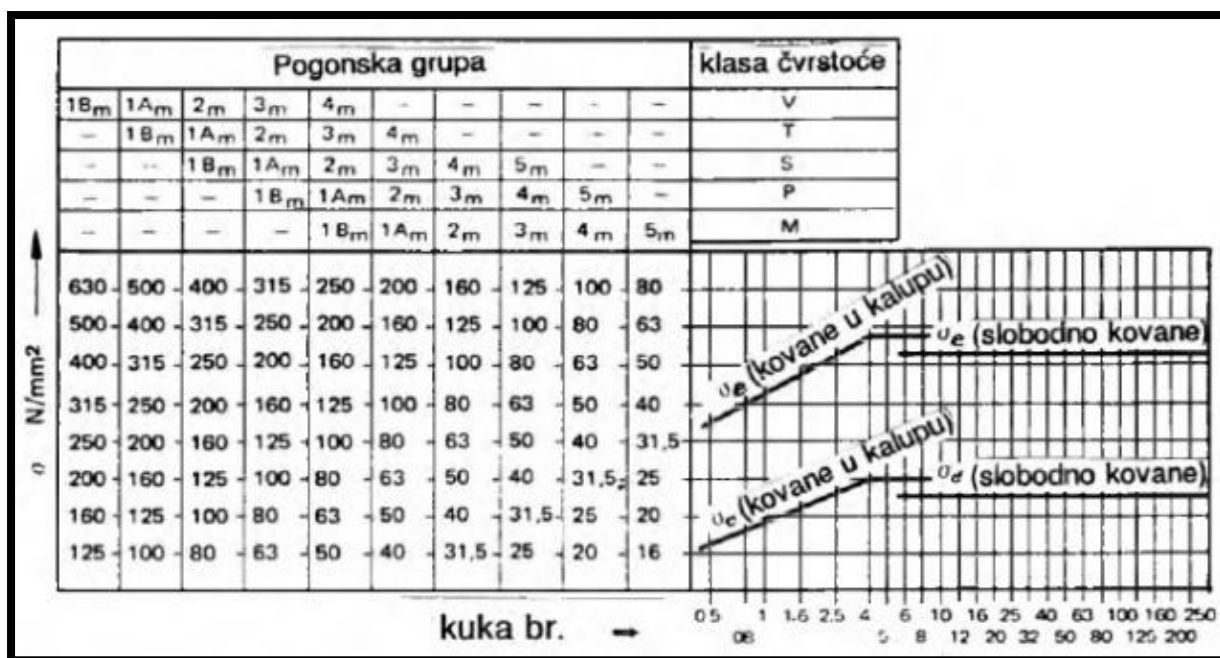
Slika 3.7. Vrednosti napona σ_e i σ_c u preseku A-B kod jednokraknih kuka [2]

Naponi na zatezanje u najmanjem preseku stabla I-K (d_5) proračunavaju se zanemarujući uticaj zareza, po obrascu:

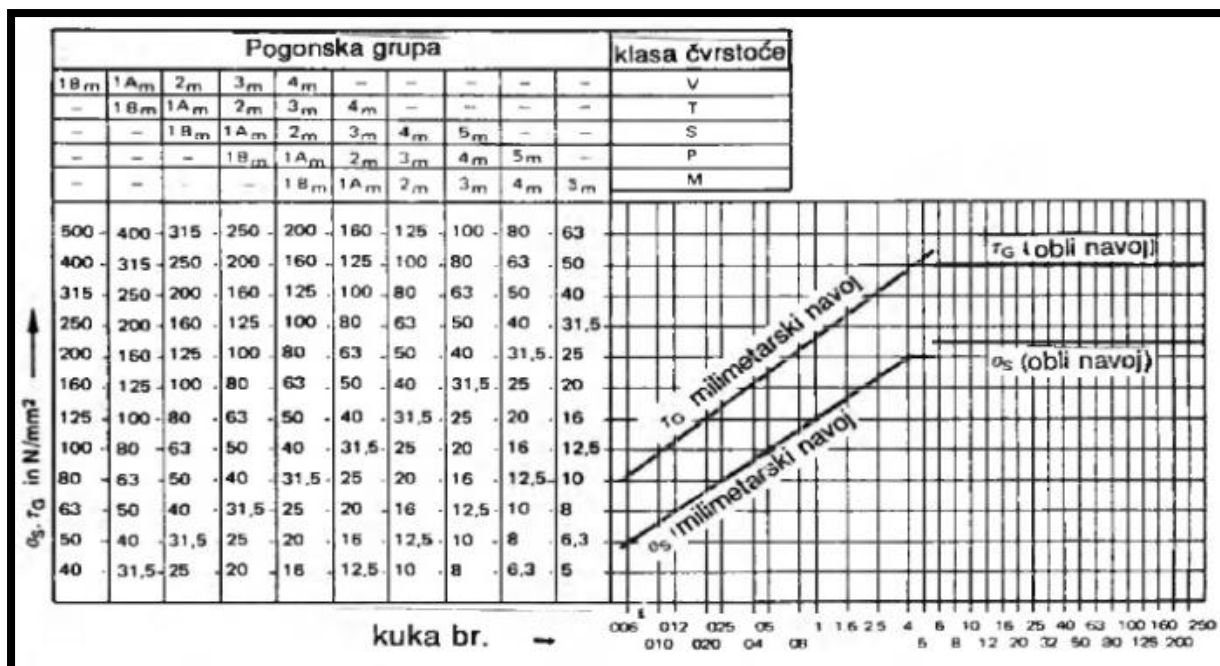
$$\sigma_e = \frac{F}{d_5^2 \cdot \pi / 4} [N / mm^2] \quad (3.4)$$

Naponi smicanja u prvom koraku navoja izračunavaju se pod pretpostavkom da isti preuzimaju polovinu korisnog opterećenja i da je visina površine smicanja jednaka polovini koraka navoja h_3 :

$$\tau_s = \frac{F}{\pi \cdot d_5 \cdot h_3} [N / mm^2] \quad (3.5)$$

Slikac 3.8. Vrednosti napona σ_e i σ_c u preseku C-D kod dvokraknih kuka [2]

Vrednosti napona na zatezanje σ_e (u najmanjem preseku) i napona na smicanje τ_s (u prvom koraku navoja), date su u dijagramu na slici 3.9.

Slika 3.9. Vrednosti napona σ_e u preseku I-K i τ_s u prvom koraku navoja [2]

Provera usvojene kuke za odgovarajuću klasu čvrstoće na osnovu mehaničkih osobina materijala realizuje se proverom stepena sigurnosti iz sledeće relacije:

$$\nu = \frac{\sigma}{\sigma_r} = \frac{\sigma_{kr}}{\sigma_r} > \nu_{doz} \quad (3.6)$$

gde su:

$\sigma = \sigma_{kr}$ -kritična karakteristika materijala, koja u statičkim proračunima najčešće uzima vrednost granice razvlačenja σ_v (tabela 3.2) ili $\tau_{vs} \approx 0.6 \cdot \sigma_v$,

$\sigma_r = \sigma_e$ ili τ_s -računska vrednost radnog napona izračunata na osnovu prethodno datih izraza ili očitana iz odgovarajućih dijagrama,

$\nu_{doz} = N_p \cdot \nu_v$ -dozvoljeni stepen sigurnosti,

$\nu_v = 1.4 - 1.8$ -odgovarajući stepen sigurnosti prema granici razvlačenja,

N_p -koeficijent koji zavisi od radnih uslova (pogonske grupe mehanizma) i uzima u obzir verovatnoću prekoračenja vrednosti računskih napona, kako je dato u tabeli 3.3.

Tabela 3.3. Koeficijent N_p [2]

Radna grupa	1Bm i 1Am	2m	3m	4m	5m
N_p	1	1.12	1.25	1.4	1.6

3.1.2. Materijal kuke

Kovane kuke se izrađuju od niskougleničnih čelika garantovanog hemijskog sastava (najčešće su u primeni Č1205 i Č1330 prema SRPS C.B9.021). U tabeli 3.4. prikazani su materijali koji se koriste za izradu kovanih kuka.

Табела 3.4. Материјали за израду кованих кука [2]

Broj kuke	Prečnik stable kuke d, (mm)	Čelici po standardu					Broj kuke
		I		II			
		Za klasu čvrstoće					
		M	P	S	T	V	
0.06	14	Č1205 ili Č1217	Č1217	Č4731	Č4731	Č4731	0.06
0.10	16						0.10
0.12	16						0.12
0.20	20						0.20
0.25	20						0.25
0.4	24						0.4
0.5	24						0.5
0.8	30						0.8
1	30						1
1.6	36						1.6
2.5	42					Č5431	2.5
4	48						4
5	53						5
6	60						6

Tabela 3.4. *Materijali za izradu kovanih kuka (nastavak)*

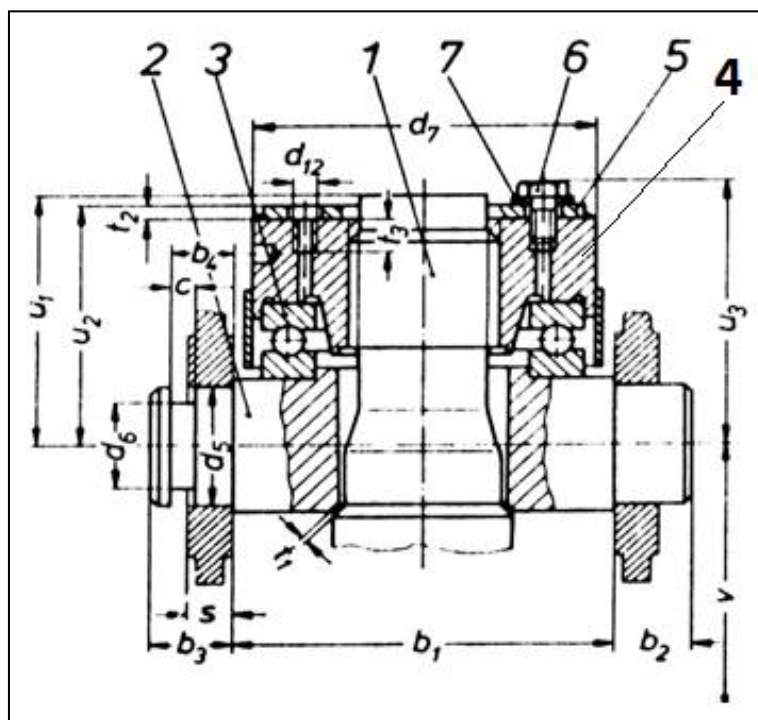
Broj kuke	Prečnik stable kuke d, (mm)	Čelici po standardu					Broj kuke
		I		II			
		Za klasu čvrstoće					
		M	P	S	T	V	
8	67	Č1205 ili Č1217	Č1217	Č4731	Č4731	Č5431	8
10	75						10
12	85						12
16	95						16
20	106						20
25	118						25
32	132						32
40	150						40
50	170	Č1205 ili Č1217	Č1217	Č4731	Č5431	Č5432	50
63	190						63
80	212						80
100	236						100
125	265						125
160	300						160
200	335						200
250	375						250

3.1.3. Traverza i sklop vešanja kuka

Za obezbeđenje lakog obrtanja opterećene kuke, pri podizanju tereta mase preko 3 t, primenjuju se kuglični ležaji. Ležaj se ugrađuje u poprečnu gredu, traverzu. Na vratu kuke je narezana zavojnica za navrtku koja pritezanjem zatvara aksijalni ležaj i štiti od prodora prašine i prljavštine. Najbolje se pokazao ležaj sa sfernim oslanjanjem i podložnom pločicom, tako da nije potrebno obezbediti sfernu površinu u traverzi.

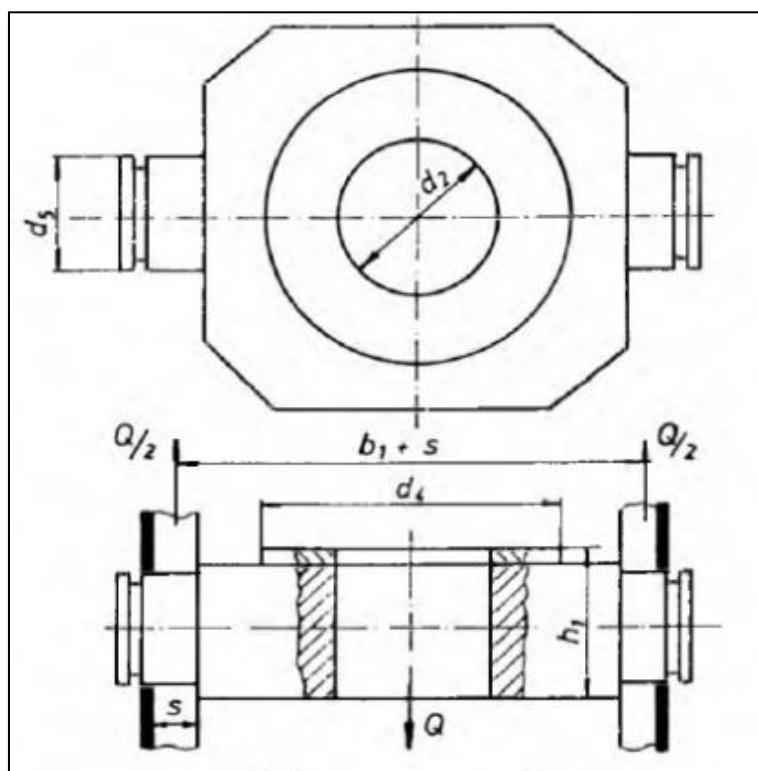
Podložna pločica u traverzi se izrađuje na strugu, debljine 3÷10 mm, u zavisnosti od veličine ležaja. Preporučuje se ugradnja ležaja fabrički zatvorene konstrukcije, kako bi se ležaj zaštitio od prašine i vlage.

Na slici 3.10 prikazani su delovi vezivanja kuke za traverze: 1- vrat kuke; 2-traverza; 3-prikaz ležaja; 4-navrtka; 5-pločica za osiguranje navrtke od odvrtnja koja može nastati obrtanjem kuke (osigurač navrtke); 6-vijak osigurača navrtke 7-kanal za podmazivanje aksijalnog ležaja. Navrtke kuka moraju imati osigurače za sprečavanje odvrtnja kuke iz navrtke, što bi moglo da dovede do propadanja kuke sa teretom.



Slika 3.10. Vrat kuke uležištene u traverzi

Za oslanjanje kuke preko navrtke i aksijalnog ležaja koriste se traverze (slika 3.11).



Slika 3.11. Traverza [2]

Napon savijanja traverze u sredini poprečnog preseka se približno izračunava kao:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_x} = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{b_1 + s}{2} - \frac{Q}{2} \cdot \frac{d_3}{4}}{\frac{1}{6} b_1 - d_2 h_1^2} [KN / cm^2] \leq \sigma_{doz} \quad (3.7)$$

Rukavac traverze se proverava na savijanje prema izrazu:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_x} = \frac{\frac{s}{2} \cdot \frac{Q}{2}}{0.1 \cdot d_5^2} [KN / cm^2] \leq \sigma_{doz} \quad (3.8)$$

Dozvoljeni naponi na savijanje traverze su:

$$\sigma_{doz} = 16.5 [KN / cm^2] \text{ -za lake uslove rada (1Bm i 1Am),}$$

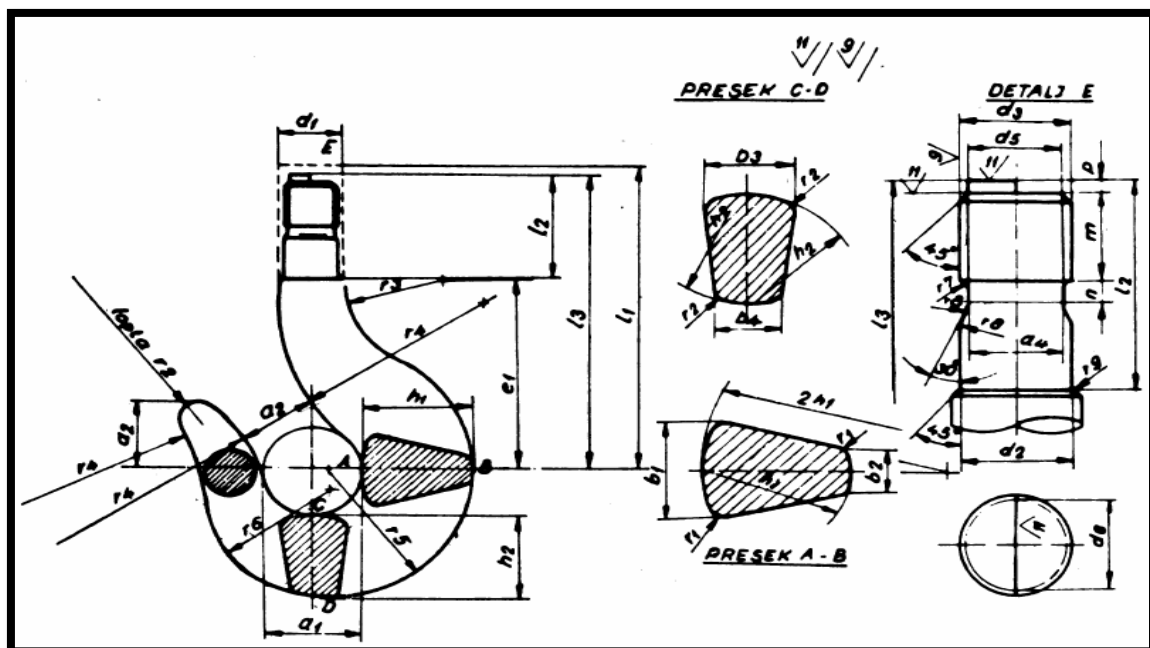
$$\sigma_{doz} = 12.5 [KN / cm^2] \text{ -za srednje uslove rada (2m),}$$

$$\sigma_{doz} = 10.0 [KN / cm^2] \text{ -za teške uslove rada (3m),}$$

$$\sigma_{doz} = 8.00 [KN / cm^2] \text{ -za vrlo teške uslove rada (4m i 5m).}$$

3.1.4. Dimenzije kuka

Za bilo koju izabranu kuku prema odgovarajućim pravilima i standardima, postoje neke standardne dimenzije koje se daju u tabeli 3.5 a prikazane su na slici 3.12. za jednokrake kuke.



Slika 3.12. Dimenzije jednokrake kuke [2]

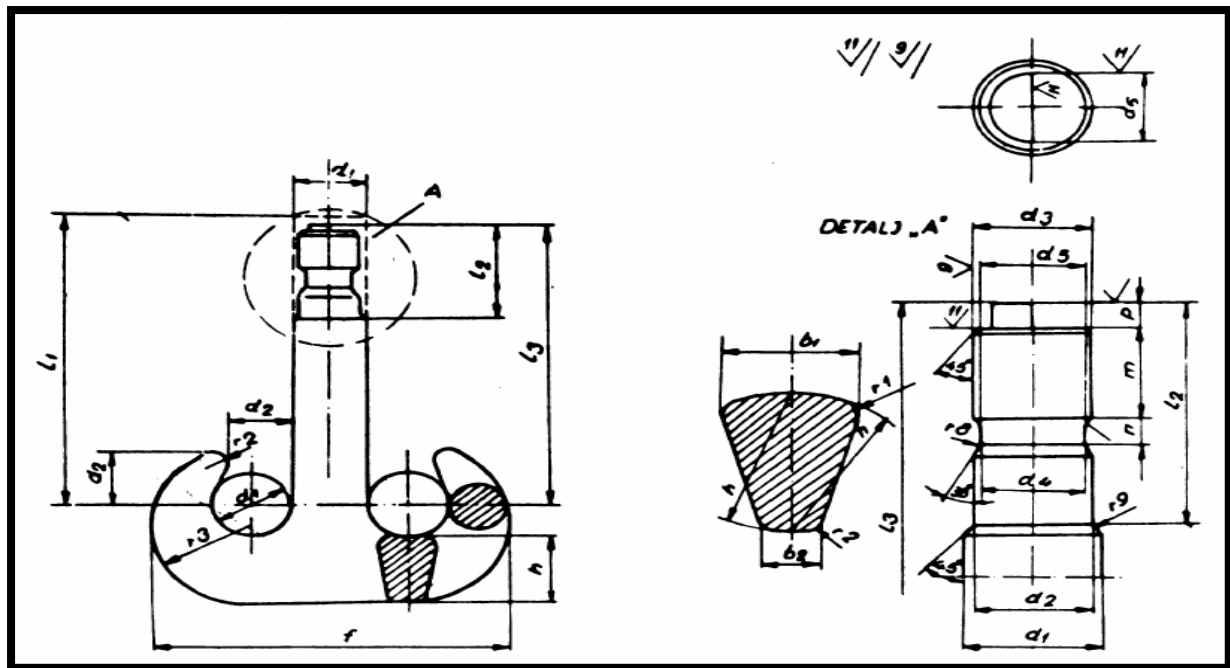
Tabela 3.5. Dimenzije jednokrake kuke [4]

Oznaka kuke	Nosivost u t za pogonsku klasu				a_1	a_2	b_1	b_2	b_3	b_4	d_1	d_2^{kl}	d_3	d_4	d_5	d_6
	1	2	3	4												
02	6.3	5	3.2	2.5	71	56	63	25	53	34	48	42	M 42	35.5	-	35
03	8	6.3	5	3.2	80	63	71	28	60	38	53	45	M 45	38.8	-	38
04	10	8	6.3	5	90	71	80	32	67	43	60	52	M 50x6	42.5	43.4	43.4
05	12.5	10	8	6.3	100	80	90	36	75	48	67	55	M 56x6	48.5	49.4	49.4
06	16	12.5	10	8	112	90	100	40	85	53	75	64	M 64x8	54.5	55.2	55.2
07	20	16	12.5	10	125	100	112	45	95	60	85	72	M 72x8	62.5	63.2	63.2
08	25	20	16	12.5	140	112	125	50	106	67	95	80	M 80x10	68	69	69
09	32	25	20	16	160	125	140	56	118	75	106	90	M 90x10	78	79	79
10	40	32	25	20	180	140	160	63	132	85	118	100	M 100x12	85.5	86.8	86.8
11	50	40	32	25	200	160	180	71	150	95	132	110	M 110x12	95.5	96.8	60
12	63	50	40	32	224	180	200	80	170	106	150	125	M 125x14	108	109.6	70
13	80	63	50	40	250	200	224	90	190	118	170	140	M 143x16	120	122.4	80
14	100	80	63	50	280	224	250	100	212	132	190	160	M 160x18	138	140.2	100
15	-	100	80	63	315	250	280	112	236	150	212	180	M 180x20	156	158	120

Tabela 3.5 A). Dimenzije jednokrake kuke (nastavak) [4]

Oznaka kuke	e_1	h_1	h_2	l_1	l_2	l_3	m	n	p	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	Masa k_B
02	155	80	67	258	96	251.5	36	7	8	8	12	71	150	103	90	3	10	3	5.7
03	175	90	75	288	110	282.5	40	8	8	9	14	80	170	114	100	3	12	3	9.5
04	195	100	85	325	112	320	45	9	10	10	16	90	190	131	112	3	14	3	16.3
05	218	112	95	365	122	355	50	10	10	11	18	100	212	146	125	3	16	3	23.5
06	243	125	106	410	135	400	56	11	10	12	20	112	236	163	140	4	18	3	29
07	272	140	118	450	155	440	63	12	10	14	22	125	265	182	160	4	20	3	48
08	307	160	132	500	170	480	71	14	12	16	25	140	300	204	180	4	22	3	74.5
09	346	180	150	550	188	535	80	16	12	18	28	160	335	232	200	4	25	3	96
10	387	200	170	620	207	600	90	18	12	20	32	180	375	262	224	4	28	3	142
11	437	224	190	700	234	680	100	20	12	22	36	200	425	292	250	4	32	3	180
12	487	250	212	770	260	745	112	22	12	25	40	224	475	326	280	4	36	3	298
13	545	280	236	855	282	830	125	25	12	28	45	250	530	363	315	6	40	5	375
14	615	315	265	965	325	940	140	28	12	32	50	280	600	408	355	8	45	5	623
15	690	355	300	1080	357	1055	160	32	12	36	56	315	670	460	400	8	50	5	795

U tabeli 3.6. date se dimenzije dvokraknih kuka a odgovarajuće kuke su prikazane na slici 3.13.



Slika 3.13. Dimenzije dvokrake kuke [4]

Tabela 3.6. Dimenzije dvokrake kuke [4]

Oznaka kuke	Nosivost u t za pogonsku klasu				d_1	d_2	b_1	b_2	d_1	d_2^{hl1}	d_3	d_4	d_5	d_6
	1	2	3	4										
10	40	32	25	20	140	112	118	48	118	100	Rd 100x12	85.5	86.8	55
11	50	40	32	25	160	125	132	53	132	112	Rd 110x12	95.5	96.8	60
12	63	50	40	32	180	140	150	60	150	125	125x14	108	109.6	70
13	80	63	50	40	200	160	170	67	170	140	140x16	120	122.4	80
14	100	80	63	50	224	180	190	75	190	160	160x18	138	140.2	100
15	-	100	80	63	250	200	212	85	212	180	180x20	156	158	120

Tabela 3.6. dimenzije dvokrake kuke (nastavak) [4]

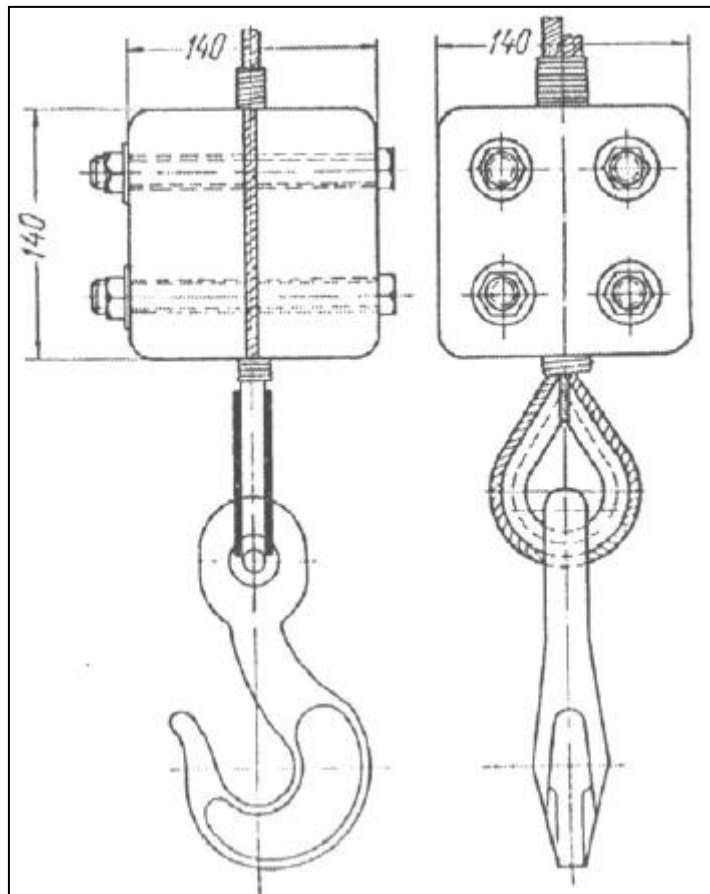
Oznaka Kuke	f	h	l_1	l_2	l_3	m	n	p	r_1	r_2	r_3	r_7	r_8	r_9	Masa kg
10	600	150	590	207	575	90	30	12	18	14	170	4	28	3	146.6
11	670	170	665	234	645	100	30	12	20	16	190	4	32	3	151.2
12	750	190	730	260	705	112	35	12	22	18	212	4	36	3	250.4
13	850	212	815	282	790	125	40	12	25	20	236	6	40	5	310
14	950	236	920	325	896	140	45	12	28	22	265	8	45	5	485
15	1060	265	1030	357	1005	160	50	12	32	25	300	8	50	5	610

3.1.5. Uređaji za vešanje kuke

Pri podizanju tereta manjih težina (do 5 t) veoma često se primenjuju kuke direktno vezane sa nekim elementom za dizanje, koji može da bude:

- ❖ Uže
- ❖ Lanac

Međutim, u slučaju spuštavanja neopterećene kuke, sopstvena težina kuke postaje nedovoljna da savlada trenja u mehanizmu dizanje tereta malih nosivosti. Zbog toga je potrebno otežati kuku dodatnim tegom (slika 3.14).



Slika 3.14. Vešanje kuke sa dodatnim tegom

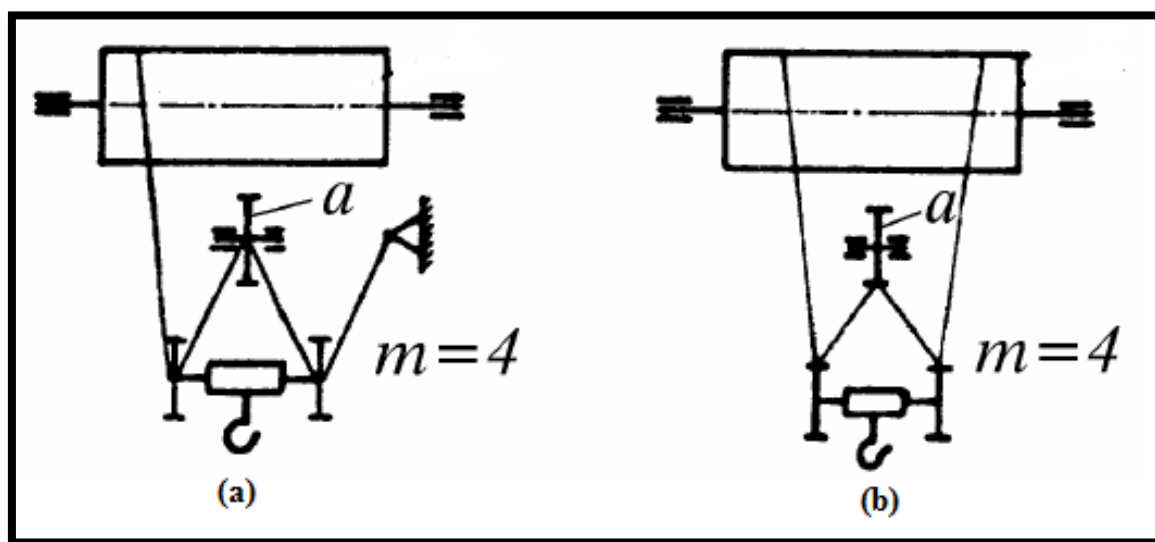
Za vešanje pojedinačnih komadnih tereta preko nosećeg uređaja (kuke) koriste se lanci ili užad. Oblik kuka mora biti podešen za prebacivanje užeta ili lanca kojima je vezan teret.

3.1.5.1. Veza užetom

Kada je u pitanju ovakav način veže, koriste se različiti koturovi i koturače. U mehanizmu za dizanje tereta uloga kotura je da promeni pravac savitljivog elementa (užeta), a primena više koturova i koturača, može da smanji silu dizanja tereta. Kotur može biti pokretan i nepokretan, što zavisi od toga da li se obrće oko nepokretne ose ili mu se prilikom dizanja tereta menja položaj. Koturovi se konstruktivno moraju rešiti tako da što manje naprežu i habaju užad prilikom savijanja oko njih. Obod kotura mora obezbediti nesmetano ulaženje ili izlaženje užeta. Koturovi se rade kao liveni od čeličnog liva i livenog gvožđa ili zavareni.

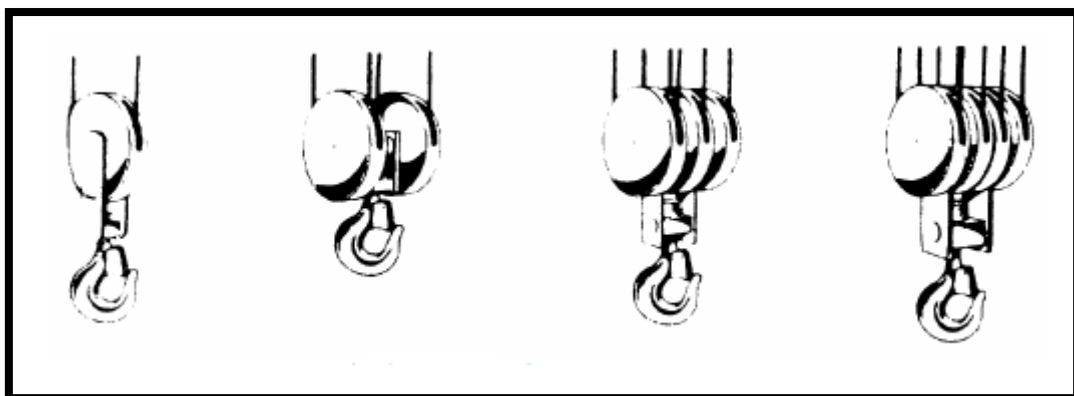
Koturače se uvode u mehanizme za dizanje sa ciljem da se smanji sila zatezanja užeta, kao i momenat tereta na pogonskom dobošu. Koturača u mehanizmu za dizanje daje i manji prenosni odnos između motora i doboša, a to konstrukciju čini ekonomičnijom. Osim smanjenja vučne sile mehanizma za dizanje, koturača može poslužiti i za povećanje brzine dizanja, mada se kod dizalica uglavnom primenjuju koturače za smanjenje vučne sile. Koturaču čini sistem koturova preko kojih je prebačeno noseće uže.

Donje koturače mogu biti proste i dvojne (slika 3.15). Kod prostih koturača kraj užeta je čvrsto vezan za oslonac, a drugi se namotava na doboš. Kod dvojnih koturača oba kraja užeta se namotavaju na doboš i one su uvek koriste kod mosnih dizalica sa motornim pogonom [6].



Slika 3.15. (a) Prosta donja koturača, (b) Dvojna donja koturača [4]

Zavisno od težine tereta donja koturača može imati jedan kotur (dva kraka užeta), dva kotura (četiri kraka užeta), tri kotura (šest krakova užeta), četiri kotura (osam krakova užeta) ili više koturova, (slika 3.16) [6].

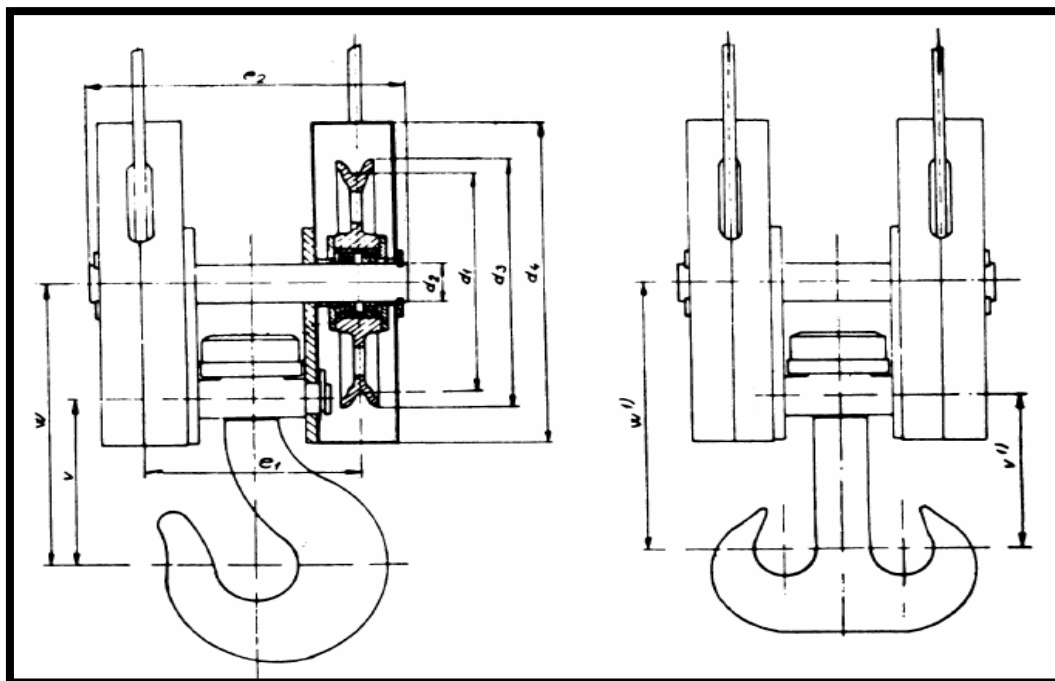


Slika 3.16. Donje koturače [2]

Pri izboru koturača, važe sledeće preporuke:

- ❖ Za terete do 250 kN usvojiti koturaču sa dva kotura (četiri kraka užeta).
- ❖ Za terete $Q \geq 320$ kN usvojiti koturaču sa četiri kotura (osam krakova užeta) [4].

Koturače se biraju prema težini tereta, odnosno zadatoj nosivosti dizalice, prema tabeli 3.7. U tabeli se nalaze dimenzije izabrane koturače koje su prikazane na slici 3.17. Navedeni podaci se odnose za donju koturaču sa dva kotura.

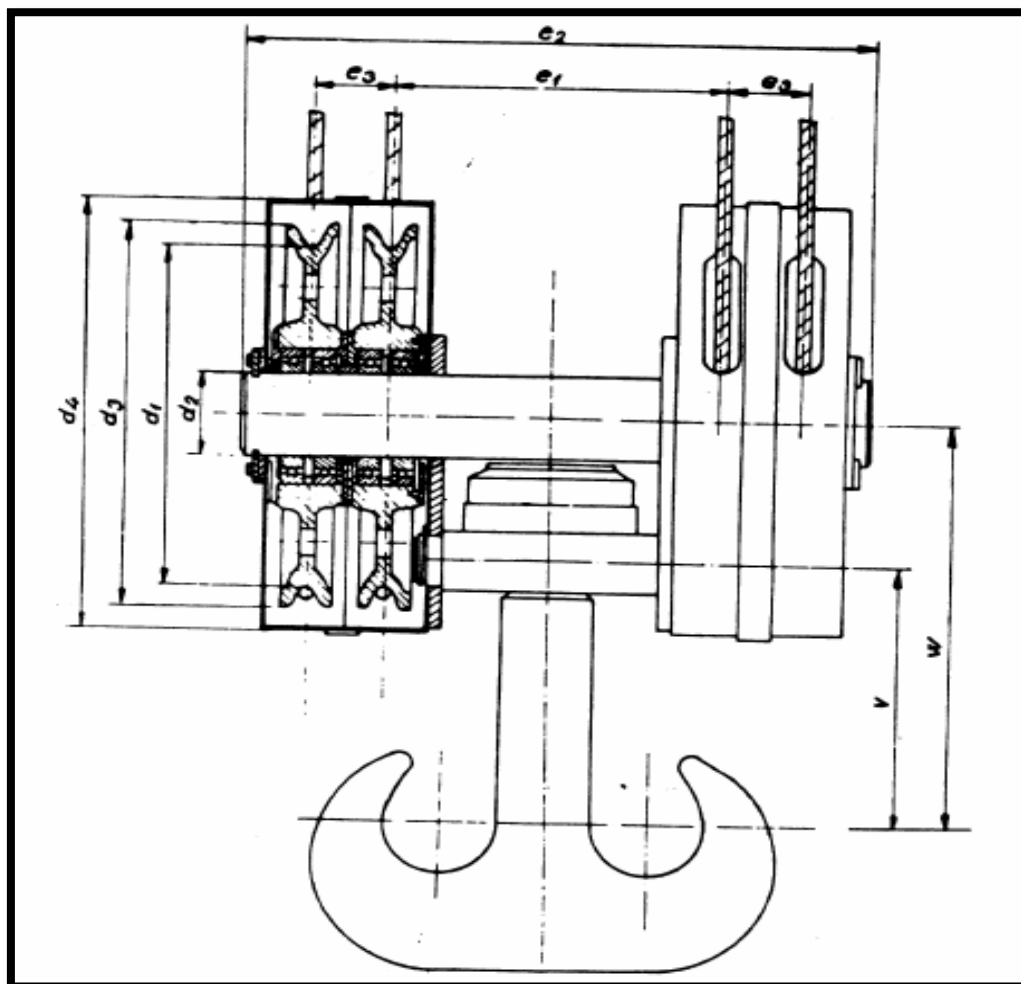


Slika 3.17. Donja koturača sa dva kotura [2]

Tabela 3.7. Dimenzije donje koturače sa dva kotura [4]

Oznaka kuke	Nosivosti za pogonsku klasu t				Prečnik užeta za pogonsku klasu				d_1	d_2	d_3	d_4	e_1	e_2	v ≈	w ≈	Ležaji		Masa kg
	1	2	3	4	1	2	3	4									Aksij.	Radij.	
02	6.3	5.0	3.2	2.5	12	11	10	10	250	55	290	305	212	345	178	290	51110	6211	57
03	8.0	6.3	5.0	3.2	13	13	13	11	320	60	365	390	231	377	195	320	51112	6212	91
04	10.0	8.0	6.3	5.0	14	14	14	13	320	70	370	390	265	416	230	370	51214	6214	108
05	12.5	10.0	8.0	6.3	16	16	16	14	400	70	460	485	285	437	255	405	51216	6214	149
06	16.0	12.5	10.0	8.0	18	18	18	16	400	80	465	485	314	473	290	460	51218	6215	174
07	20.0	16.0	12.5	10.0	20	20	20	18	450	90	520	550	344	517	315	505	51220	6218	202
08	25.0	20.0	16.0	12.5	22	22	22	20	500	100	575	605	366	555	345	555	51222	6220	315
09	32.0	25.0	20.0	16.0	27	24	24	24	560	110	640	670	396	589	385	625	51224	6222	407
10	40.0	32.0	25.0	20.0	29	27	27	27	630	120	720	760	431	637	430	695	51226	6224	558
01	5.0	3.2	2.5	2	12	11	10	10	200	45	240	280	190	312	155	255	51108	6209	

Za konstrukcije koje sadrže donje koturače sa četiri kotura, dimenzije su u tabeli 3.8, a njihov izgled prikazan je na slici 3.18.



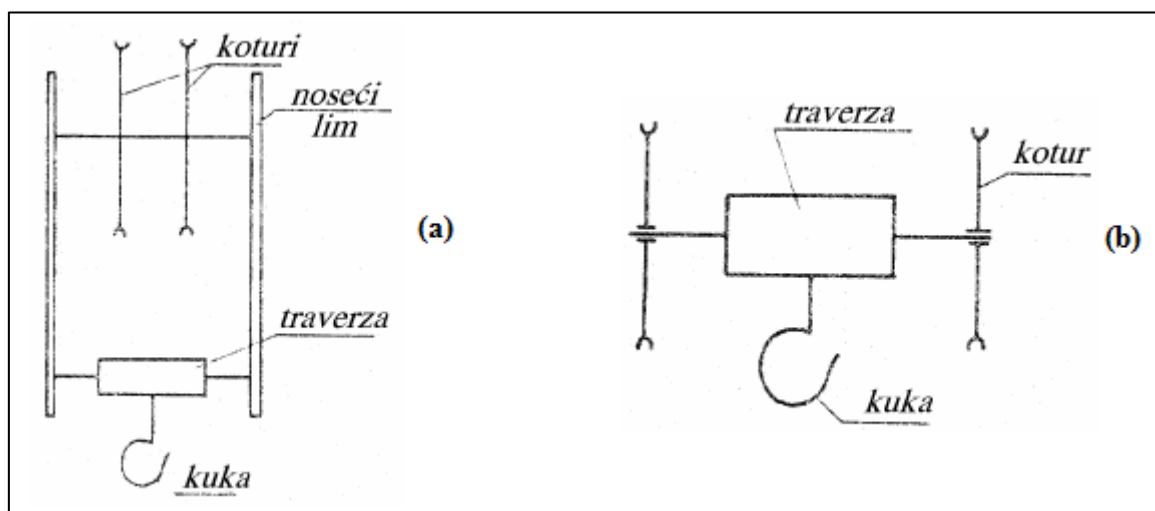
Slika 3.18. Donja koturača sa četiri kotura [4]

Tabela 3.8. Dimenzije donje koturače sa četiri kotura [4]

Oznaka kuke	Nosivosti za pogonsku klasu t				Prečnik užeta za pogonsku klasu				d_1	d_2	d_3	d_4	e_1	e_2	e_3	v $v' \approx$	w $w' \approx$	Ležaji		Masa kg
	1	2	3	4	1	2	3	4												
																		Aksij.	Radij.	
11	50	40	32	25	22	22	22	20	560	150	640	725	473	926	125	455 290	735 745	51232	6030	885
12	63	50	40	32	27	24	24	24	630	170	720	805	531	1011	140	500 540	820 845	51236	6034	1218
13	80	63	50	40	29	27	27	27	710	180	810	925	578	1091	145	565 605	902 930	51244	6036	1726
14	100	80	63	50	-	31	31	29	800	200	910	1025	643	1202	155	636 680	1021 1045	51248	6040	2292
15	-	100	80	63	-	33	33	33	900	220	1020	1140	703	1292	165	715 765	1135 1185	51256	6044	2998

Kod izvedenih dizaličnih konstrukcija sreću se tri tipa koncepcije donje koturače:

- ❖ Duga (slika 3.19.a),
- ❖ Kratka (slika 3.19.b) i
- ❖ Kombinovana.



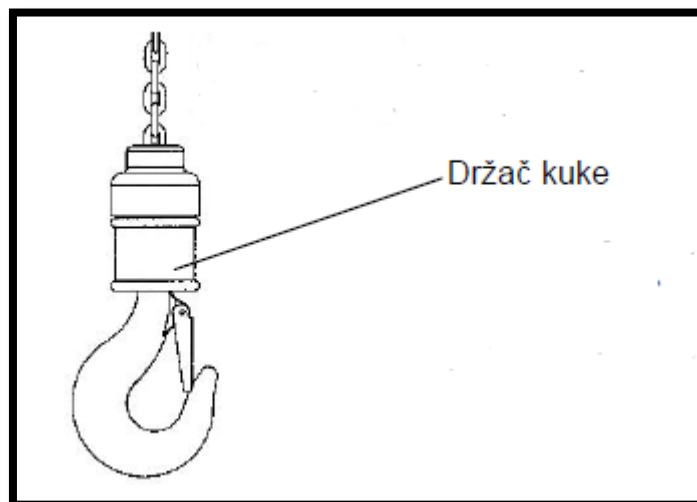
Slika 3.19. Koturače duge i kratke konstrukcije [9]

Kod dugačke donje koturače, kuka je ispod koturova za uža i povezana je sa traverzom pomoću navrtke na vrhu kuke koja mora biti osigurana od samoodvijanja.

Kod donje kratke koturače, koturovi za užad su postavljeni na rukavcima traverze. Zbog svoje niske konstrukcije, ova koturača omogućava da se teret koji okačen za kuku podigne neposredno do pogonskog doboša.

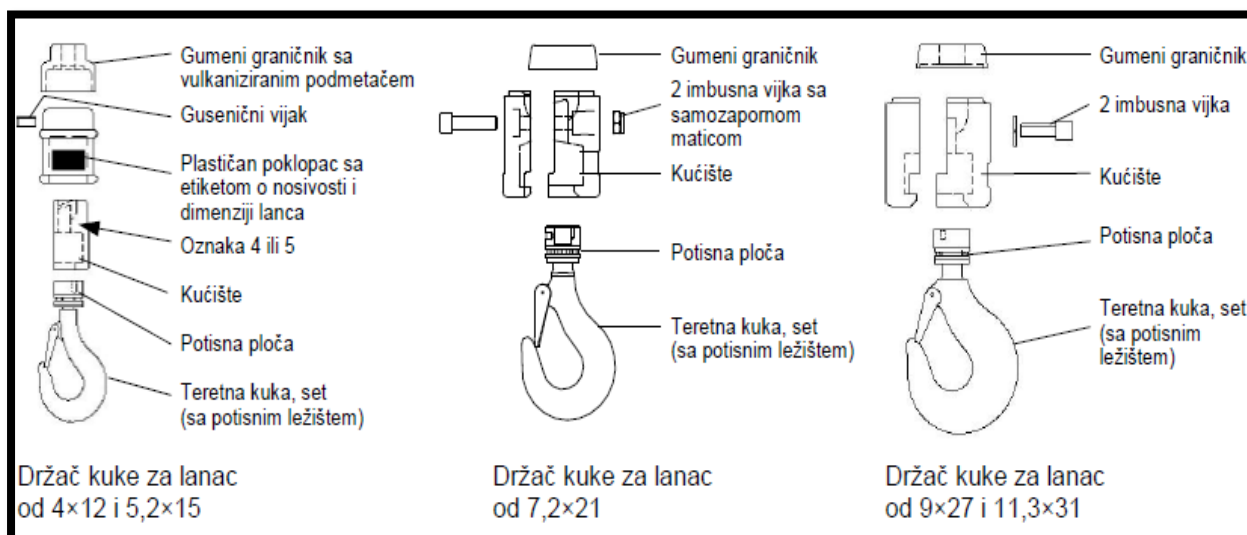
3.1.5.2. Veza lancima

U mehanizmima za dizanje tereta, kod kojih se kuke vezuju lancima, koriste se posebni držač kuke koji je prikazan na slici 3.20 [5].



Slika 3.20. Držač kuke

Držač kuke je deo za kačenje tereta kod dizalica čiji mehanizmi sadrže jedan noseći lanac (jedan krak). Izgledi pojedinih sklopova vešanja teretnih kuka, koji koriste lančanu vezu primenom držača kuke su dati na slici 3.21.



Slika 3.21. Delovi držača kuke

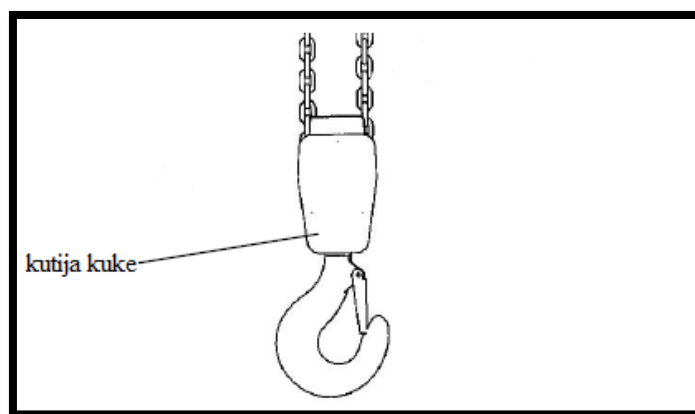
Povremeno, tokom rada i kod održavanja treba proveriti stanje kuke (habanje, udaljenost vrha) i stanje gumenog graničnika. Pored pohabanosti samog lanca i izgleda držača treba proveriti i stanje plastične kapice (plastična kapa na slici 3.21). Treba da se prover i ležaj kuke, zaštita od proklizavanja i osiguravajuća matica kuke. Aksijalni ležaj po potrebi treba da se očisti i podmaže.

Kod sastavljanja držača kuke, spojeve vijaka treba pritegnuti sa navedenim momentom sile (tabela 3.9).

Tabela 3.9. *Momenti sile pritezanja spojeva vijaka*

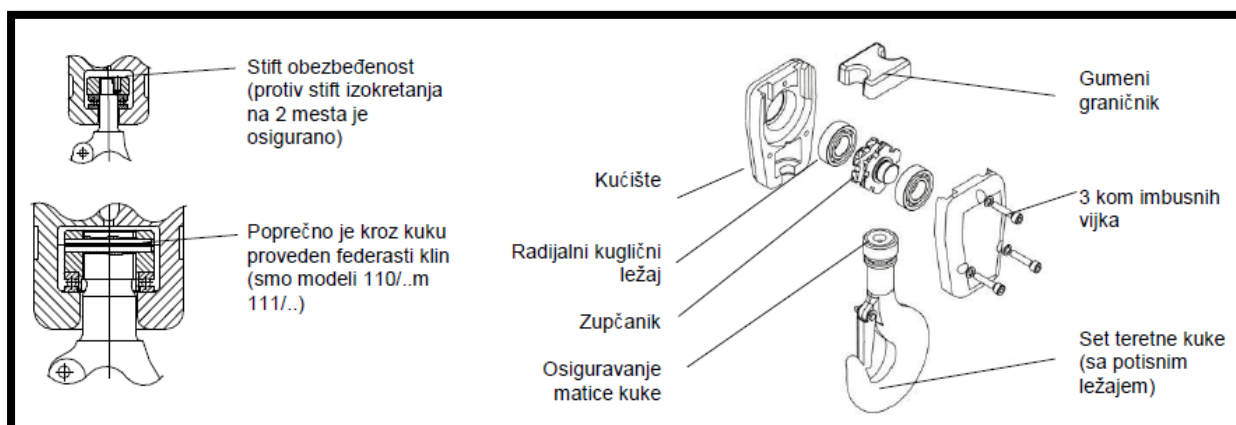
element	Max. nosivost [kg]	Dimanzije vijka	komad	Moment sile pritezanja [Nm]
Držač kuke za lanac od 4x12	250	-	-	-
Držač kuke za lanac od 5.2x15	500	-	-	-
Držač kuke za lanac od 7.2x21	1250	M 10x40	2	35
Držač kuke za lanac od 9x27	1600	M 12x30	2	50
Držač kuke za lanac od 11.3x31	3200	M 12x35	2	50

U mehanizmima za dizanje tereta, kod kojih se kuke vezuju lancima, u primeni je i način veze koji sadrži posebne kutije a koji je prikazan na slici 3.22.



Slika 3.22. *Kutija za vezu kuke*

Kutija kuke je sastavni deo mehanizama za dizanje tereta kod kojih je u primeni dvokraki lančani način vešanja tereta. Ovakav način vešanja teretnih kuka uz smeštanje lanca u kutiju kuke dat je na slici 3.23.



Slika 3.23. *Delovi kutije za vezu kuke*

Kod sklapanja kutije kuke, spojeve vijaka treba pritegnuti sa navedenim momentom sile (tabela 3.10).

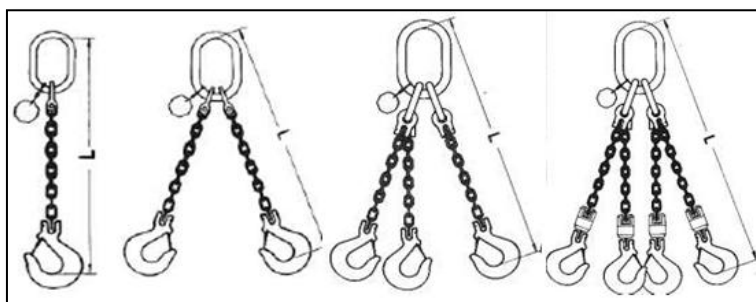
Tabela 3.10. *Momenti sile pritezanja spojeva vijaka*

element	Max. nosivost [kg]	Dimanzije vijka	komad	Moment sile pritezanja [Nm]
Držač kuke za lanac od 4x12	500	M 6x40	2/1	10/6
Držač kuke za lanac od 5.2x15	1000	M 6x40	2/1	10/6
Držač kuke za lanac od 7.2x21	2000/2500	M 8x50	2/1	20/10
Držač kuke za lanac od 9x27	3200	M 10x50	2/1	35/20
Držač kuke za lanac od 11.3x31	6300	M 12x60	3	35

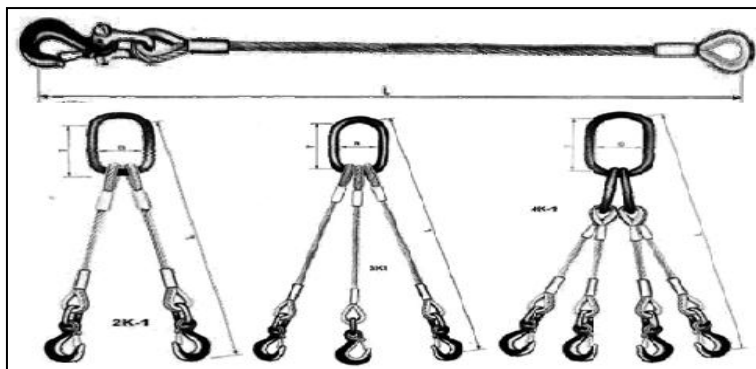
3.1.6. Kuke sa priveznicama

Kuke se mogu povezati sa priveznicama za premeštanje komadnih tereta. Priveznice se mogu praviti od lanca ili od čeličnog užadi [6].

Kod lančanih priveznica primenjuju se obični zavareni nekalibrisani lanci sa kukama na krajevima za vešanje tereta. Na slici 3.24 prikazane su raznovrsne lančane priveznice sa kukama (jednokrake, dvokrake, trokrake i četvorokrake lančane priveznice).

Slika 3.24. *Raznovrsne lančane priveznice sa kukama*

Za premeštanje teških tereta se primenjuju priveznice od čeličnih užadi sa kukama. Osnovna prednost priveznica od čeličnih užadi sa kukama u poređenju sa lančanim priveznicama sa kukama je manja sopstvena težina. Nedostatak im težnja ka lakom i preterenom zatezanju i u slučaju premeštanja tereta oštih ivica, užad se lako savijaju i zbog toga se brzo habaju. Priveznice od čeličnih užadi sa kukama su veoma osjetljive na visoke temperature. Na slici 3.25 prikazane su raznovrsne priveznice od čeličnih užadi sa kukama (jednokrake, dvokrake, trokrake i četvorokrake priveznice od čeličnih užadi).

Slika 3.25. *Raznovrsne priveznice od čeličnih užadi sa kukama*

4. Proračun kuka

Za ispravan rad svih dizaličnih mehanizama, važno je pravilno izabrati odgovarajuću kuku u okviru mehanizma za dizanje tereta. Prilikom proračuna najpre se prema zadatoj nosivosti i poznatom režimu rada dizalice (definisane pogonske klase) bira standardna kuka a zatim vrši provera radnih napona u karakterističnim presecima.

U tačnim inženjerskim proračunima kuka se tretira kao krivi štap čiji je vrat napregnut na istezanje, navoj na smicanje a savijeni deo na kombinovano naprezanje (savijanje i istezanje).

Pravilan izbor kuke podrazumeva da treba da se izvrše sledeće provere:

- ❖ Provera istezanja vrata kuke,
- ❖ Provera navrtke.

Vrat kuke je prikazan na slici 4.1 a provera istezanja vrata kuke se određuje primenom obzascas:

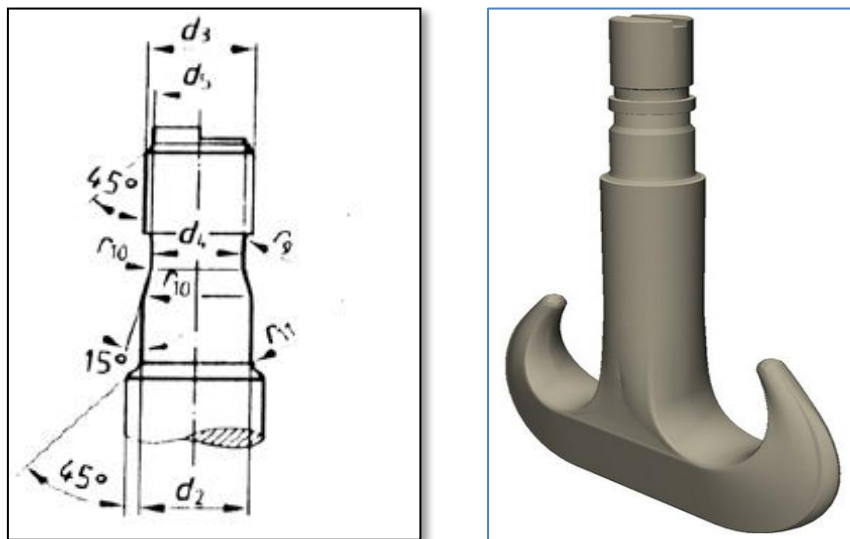
$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_5^2} \leq \sigma_{doz} \quad (4.1)$$

gde su:

Q N -težina tereta,

d_5 m -prečnik jezgra zavojnice (najmanji prečnik vrata kuke), (tabela 3.5 i 3.6),

σ_{doz} MPa -dozvoljeni napon na zatezanje (tabela 4.1).



Slika 4.1. Vrat kuke

Navrtke teretnih kuka (slika 4.2) su definisane standardima koji propisuju odgovarajuće oblike i mere. Materijal navrtke je Č1430 ili Č1530.

Provera navrtke se određuje prema izrazima:

$$H \geq \frac{4 \cdot Q \cdot t}{\pi d_3^2 - d_5^2 \cdot p_{doz}} \quad (4.2)$$

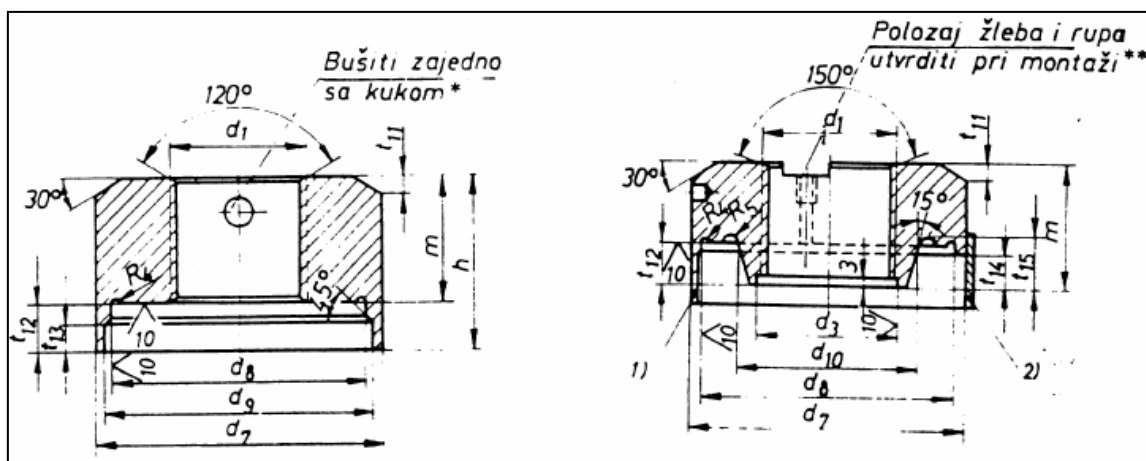
$$H \geq 0,8 \cdot d_3 \quad (4.3)$$

gde su:

H m -visina navrtka,

t m -korak zavojnice (tabela 3.5 i 3.6),

p_{doz} MPa -dozvoljeni površinski pritisak na navoju vrata kuke (tabela 4.1).



Slika 4.2. Navrtke teretnih kuka za dizanje

Tabela 4.1. Dozvoljeni napon za vrat kuke

Vrsta naprezanja	Pogonska klasa dizalice			
	1	2	3	4
Površinski pritisak p_{doz} MPa	35	34	32	30
Istezanje σ_{doz} MPa	60	50	40	30

5. Računski primer

Za industrijski tip kuke za dizanje tereta naveden je princip provere usvojene kuke za definisanu nosivost i visinu dizanja tereta.

Polaznim podaci:

- ❖ Nosivost $m_Q = 16 \text{ t}$
- ❖ Težina tereta $Q = 16 \cdot 9.81 = 157 \text{ kN}$
- ❖ Pogonska klasa II

Na osnovu polaznih podataka, usvojena je jednokraka kuka, od materijala Č1205 čije su dimenzije sa oznakom 7 (usvojena iz tabele 6 za II klasu).

Provera vrata kuke

- ❖ Radni napon zatezanja vrata kuke

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_5^2} \leq \sigma_{doz}$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 157}{\pi \cdot 6.3^2} \leq \sigma_{doz} = 50 \text{ MPa} \Rightarrow 5.0 \left[\text{kN} / \text{cm}^2 \right] \leq 50 \text{ MPa} \Rightarrow 50 \text{ MPa} \leq 50 \text{ MPa}$$

Provera stepena sigurnosti

$$v = \frac{\sigma_{ve}}{\sigma_e} > v_{doz} \Rightarrow \frac{235}{50} > 1.6 \Rightarrow 4.7 > 1.6$$

$$\sigma_{ve} = 235 \left[\text{N} / \text{mm}^2 \right] \text{ - granica razvlačanja za materijal Č1205}$$

$$v_{doz} = N_p \cdot v_v = 1.12 \cdot 1.4 = 1.57 \approx 1.6 \text{ - dozvoljeni stepen sigurnosti}$$

- ❖ Napon smicanja u prvom koraku navoja

$$\tau_s = \frac{Q}{\pi \cdot d_5 \cdot h_3} = \frac{157}{\pi \cdot 6.3 \cdot 0.8} \cdot 9.88 \left[\text{kN} / \text{cm}^2 \right] \approx 100 \left[\text{N} / \text{mm}^2 \right]$$

Provera stepen sigurnosti

$$v = \frac{\tau_{vs}}{\tau_s} > v_{doz} \Rightarrow \frac{165}{100} > 1.6 \Rightarrow 1.65 > 1.6$$

$$\tau_{vs} = 0.7 \cdot \sigma_{ve} = 0.7 \cdot 235 = 165 \left[\text{N} / \text{mm}^2 \right]$$

- ❖ Provera dela kuke u trapeznom preseku A-B na slici 3.12

$$\sigma_e = \frac{F \cdot \rho}{Z} \cdot \frac{\eta_1}{\rho - \eta_1} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{\eta_1}{\rho - \eta_1} = \frac{157}{110} \cdot \frac{1}{0.113} \cdot \frac{6}{12.25 - 6} = 12.125 \left[\frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \right] = 121 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$\sigma_c = \frac{F \cdot \rho}{Z} \cdot \frac{\eta_2}{\rho + \eta_2} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{\eta_2}{\rho + \eta_2} = \frac{157}{110} \cdot \frac{1}{0.113} \cdot \frac{8}{12.25 + 8} = 4.99 \left[\frac{kN}{cm^2} \right] = 50 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

gde su:

η_1 i η_2 - položaji težišta trapeznog preseka

$$\eta_1 = \frac{h_1}{3} \cdot \frac{b_1 + 2b_2}{b_1 + b_2} = \frac{14}{3} \cdot \frac{11.2 + 2 \cdot 4.5}{11.2 + 4.5} = 6 \text{ cm}$$

$$\eta_2 = \frac{h_1}{3} \cdot \frac{2b_1 + b_2}{b_1 + b_2} = \frac{14}{3} \cdot \frac{2 \cdot 11.2 + 4.5}{11.2 + 4.5} = 8 \text{ cm}$$

S- površina poprečnog trapeznog preseka

$$S = b_1 + b_2 \cdot \frac{h_1}{2} = 11.2 + 4.5 \cdot \frac{14}{2} = 110 \left[cm^2 \right]$$

k- koeficijent krivine štapa

$$k = \frac{2 \cdot \rho}{b_1 + b_2 \cdot h_1} \cdot \left[\left(b_2 + \frac{b_1 - b_2}{h_1} \cdot \left(h_1 + \frac{a_1}{2} \right) \right) \cdot \ln \frac{h_1 + \frac{a_1}{2}}{\frac{a_1}{2}} - b_1 - b_2 \right] - 1$$

$$k = \frac{2 \cdot 12.25}{11.2 + 4.5 \cdot 14} \cdot \left[\left(4.5 + \frac{11.2 - 4.5}{4.5} \cdot \left(4.5 + \frac{12.5}{2} \right) \right) \cdot \ln \frac{4.5 + \frac{12.5}{2}}{\frac{12.5}{2}} - 11.2 - 4.5 \right] - 1 = 0.113$$

$$\rho = \frac{a_1}{2} + \eta_1 = \frac{12.5}{2} + 6 = 12.25 \text{ cm}$$

Provera stepena sigurnosti

-

Provera navrtke

$$H \geq 0.8 \cdot d_3$$

$$H \geq 0.8 \cdot 72 \Rightarrow H = 58 \text{ mm}$$

$$H \geq \frac{4 \cdot Q \cdot t}{\pi d_3^2 - d_5^2 \cdot p_{doz}}$$

$$58 \text{ mm} \geq \frac{4 \cdot 157 \cdot 0.01}{\pi 0.072^2 - 0.0632^2 \cdot 34} \Rightarrow 58 \text{ mm} \geq 49.4 \text{ mm}$$

Izabrana kuka zadovoljava predviđene provere.

6. Zaključak

Da bi čovek nešto dobro uradio, najpre mora da razume osnovu, da definiše suštinu problema, tj. da zna odgovor na pitanje “Zašto?”. Pravilno i jasno predznanje je polazna tačka za svaki posao, pa tako i kad je reč o pomeranju tereta.

Ukoliko se vodimo pretpostavkom da je konstruktor, odnosno firma zadužena za projekat, proizvodnju i montažu dizalica adekvatna, posao inženjera je uveliko olakšan. Tada se ne moraju uzimati u obzir nepredviđeni problemi koji bi eventualno mogli da nastanu. Razumevanje strukture, posedovanje potrebnih znanja i iskustava su od velikog značaja jer olakšavaju rad, smanjuju vreme potrebno za ispitivanje i pregled, a samim tim smanjuju troškove, što u većini slučajeva predstavlja i osnovnu stavku u procesu manipulacije teretom.

Inženjer ne sme da svojim radom dovede u opasnost na bilo koji način kako sebe tako ni ostale radnike. On mora da poštuje sva pravila i propise, ostvari opštu sigurnost rada, bez obzira na postavljene zadatke.

Kod transportnih mašina, u sklopu mehanizma za dizanje tereta jedan od najodgovornijih delova je kuka. Kuka predstavlja najuniverzalniji element za prihvatanje komadnog tereta. Pravila i standardi za pravilan izbor odgovarajuće kuke su jasno definisani. Upotreba pojedinih vrsta kuka direktno zavisi od težine tereta, kao i od usvojene koncepcije mehanizma za njegovo dizanje.

Nepravilan i pogrešan izbor kuke može da dovede do oštećenja tereta, pogonskih mehanizama ili okoline u kojoj dizalica radi, pa čak i do velikih nesreća. Zbog svega navedenog, jasna je potreba da se dovoljno vremena posveti procesu pravilnog proračuna elemenata za dizanje tereta, uz poštovanje svih procedura i pravila. Samo na taj način može se ostvariti pravi izbor kuka za dizanje tereta i može obezbediti nesmetano odvijanje transportnih procesa u industriji.

7. Literatura

- [1] Ostrić, Dizalice, Mašinski fakultet, Beograd, 1992.
- [2] R. Mijajlović, Z. Marinković, M. Jovanović, Dizalice, osnove, Gradina, Niš, 1994.
- [3] Miloradović N. Predavanje iz predmeta Osnovi transportnih mašina, 2015.
- [4] Miloradović N. Uputstvo za projektni zadatak iz predmeta Osnovi transportnih mašina, 2015.
- [5] Djuric, Sava, Ljubodrag Djordjevic i Svetlana Veselinovic. Doprinos mehanizaciji radova u poljoprivredi, Mašinski fakultet, Kraljevo 2015.
- [6] Linarić, Z. Leksikon strojeva, 2005.