

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Основи транспортних машина

Број индекса: 44/2012

Владимир Г. Петровић

**Прибори и уређаји за руковање комадним
материјалима**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др. Ненад Милорадовић, доцент-ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене прибора и уређаја за руковање комадним материјалима.
- Прикаже кратак осврт на њихов историјски развој.
- Изврши класификацију, наведе и опише прибор и уређаје за преношење (челична ужад и ланци), прибор за захватање (куке, алке, ушке, хваталке), уређаје типа носећих греда, траверзе, електромагнетне и вакуум уређаје, уређаје за подизање контејнера.
- За изабрани прибор или уређај прикаже принцип прорачуна и за дефинисану носивост и висину дизања терета уради конкретан рачунски пример.

Препоручена литература:

- [1] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [2] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [3] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [4] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Дизалице, основе, Градина, Ниш, 1994.
- [5] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.

Крагујевац, 05.04.2015.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Садржај

Резиме	2
1. Увод.....	3
2. Историјски развој уређаја за подизање комадних материјала.....	5
3. Прибори и уређаји за захтавање комадних материјала.....	7
3.1 Ужад.....	7
3.2 Ланци.....	12
3.3 Привезнице	16
3.4 Куке.....	18
3.5 Уенгије.....	22
3.6 Клешта и хватаљке.....	23
3.7 Хватачи контејнера	27
3.8 Траверза.....	30
3.9 Специјални уређаји.....	31
4. Прорачун	34
5. Закључак	37
Литература	38

Резиме

Циљ завршног рада је упознавање са приборима и уређајима за руковање коадним материјалима. У ове приборе и уређаје спадају: ужад, куке, ланци, хватаљке, клешта, траверзе, носеће греде, спредери. Приказан је кратак осврт на историјски развој, описана је њихова улога, принцип рада и примена и на самом крају прорачун.

Кључне речи: ужад, куке, ланци, носеће греде

Abstract

This final work is introduction with devices equipment and handling of materials. In this equipment and handling include: ropes, hooks, chains, tongs, lifting beams, spreaders. Then he gives a short overview of the historical development, description their role, working principle and use, and finally calculation

Keywords: ropes, hooks, chains, lifting beams

1. Увод

Транспортне машине и уређаји за преношење материјала на краће удаљености имају велики значај у развоју привреде једне земље. Разноврсне конструкције уређаја за дизање и преношење материјала примењују се данас у свим областима, где се може заменити људски рад. Рад се не може замислити без савремених и ефикасних уређаја за дизање и преношење материјала, нарочито тамо где се производња развија и где преношење материјала од места до места чини саставни део технолошког процеса производње.

Транспортни уређаји за дизање и преношење материјала могу се поделити у две основне групе:

- транспортни уређаји прекидног,
- транспортни уређаји непрекидног транспорта

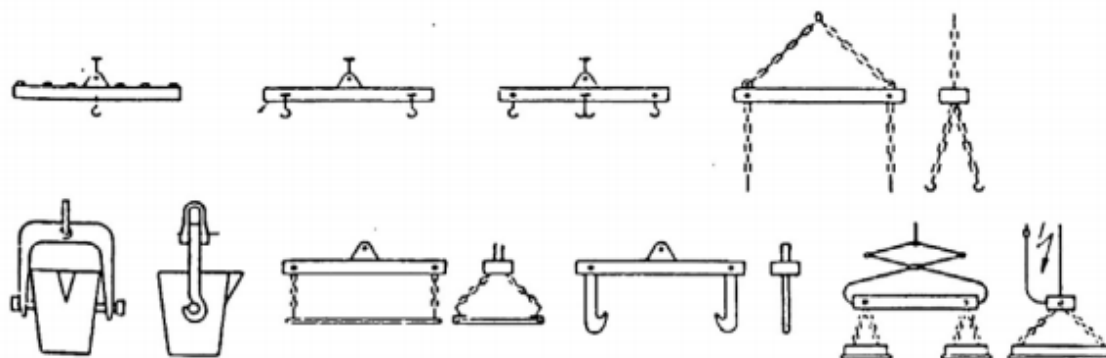
За потребе процесне индустрије од великог је значаја група транспортних уређаја непрекидног транспорта, јер се често јавља потреба за премештањем великих количина комадних материјала у непрекидном току. Операција непрекидног транспорта је заступљена у готово свим индустријским процесима: транспорт сировина, опрема финалног производа итд.

Дизалице, које су намењене преношењу комадних терета у свом машинском делу се састоје од класичних машински елемената: редуктора, вратила, спојница, али и од елемената који могу да се означе као типични делови дизалица јер се искључиво примењују на њима. У ове елементе се убрајају: ужад, куке, котураче, добоши, кочнице точкови и сл. За све њих постоје посебни услови за прорачун и примену.

Уређаји или прибори за вешање терета служе да се терет веже за савитљиви елемент механизма за дизање (уже или ланац), или да се терет захвати самим уређајем и преноси без икаквог даљег везивања.

Ако дизалица треба да диже и преноси терете различите и по облику и по физичким особинама, опремљена је универзалним прибором за вешање терета, ако пак дизалица које треба да преноси одређене терете, једнаке по димензијама тежини и физичким својствима, опремљена је специјалним прибором за захватање терета, који омогућава знатно брже, лакше и једноставније одвијање радних операција утовара и истовара.

Фактори који утичу на врсту транспорта су количина материјала, величина и облик материјала и правац преноса материјала. Уколико је материјал који се транспортује ситнији, сам транспорт се лакше остварује, машине су једноставније, а сам поступак јефтинији [1].



Слика 1.1 Уредјаји и елементи за хватање [1]

Универзални, општи прибори за вешање терета су кука и ужа за везивање терета за куку. Као радни елемент прибора за дизање и преношење комадних материјала употребљавају се:

- ужад или ланци за везивање,
- теретна платформе,
- клешта и хватачи,
- носеће греде.

Постоје и специјални уређаји за захватање терета, а то су:

- електромагнетни подизачи,
- специјалне кофе,
- грабилице.

Основна карактеристика дизаличних машина може бити капацитет или носивост. Капацитет за дизање и преношење терета постаје најважнија, односно примарна карактеристика када је машина саставни део једног низа машина које остварују одређен технолошки процес у производњи. Међутим, у највећем броју случајева најважнија карактеристика је носивост дизалице, тј. највећа тежина терета коју дизалица може подићи.

2 .Историјски развој уређаја за подизање комадних материјала

Историја руковања материјала сеже у далеку прошлост. Различите технике руковања материјалом, различити облици механичких направа, коришћени су током развоја људског друштва. Потреба за руковањем материјалом, била је присутна увек када моћ човека као појединца или групе људи није била довољна за транспорт и подизање тешких терета.

Први изум дизалице настао је у античкој Грчкој (изградња Артемидиног храма у Ефесу, висина стубодва око 90 m, приказано на слици 2.1), за потребе дизање терета при грађевинским радовима код зидања великих храмова.

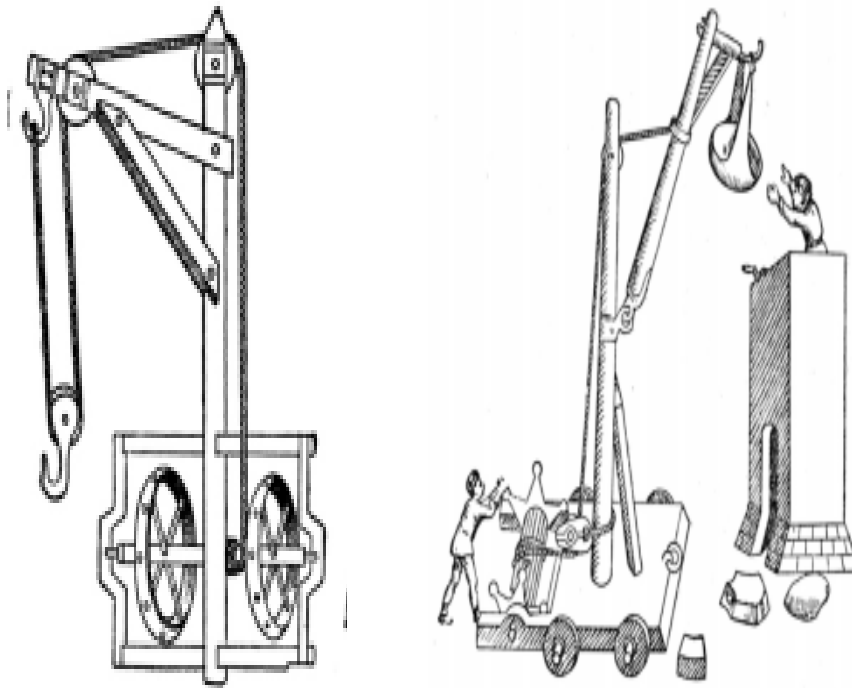


Слика 2.1 Артемидин храм

Култура и градитељство старих цивилизација поставили су захтеве за транспортом и подизањем тешких камених блокова великих димензија за градњу монумента. Као резултат таквих потреба широко су се примењивала ужад, полуге и котураче, што је довело до првих конструкција дизалица.

Стари Египат, 4000-3500 год.п.н.е., први специјални алати за прављење ужади, ужад од трске. Од 2800 год.п.н.е. у Кини се користе кудељна ужад. Наредних хиљада година вештина прављења ужади се проширила у Азији и Европи. Ужад се праве од 50-тих година прошлог века, када почиње примена синтетичких влакана. Током наредних векова у складу са општим развојем технике развијала су се дизалично-транспортна средства.

Основна карактеристика раздобља од почетка индустријске револуције јесте да се за реализацију претоварних операција углавном користила људска снага, а дизалице су се примењивале при руковању терета великих тежине.



Слика 2.2 Уређаји за подизање терета из 15. века

Индустријска револуција с краја XVIII и почетком XIX представљала је почетак фабричке производње. Када је реч о средствима која се данас користе, трена нагласити да се тракасти транспортери развијају почетком индустријске револуције и то прво у млинарству.

Брзи развој индустрије у другој половини деветнаестог и почетком двадесетог века наметну је и брзи развој дизалица и других машина за дизање и преношење делова, робе и осталог материјала. Данас нема области индустрије у којој се не примењују транспортне машине:

- у индустријским халама за премештање делова, материјала, ремонт машина,
- у ливницама за транспорт одливака и материјала,
- у морским и речним лукама за претовар робе,
- у железарама у саставу технолошког процеса и за складиштење руде,
- у грађевинарству, рударству, хидро и термо електранама итд [1].

3. Прибори и уређаји

Сви дизалице имају заједничке елементе помоћу којих се прихватају, вешају или преносе предмети са места на место ради лакшег обављања операције утовара или истовара. У те елементе спадају куке, ужад, ланци, котурови, добоши, идт.

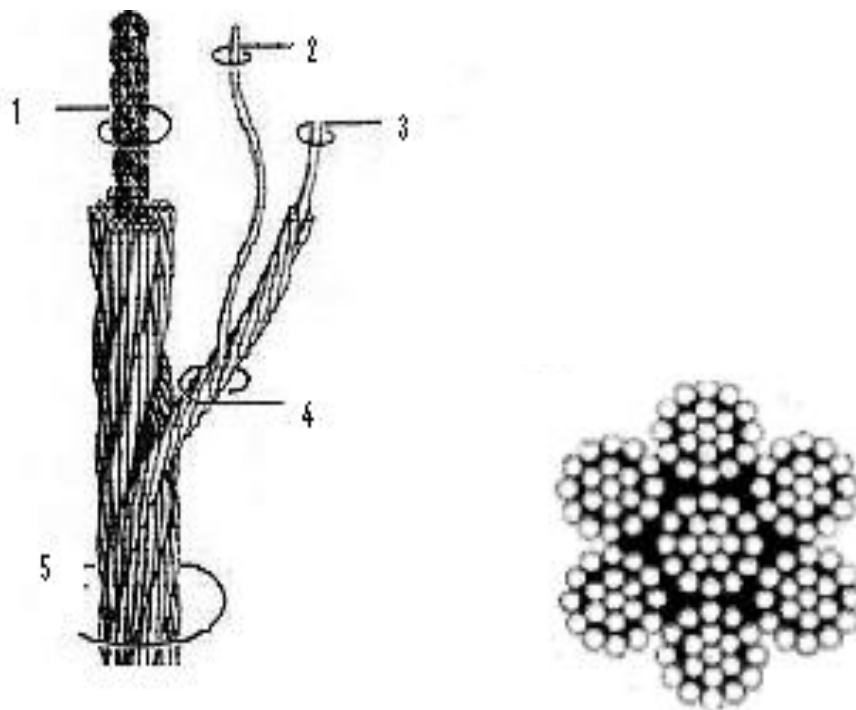
Сви ови уређаји могу се сврстати у две групе: проста средства(прибор) која служе за мануално везивање терета за радни орган дизалице, и посебно прилагођене уређаје који омогућавају директно захватање и одлагање материјала. [1]

3.1 Ужад

Уже је први пут уведено 1834. године у транспортну технику. Стално усавршавање и добро прилагођавање специјалним условима и новим захтевима брзо су ширили област примене на скоро сва транспортна средства, тако да се данас дизалице жичаре, лифтови и др. не могу замислити без ужади.

Основни елементи ужета приказани су на слици 3.1:

1. Језгро
2. Жица
3. Централна жица
4. Струк
5. Уже



Слика 3.1 Основни елементи ужета [1]

Ужад као носиви елемент терета дизалица имају јако велику конструкциону примену, разлог у овоме да су погодна су за везивање комадног материјала,односно терета због своје еластичности и једноставног руковања са комадима различитих физичких особина

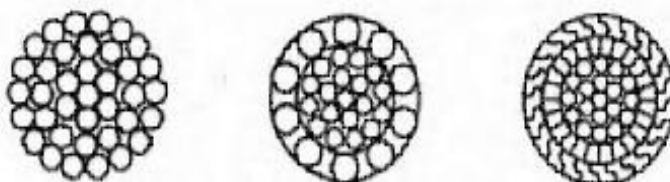
Представљају основне елементе у преношењу материјала и користе се као вучни или носећи елемент. Уже се састоји од танких жица,што услед глатке површине омогућавају кретање без удара и при великим брзинама.

Добра особина ужади је што нису осетљива на преоптерећења и на ударе као нпр. ланци,код којих долази до тренутног кидања. Жица је основни конструктивни елемент ужета,материјал за израду жица добија се у Сименс-Мартин-овим пећима, са садржајем угљеника (0.4-0.5) %.

Ужади се према материјалу израде могу поделити на:

- кудељна ужад,
- челична ужад и
- синтетичка ужад.

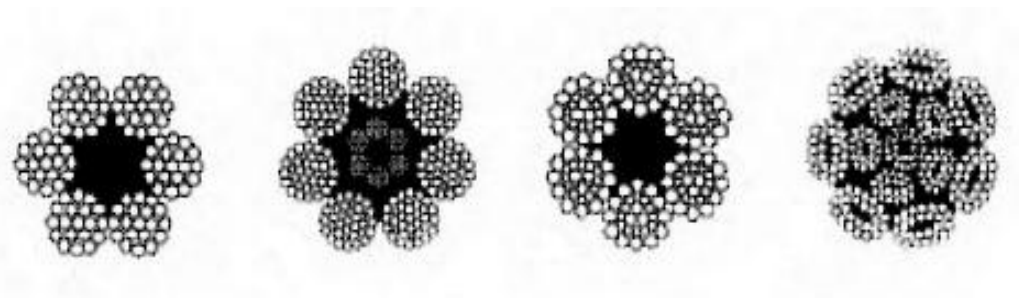
Једна од основних подела ужади по конструкцији је на :једноставно увијена ужад или завојна ужад и двоструко увијена ужад или ужад од струкова. У вишеслојним завојним ужадима је сваки следећи слој увијен у супротном смеру увијања да би се смањило упредање. Због већих пречника жица завојних ужади,ужад су мање савитљива и претежно се употребљавају као стојећа ужад, и погодна су за прихватање великих сила на вучење. Једноставно увијена ужад се изводе као: отворена,полузатворена и затворена ужад,као што је приказано на слици 3.2. [1]



Слика 3.2 Једноставно увијена ужад [1]

Ужад од струкова су двоструко увијена ужад јер се састоје од више струкова, увијених око језгра у уже и могу се поделити на:

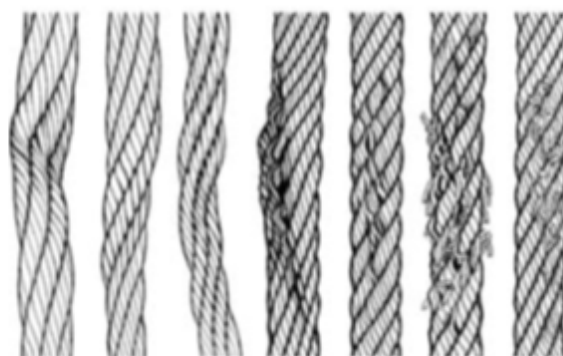
- једнослојно округло уже са језгром од природних влакана,
- једнослојно округло уже са металним језгром,
- једнослојно уже од троугластих струкова,
- трослојно уже од плоснатих струкова (слика 3.3)



Слика 3.3 Уже од струкова [1]

Уже се не употребљава, односно мора бити замењено новим, ако му из било ког разлога нането недозвољено оштећење у виду :

- јаче корозије,
- прекинут један струк ужета,
- услед погрешног руковања настала петља,
- настало видљиво оштећење услед превијања преко неке оштре ивице.



Слика 3.4 Оштећење ужади

Кудељна ужад

Ужад израђена од конопље погодна су за везивање терета, добре особине које кудељна ужад имају су: еластичност, не оштећује терет и не изазивају повреду руковаоца. Задњих деценија кудељна ужад је у великој мери потиснута од стране челичних ужади, а основни недостаци су: ниска носивост, осетљивост на атмосферске утицаје (температура, влага, хемијски утицаји, идт.), релативно кратак век трајања и све већи захтеви ка сигурности транспортних средстава и њихових елемената. Употребљавају се за дизаличне машине са ручним погоном. Чврстоћа кудељних влакана ужета креће се изнад 120 N/mm^2 , али временом механичке особине кудељних ужади опадају под различитим атмосферским утицајем.

Кудељна ужад се примењују у процесу везивања терета за носеће делове дизаличног механизма или као вучни елемент механизма, у ту сврху обично се употребљавају ужади исплетена од четири прамена, али користе се и ужадисплетена од три прамена.

Везивање крајева ужади се обавља на различите начине. За корисника је важно да уже буде правилно везано за конструкцију и да веза одговора захтевима у прописима. Везивање кудељних ужади се обично обавља уплитањем ужета или помоћу ужетне ушице (савијеног ужета у омчу око ужетне ушице)

Кудељно уже се рачуна само на истезање:

$$F_u = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.1)$$

Челична ужад

Код дизаличних машина у својству еластичних уређаја за подизање терета са механизмима на ручни и моторни погон најчешће се примењују челична ужад са упреденим жицама. Жице се на специјалним машинама савијају у струкове, а струкови у ужад. Жице челичних ужади се израђују хладним вучењем уз накнадну термичку обраду тако да се остварује јачина жице на кидање од $R_m=1570,1770,1960 \text{ N/mm}^2$.

Струкови се савијају око средишњег влакна, које се израђује од кудеље, азбеста или меке челичне жице. Избор материјала језгра врши се у зависности од радних услова у којима се примењује уже, при чему језгро служи за потпору струкова у ношењу оптерећења, а уједно унутар истог се таложе подмазујућа средства (мазива).



Слика 3.5 Челична ужад[2]

Осим на истезање, поједине жице челичног ужета напрегнуте су и на савијање приликом преласка ужета преко кутурова и добоша. Савијање жица мало утиче на статичку јачину ужета, оно утиче на појаву замора материјала, услед чега наступа кидање појединих жица.

Приликом оптерећења ужета струкови врше притисак на уже и истискују малу количину мазива, чиме се унутрашње трење између језгра и струкова знатно смањује. Осим тога присуство мазива спречава појаву корозије у унутрашњости ужета. Због тога је потребно челична ужад с времена на време подмазати, како би се унутрашње трење и хабање свело на минимум.

Челична ужад се примењују за различите сврхе, у свим гранама индустрије, а најчешће се користе као:

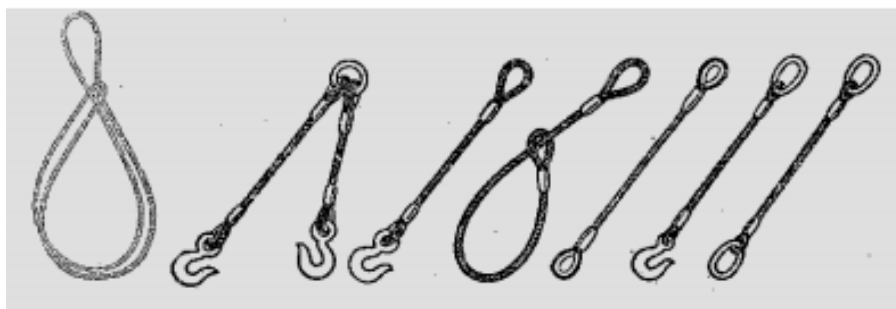
- средства за везивање и дизање терета;
- средства за повлачење терета;
- као возна средства;
- као носива средства.

Произвођачи челичних ужади дају препоруке за сваки случај намене, односно које је њихово уже погодно користити. У свим каталозима произвођача дају табеле (рачунске прекидне силе ужета) у зависности од конструкције, пречника ужета и класе материјала.



Слика 3.6 [2]

Челична ужад за везивање су лакша од ланаца, али имају већу остетљивост при повећаним температурама и због своје веће крутости. На слици 3.7 дат је приказ неколико начина захватања материјала вешањем применом челичних ужади.



Слика 3.7

Прорачун и избор ужета

Основе за прорачун челичних ужата за општу намену утврђене су стандардом SRPS C.H1.022. Избор ужета код индустријских дизалица дефинисан је стандардом SRPS M.D1.070. [3]

Уже се обично прорачунава само на затезање, у случајевима где се очекује брзо замарање материјала ужета потребно је проверити и напрезање ужета на савијање. Избор пречника ужета вршу се на основу израза:

$$F_{kid} = A \cdot R_m = f \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot R_m \geq F_{u \max} = F_u \cdot K \quad (3.2)$$

Где су:

F_{kid} - рачунска сила кидања изабраног ужета (N),

R_m - јачина материјала ужета на кидање (N/mm²),

$F_{u \max}$ - рачунска максимална сила ужета узимајући у обзир погонску класу дизаличних механизма унутар којег делује уже (N),

F_u - максимална сила у ужету,

K - степен сигурности

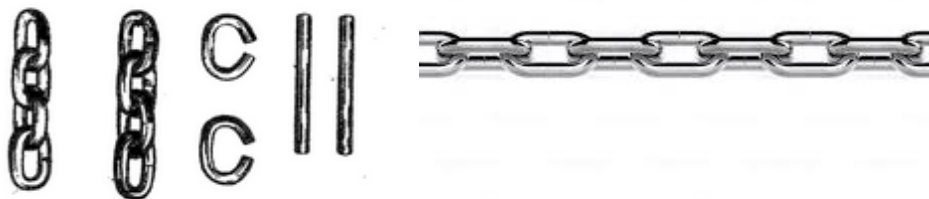
3.2 Ланци

Користе се за дизање или вучу и према намени могу бити заварени и зглобни (галови) ланци. За средња оптерећења примењују се заварени ланци, а за вешање терета веће масе обично се примењују зглобни ланци.

Заварени ланци

Састављени од карика овалног облика, израђених од челика (сл.3.8). Најосетљивије место карика представља место споја карике односно завар. Постоје ланци са дугим и кратким карикама. Ланци са дугим карикама обично се не употребљавају за дизаличне машине ако ланац треба да се намотава на добош јер је

повећано напрезање карика на савијање. Ланци са кратким карикама се деле на калибрисане и некалибрисане.



Слика 3.8 [3]

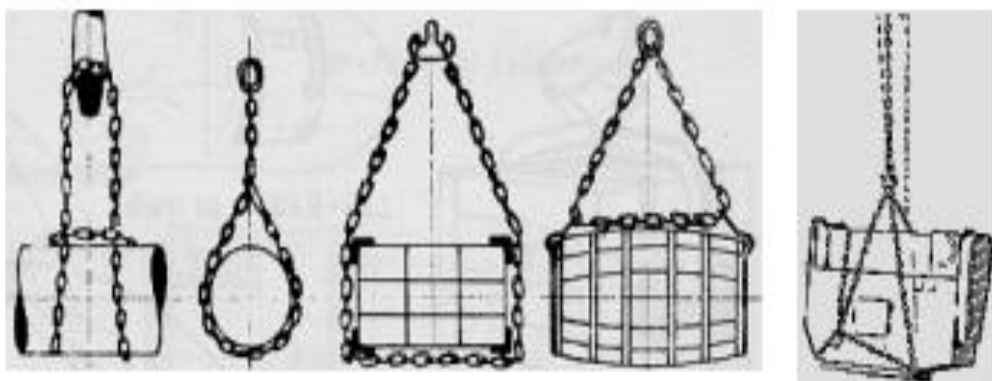
Заварени ланци се ретко користе код дизалица. Калибрисани ланци служе за ручне дизалце мањих носивости и малих брзина дизања (до 0,5m/sec), а некалибрисани углавном за везивање терета за носећи орган.

Зглобни ланци

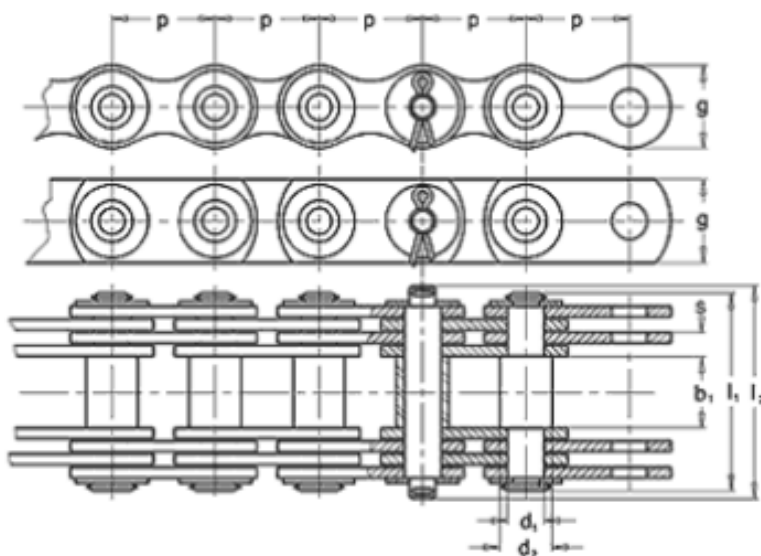
Зглобни ланци имају примену код дизаличних постројења велике носивости и малих брзина дизања. Предност зглобних ланаца над завареним огледа се, пре свега у већој сигурности и у већој савитљивости.

Недостатак зглобних ланаца је у томе што они могу да раде у једној равни, јер се при косом затезању ланца јављају допунска напрезања у ламелама, што може довести до њиховог лома. Допуштено оптерећење зглобних ланаца зависи од брзина кретања која обично износи од 0,2 до 0,3 m/s, док се при већим прзинама дозвољено оптерећење знатно смањује. [3]

Ланци за вешање изводе се са кариком и куком. Стандардима је прописано да сваки ланац има обележену носивост на себи и мора се подвргнути проверавању сваке године. У случају примене ланаца за ношење са три или више кракова постоје таблице у којима се на основу угла вешања бира носивост ланаца. На слици 3.9 дат је приказ неких од примера за вешање терета ланцом за терета различитог облика.

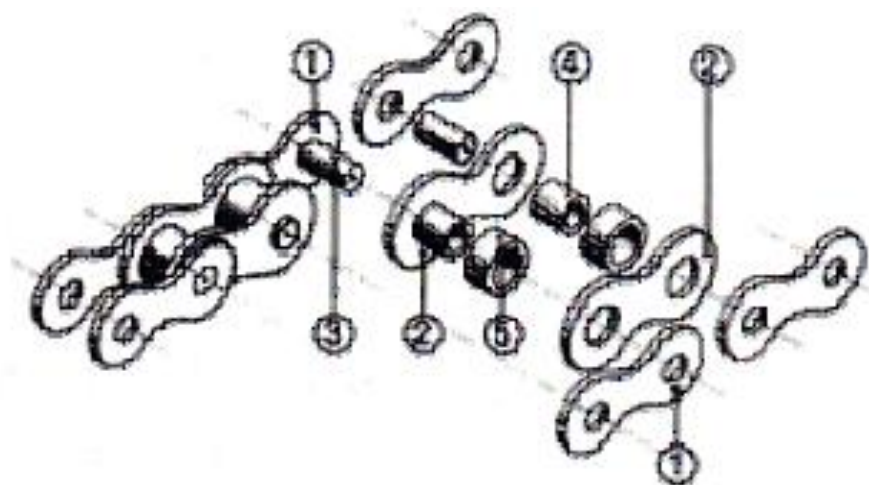


Слика 3.9 Могућности везивања и вешања терета ланцима [3]



Слика 3.10 Изглед зглобних ланаца [3]

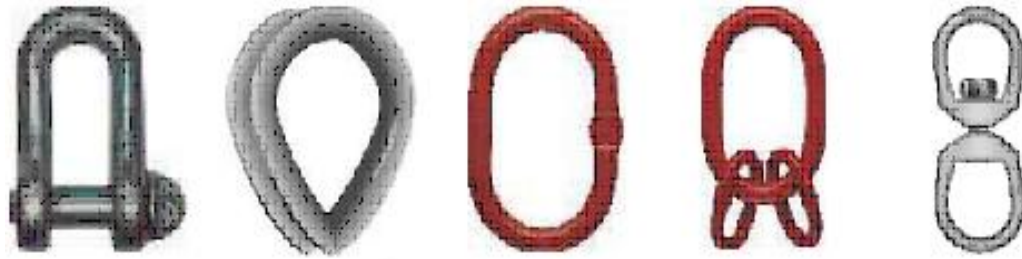
Прорачун зглобних ланаца врши се само на затезање, при чему се усваја степен сигурности који зависи од брзина кретања ланаца. Код ланаца постоје три врсте оптерећења: дозвољено (Q), на истезање ($2Q$), и на кидање ($4Q$), при чему однос добоша и ланчаника треба да износи $D > 20d$ код мануелног руковања и $D > 30d$ код машинског руковања



Слика 3.11 Конструкција зглобног ланца (1. спољашња ламела, 2. унутрашња ламела, 3. осовиница, 4. чаура, 5. ролна) [3]

. Прекидна сила се одређује исто као и код ужади, изузев што је степен сигурности код мануелног рада 3-6,5 а код машинског рада 6-8. Уколико је наступило истезање карике више од 10% од њене дебљине или највише 5% од њене дужине, сматра се да је ланац оштећен и може се извршити његово настављање помоћу специјалних спојница.

Прибор за захватање материјала обухвата велику групу додатних елемената за захватање и преношење, а то су: омче (бескрајно уже, удвојено уже са привезницом) , опасачи(широки траксти са петљом, двојни са носећом гредицом), привезнице (једнокраке, двокраке, трокраке, четворокраке, бескрајно уже). Прибор се израђује од ужади (челична, синтетичка, природна), ланаца за ношење материјала (калибрисани за дизалице, обични, цементирани, побољшани и у последње време, и од синтетичких трака у комбинацији са додатним елементима), слика 3.12.



Слика 3.12Додатни елементи ужади и ланаца [3].

Поређење својства ужади и ланаца

Предности челичних ужади у односу на ланце су :

- имају мању сопствену тежину;
- већа гибкост у свим правцима;
- рад без шума и при великим брзинама;
- већа сигурност, кидање ланаца може да се деси изненада, а у ужади се жице које се налазе на површини ужета кидају брже него оне испод површине, тако да уколико до тога дође то се одмах може видети.

Недостаци челичних ужади у односу на ланце су:

- брже хабање;
- за рад са уждима потребне су знатно веће димензије котурова и добоша.

3.3 Привезнице

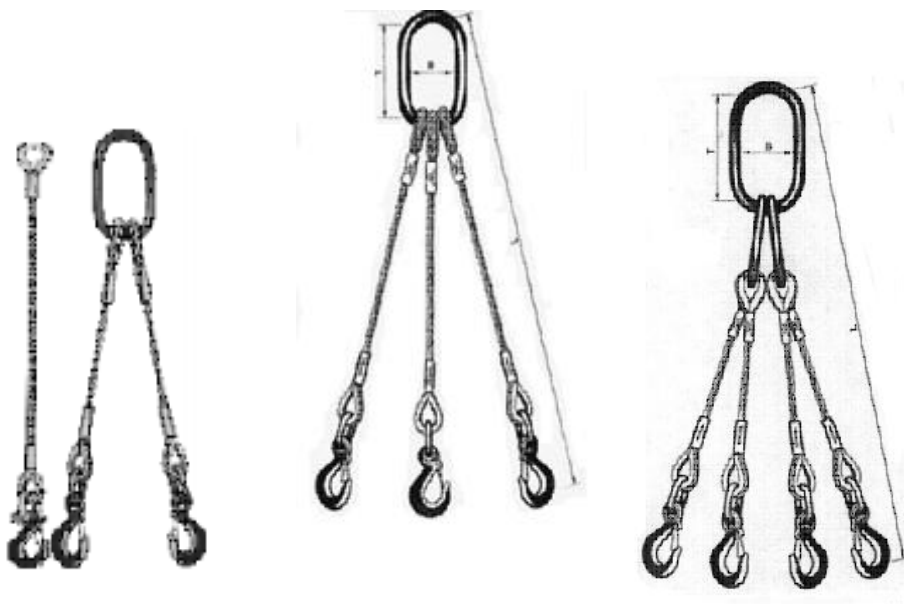
Под привезницама подразумевамо приборе који посредују између куке и дизалице. Привезнице могу бити од:

- челичних ужади,
- ланаца и
- ужади или трака текстилног порекла.

Најмасовнију примену имају привезнице од челичних ужади и оне представљају стандардне приборе практично сваку дизалици. У пракси се ретко користи голо уже или ланац као пробор за везивање, или захватање у претовару. Дозвољено оптерећење једнокраке привезнице, дефинисано је од стране произвођача, а одређено је као $1/8$ рачунске прекидне силе, с називном чврстоћом жица 1570 N/mm^2 . Челична ужад за привезнице по правилу су унакрсно уплетена јер би се код једнокраког преношења терета уже почело расплитати, што скраћује век трајања и угрожава сигурност рада.

Привезнице се израђују као:

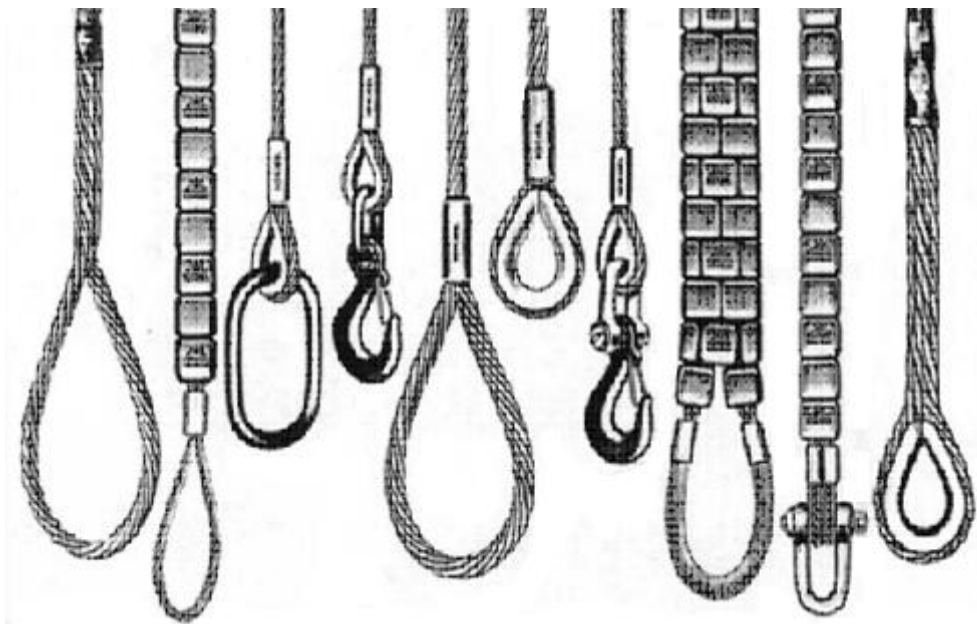
- једнокраке,
- двокраке,
- трокраке и
- четворокраке (слика 3.31).



Слика 3.13 Једнокрака, двокрака, трокрака, четворокрака привезница [4]

На слици 3.14 дат је могући облик једног краја привезнице, као и посебне конструкције привезнице са гуменим уложцима преко два или четири крака ужета, чиме се добија трака. Слика показује уплетену омчу чија је дужина ужета дефинисана техничким прописима у зависности од пречника ужета као и величине омче. Уместо

уплета, омче се праве са пресованом чауром од алуминијумских легура, чиме се добија кратка форма ужке са или без уложака који има за циљ заштиту од хабања.



Слика 3.14 Облици крајева привезнице[4]

3.4 Куке

Куке спадају у универзалне елементне за захватање терета и имају велики број облика израде. Учествоју у процесу вешање терета или се користе као носећи елементи помоћних средстава за пренос терета (траверзе, носеће плоче, грабилице,...). Облик и димензија им зависе од масе терета и условима у којима раде. Кука се најчешће ослања на аксијални куглични лежај, између матице куке на којој висе и гредице, која омогућава ротацију око вертикалне осе, а тиме и риковање за 360 степени.

Носивост стандардних кука за диталице одређује се према погонским класама: I класа (3 kN до 25 kN), II класа (2,5 kN до 20 kN), III класа (2 kN до 16 kN), и IV класа (1,25 kN до 12,5 kN). Сопствена маса стандардних кука износи 0,6 до 77 килограма. Израђују се ковањем, ливењем или у склопу од неколико ламела од материјала Č1330, Č1331, Č1205. Коване куке су знатно јаче и сигурније од ливених кука.

Куке се могу поделити у три групе:

- једнокраке куке,
- двокраке куке,
- ламеласте.



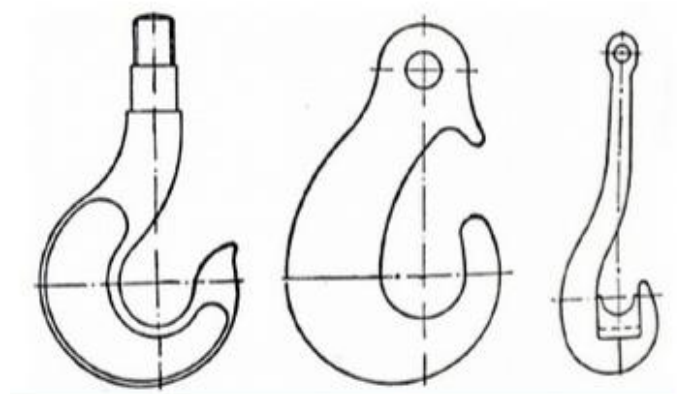
Слика 3.15 Изглед куке[5]

Једнокраке куке

Најчешћи елемент са којим се сусрећемо у пракси. Њен облик је подесан за пребацивање ужета или ланца којим је везан терет, чиме се скраћује време потребно за вешање терета за дизалицу, као и за његово скидање. На делу врата кука је округлог попречног пресека, а на крају на једном делу врата има навој, који преко навртке омогућава везу куке са траверзом.

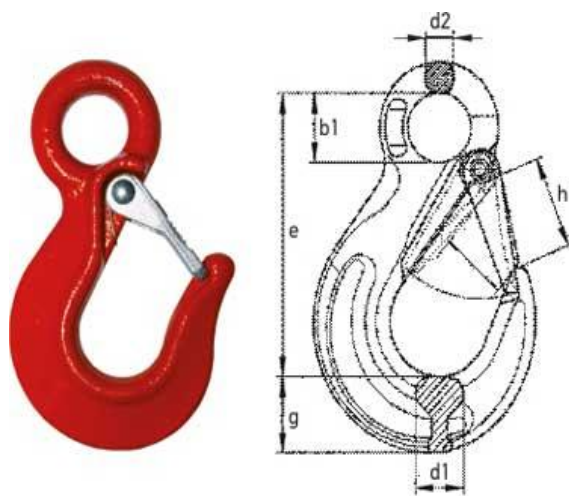
При избору димензије куке треба водити рачуна о да је њена тежина некористан терет која дизалица мора дизати, због тога и димензије куке морају имати најмање потребне вредности при одређеном и прописаном степену сигурности.

У пракси се користе многи облици једнокраких кука, на следећој слици приказан је изглед коване куке, куке са ушицом и ламеласти кука.



Слика 3.16 Изглед кука

Врат куке пролази кроз отвор траверзе, а преко навртке и аксијалног лежаја преноси на куку оптерећење, док закривљени део куке има трапезни попречни пресек при чему је унутрашња страна шира. За мање количине терета користе се и модификоване конструкције.



Слика 3.17 Једнокрака кука

Ламелесте куке

Ламеласте куке састављене су од ламеле-лимова дебљина (16-35мм). Ламеласте куке најчешће се примењују унутар дизаличних постројења. Имају сличан геометријски изглед као коване куке, при чему су састављене од неколицине ламела. Између појединих ламела остављен је размак или материјал са лошом температурном проводљивошћу како би се онемогућило распрострањање топлоте међу суседним ламелама. Главни разлог примене овог типа кука у температурским отежаним условима је добијање сигурности унутар процеса рада. Тако у случају појаве напрслине једне ламеле, остале могу да пренесу терет док се кука не замени.

Двокраке куке

Двокраке куке се користе за веће терете. Веће и гломазније терете лакше је везати за куке са два крака. Ову куку је теже изградити него куку са једним краком.



Слика 3.18 Изглед двокраке куке[5]

Прорачун куке

Приликом прорачуна најпре се према носивости и режиму рада, односно погонске класе бира стандардна кука, а затим се врши провера радних напона у опасним пресецима.

У тачним инжењерским прорачунима кука се третира као криви штап чији је врат напет на истезање, навој на смицање, а савијени део на комбиновано напрезање (савијање и истезање).

Истежање врата куке рачуна се према образцу :

$$\sigma = \frac{4*Q}{\pi*d^3} \leq \sigma_{doz} \quad (3.3)$$

Ивични напони савијања у пресеку А-В дати су под претпоставком да терет дејствује у центру кривине слика 3.19:

- код једокраких кука вертикално,
- код двокраких кука на оба крака под углом од 45° у односу на вертикалу.

За једнокраке куке ивични напони се израчунавају из израза:

$$\sigma = \frac{F*p}{Z} * \frac{\eta_1}{\rho-\eta_1} = \frac{F}{S*k} * \frac{\eta_1}{\rho-\eta_1} \frac{N}{mm^2} \quad (3.4)$$

$$\sigma = \frac{F*p}{Z} * \frac{\eta_2}{\rho+\eta_2} = \frac{F}{S*k} * \frac{\eta_2}{\rho+\eta_2} \frac{N}{mm^2} \quad (3.5)$$

За двокраке куке ивични напони су:

$$\sigma = \frac{F*p}{2Z} * \frac{\eta_1}{\rho-\eta_1} = \frac{F}{2S*k} * \frac{\eta_1}{\rho-\eta_1} \frac{N}{mm^2} \quad (3.6)$$

$$\sigma = \frac{F*p}{2Z} * \frac{\eta_2}{\rho+\eta_2} = \frac{F}{2S*k} * \frac{\eta_2}{\rho+\eta_2} \frac{N}{mm^2} \quad (3.7)$$

где је:

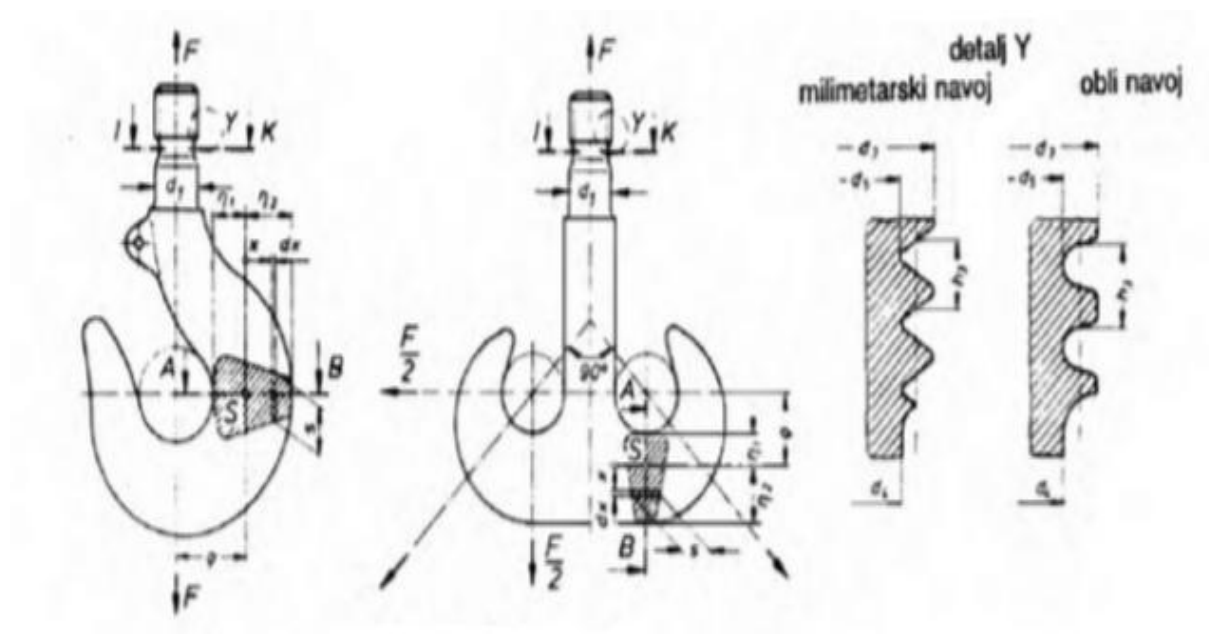
F = Q – сила сизања,

S- површина попречног пресека,

k- коефицијент који узима у обзир кривину штапа и зависи од облика попречног пресека,

ρ- крак силе,

η₁ и η₂ – растојање тежишта од ивичних оса.

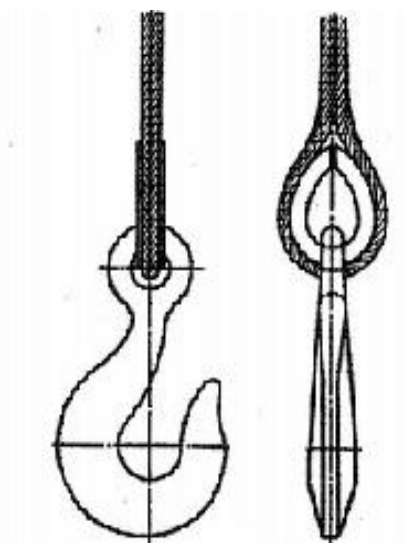


Слика 3.19 Оптерећење, потребне величине и обележавања за прорачун куке

Остваривање везе између куке и ужета

Најједноставнији начин остварења везе између куке и ужета је спајање помоћу спајалице, где се због заштите ужета од хабања на носећем делу поставља специјална карика профилисаног пресека.

У случајевима када се кука директно везује за о челично уже, врат куке не завршава се цилиндричним делом, на коме је нарезана завојница, већ отвором прстенастог облика, коро који се провлачи крај ужета слика 3.20.



Слика 3.20

Потребан број спајалица одређује се на основу силе затезања свих завртњева, образцем:

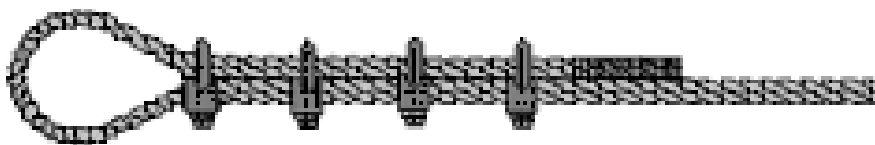
$$F \cdot w = \frac{c \cdot F_u}{2}, \quad F \cdot w = \frac{c \cdot F_u}{2w} \quad (3.8)$$

F_u - сила у ужету (N);

F - потребна сила затезања свих завртњева (N);

$w \approx 0,35$ - коефицијент специфичног отпора проклизавања ужади;

$c \approx 1,25$ - коефицијент сигурности;



Слика 3.21 Спајалица за ужад

3.5 Узенгија

Употребљавају се за подизање веома великих терета, могу бити затвореног типакване узенгије и зглобне узенгије. Узенгија (стрепен) као посебан уређај користи се код руковања материјала већих маса из безбедоносних разлога, јер не може доћи до откачињања прибора од овог уређаја слика 3.22.

Основна предност над кукама је у малој тежини. Да би се терет окачио о узенгију потребно је да се уже провуче кроз отвор узенгије. Хоризонтални део узенгије је чврсто везан за њене бочне стране, па и њих напреже савијањем.

Што се тиче прорачуна узенгије, прорачунава се методом под претпоставком да се момент савијања хоризонталног дела:

$$M_s = \frac{Q \cdot l}{6}, \quad (3.9)$$

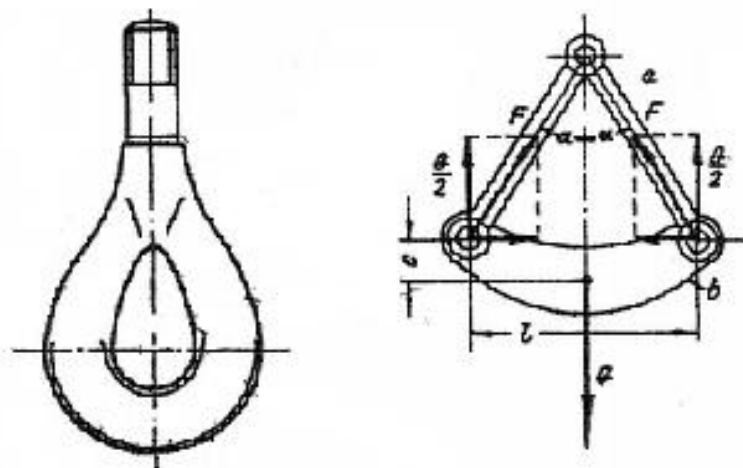
а момент на местима везе бочних страница са хоризонталним делом:

$$M_s' = \frac{Q \cdot l}{12}. \quad (3.10)$$

где су:

Q - терет који се диже,

l – дужина хоризонталног дела узенгије.



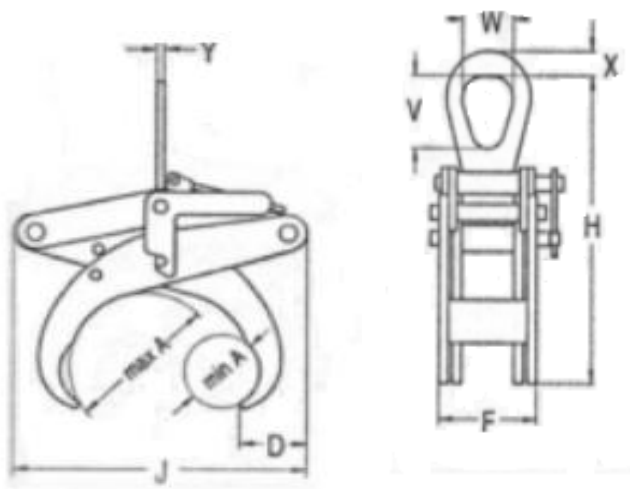
Слика 3.22 Узенгија

3.6 Клешта и хваталјке

За транспорт комадног терета, поред ужади и ланаца, користе се још клешта и хватачи. Клешта су нарочито погодна за пренос цевастих елемената док хваталјке дозвољавају рад и са плочастим и са линијским елементима.

Користе се за различите облике материјала (бурад, бунтове лимова, сандуке, бале, табле, цеви, бетонске цеви и др.) и спадају у групу софистицираних уређаја за захватање код дизалица, у односу на конвенционална средства, чиме се обезбеђује значајно квалитетнија реализација процеса рада, а тиме и снижавање трошкова рада.

За полупроизоде округлог попречног пресека праве се хваталјке са маказистим механизмом (слика 3.61). Користе се и на складиштима бетонских полупроизода ка на пример за претовар канализационих цеви и сл.



Слика 3.23 Хватаљке за профиле [6]

Основни предуслов за примену клешта и хватаљки јесте да материјали имају дефинисан геометријски облик који омогућава налегање папуче и задовољавајући ниво коефицијента трења на површини додир папуче и материјала. Хватаљке у односу на клешта имају само једну покретну папучу и релативно малу ширину отвора и као такве користе се за хватање и преношење плочастих и округлих материјала у хоризонталном и вертикалном положају.



Слика 3.24

Хватаљке за вертикални пренос лимова имају носивост 10 kN до 50 kN, сопствене масе од 5,5 до 120 килограма, распон хватања до 60 милиметра. Зупци чељусту морају се утиснути у плочу која се подиже слика. За постизање минималне захватне силе потребно је да терет буде тежак најмање 10% од назначане носивости одговарајуће хватаљке. Дизање фрикционим и назубљеним хватаљкама је брзо јер је прихватање готово тренутно, а пренос безбедан јер отпуштање блокирају сигурносни уређаји које ослобађа радник на месту прихватања.



Слика 3.25 Хватаљке за вертикално подизање

Хватаљке за хоризонтални пренос имају носивост 10 kN до 60 kN, сопствене масе 12 до 170 kg и распон хватања од 100 до 300 mm.

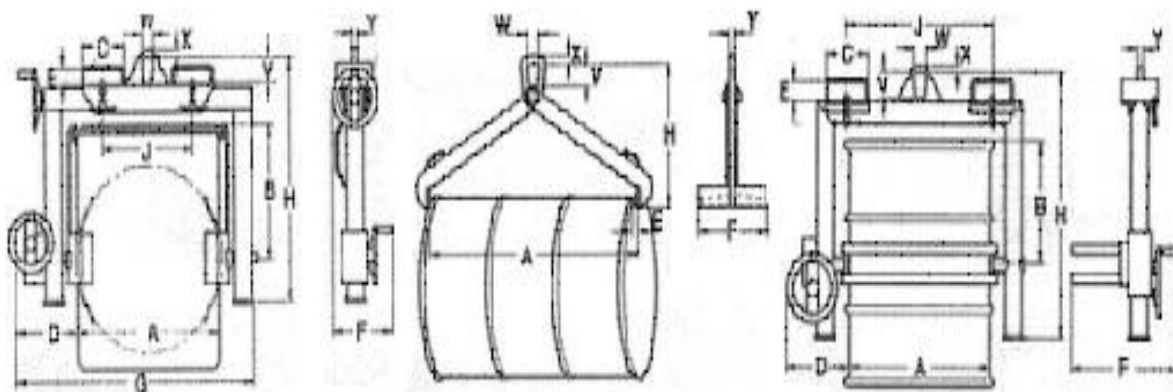
Постоје специјални типови хватаљки: са сигурнодним механизмом за пренос широких распона, дебљина и облика материјала, хватаљке с предстежањем за изузетно тешке профиле, носивости од 10 kN до 90 kN, хватаљке за жицу односно, хватање крајева жице код повлачења.

Пнеуматски хватачи

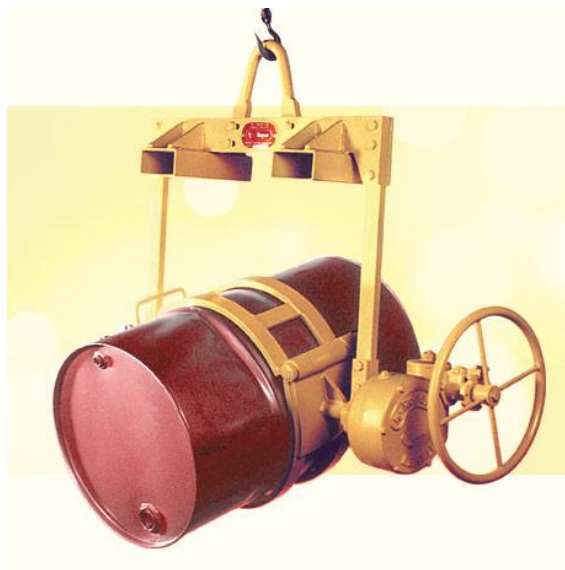
Пнеуматски хватачи су идеални прибори за захват и претовар стакла, а могу се користити и за манипулацију са лимовима свих материјала, каменим плочама...

Подпритисак између хватача и терета је основа за коришћење, и он се остварује вакуум пумпама. Пнеуматска инсталација садржи поред пумпе, резервоар са вакуумом и вентила за управљање. Различите врсте гумених заптивки условљене су хватачима који само дижу хоризонталне или вертикалне терете, где вакуум остварује силу трења са заптивком и преко ње уз силе смицања преноси се терет.

На оваквим уређајима постоји сигнализације у случају пада подпритиска као упозорење од опасности да падне терет. За жичане полупроизводе који се у великим дужинама транспортују у преносим колувовима (бунтовима) постоје захватана средства са маказастим механизмом где се стежањем споља или изнутра (трењем или делимичним деформисањем) преносе масе и до 3 тона. На слици 3.26 дати су неки од могућих конструкција прибора за захватање буради, са стежањем по ободу у сегментима или са прстеном који се отвара и ручно стеже испод обода бурета.



Слика 3.26 Прибори за манипулацију са бурадима



Слика 3.27[6]

Клешта

Користе као полужни механизам код кога се сила повећава преко повећања крака полуге и то тако да нормална сила буде већа два до четири пута од масе материјала. Клешта могу да буду с даљинским и без даљинског управљања, с центричним или ексцентричним захватом, различитих носивости од 0,5 kN до 18 kN, сопствене масе од 400 до 2700 килограма, ширине или пречника материјала од 580 до 1200 милиметра.



Слика 3.28 Клешта[6]

3.7 Хватачи контејнера

Основни захтеви за манипулисање теретним контејерима су :

- да контејнер и сва опрема која се користи при његовој употреби мора се адекватно обезбедити одржавање њихове техничке исправности
- врата, поклопци, затварачи, покретни или склопиви делови, као и сва неучвршћена опрема морају се сигурно учврстити



Слика 3.29 Хватач контејнера

Контејнери и полуприколице се померају различитим захватаним уређајима, који се деле у две групе :

- носећи рамови, са мануелним постављањем и непосредним захватањем контејнера преко челичних привезница, слика 3.30.



Слика 3.30[7]

- носећи рамови (спредери), са електрохидрауличким (самоподешавајући) постављањем за захватање контејнера, слика 3.31



Слика 3.31[7]

Захватни уређаји из прве групе користе се у процесима у којима се појављује релативно мали број контејнера, при руковању празних контејнера и углавном контејнерима средњих величина.

Хватачи контејнера првенствено имају за циљ:

- претовар контејнера
- стабилизацију контејнера на превозним средствима свих видова граница
- узајамно учвршћивање контејнера

Спредер

У логистичким центрима с великим протоком контејнера, по правилу се користе телескопски спредери са могућношћу прилагођавања дужини контејнера од 20, 30, 40 и више стопа, јер омогућавају активно захватање и одлагање контејнера с даљинком командом.

Због различитих потреба манипулисања са контејнерима, конструисане су многобројне варијанте спредера:

- спредери без и са могућности подешавања и
- топ-спредери, бочни спредери, чеони спредери.



Слика 3.32 Изглед спредера

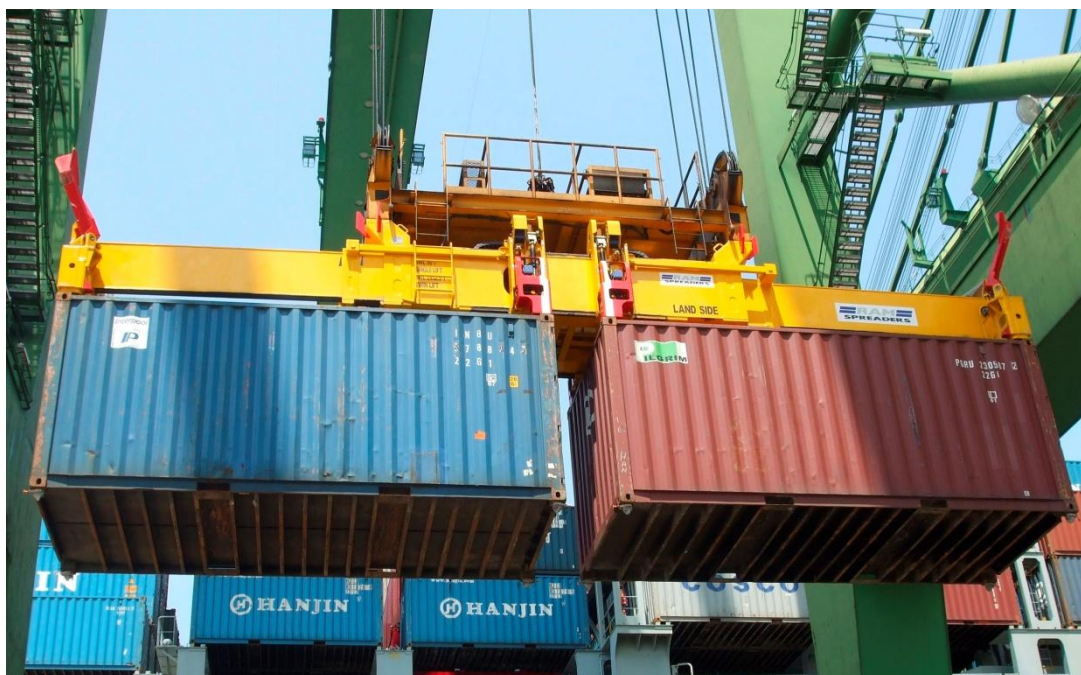
Спредери које се не могу подешавати имају такав оквир за подизање терета где је растојање ротационих чепова фиксно подешено за одређену величину контејнера.

Спредери који се могу подешавати имају оквир, односно ротационе чепове који се хидрауличким путем могу подесити и прилагодити свакој величини контејнера.

Топ-спредер се састоји од једног оквира за подизање терета опремљен са четири ротациона чепа који улазе у горње науглице контејнера.

Бочни спредер је опремљен оквиром за подизање терета који има само два ротациона чепа и који се намешта на дужу страну контејера. Помоћу чеоног спредера контејнерима се манипулише са чеоне стране, захватањем за две горње и две доње науглице.

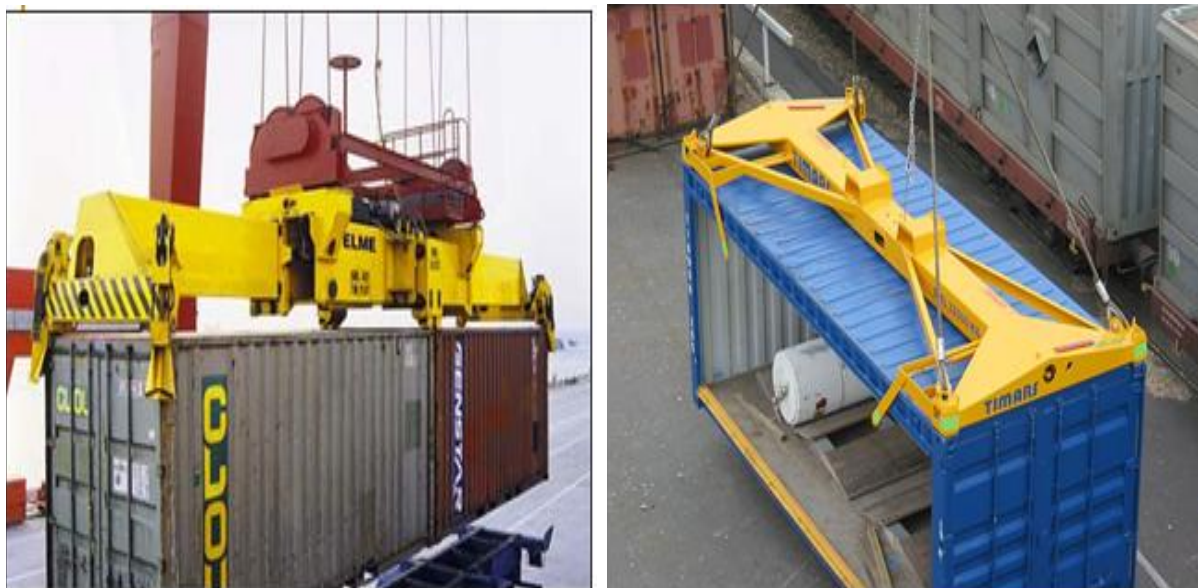
Телескопски спредер могуће је користити на свим втстама контејнера. Стандардни распон је развијен да одговора на већину задатак за манипулацију. На слици 3.33 дат је изглед спредера.



Слика 3.33

Масе спредера износе од 7 до 10 тона. Постоје и спредери за бочно хватање контејнера. Комбиновани спредери с клештама, захваљујући плочастом облику уређаја за хватање, имају повољне функционалне карактеристике од класичних спредера, јер остварују руковање контејнера, полуприколицама и сандуцима.

Масе ових спредера износе до 12,7 тона. Поред ових спредера, у великим поморским лукама користе се спредери који могу да захвате у исто време два до четири контејнера од 20 стопа.



Слика 3.34 Хватачи контејнера[7]

3.8 Траверза

Траверзе представљају специјални облик алата за захватање и пренос материјала у хоризонталном и вертикалном положају. Употреба носивих греда препоручују се за дизање терета великих димензија, уколико је при дизању потребан посебан опрез.

Производе се у две основне варијенте: кукасте са вертикалним качењем и вешалицама и постоје траверзе са косим качењем. Траверзе су носеће конструкције у комбинацији са кукама, привезницама, електромагнетима и вакум хватачима.

Носивости си од 5 kN до 100 kN, распони хватања од 1500 mm до 10000 mm, и сопствене масе од 250 kg до 600 kg.

На слици 3.81 дат је приказ траверза са једним ланцем пребаченим преко система ланчаника чиме се омогућава да свака тачка вешања има исту силу.



Слика 3.35 Носећа греда[7]



Слика 3.36 Изглед траверзе[7]

3.9 Специјални уређаји за захватање терета

Магнети

Користе се за феромагнетне материјале (било који облик-лимови, округли попречни пресеци, профили, старо гвожђе), који нема мангана више од 5 % могу се користити магнети као средство за преношење терета. Заједничко својство свих магнета је зависност носивости од облика и стање терета. Магнетни уређаји директно се каче на куку или на траверзу, појединачно или са више повезаних магнета. Обезбеђују захваћање како шипкастих, тако и равних плочастих материјала слика 3.37.



Слика 3.37 Изглед магнета[8]

Електромагнети

Електромагнети се користе за дизање и премештање терета са магнетним особинама. Тело магнета може да буде ваљкастог (цилиндричног) облика који су погодни за руковање кабастим материјалима већих маса због бољег дејства електромагнетне силе по дубини, док су магнети правоугаоног облика погодни за руковање профила мањих маса, због бољег дејства силе по већој површини материјала. Предност електромагнета је у лаким хватању и брзом и једноставном спуштању терета, што се постиже укључивањем или искључивањем струјног тока. На основи тога уштеди се време потребно за везивање и одвезивање предмета, па је и радни елемент скраћен, односно повећан је капацитет дизалице.



Слика 3.38

У пракси, најраспрострањенији су електромагнетни хватачи цилиндричног облика са пречницима хватања од 400 mm до 2000 mm и носивошћу од 10 kN до 25 kN. Да би се повећала села електромагнета при дизању предмета са неравном површином, служе специјални магнети са покретним пипцима, који се увлаче у неравнине предмета, и на тај начин спречавају да падне терет.



Слика 3.39 Изглед магнета[8]

Један од недостатака електромагнета је да имају велику тежину, те је и утолико смањена носивост дизалице. Други недостатак електромагнетних подизача је у томе да представља опасност да терет падне уколико дође до прекида струје, да би се постигла потпуна безбедност уграђује се посебна батерија која обезбеђује држање материјала у затеченом положају до 20 минута.

Сила дизања електромагнета зависи од облика, димензија, хемијског састава и температуре терета који се диже. Највећу силу дизања има електромагнет при дизању вњеликих предмета са глатким површинама, ако терет има неправилан облик, сила електромагнета опада.



Слика 3.40[8]

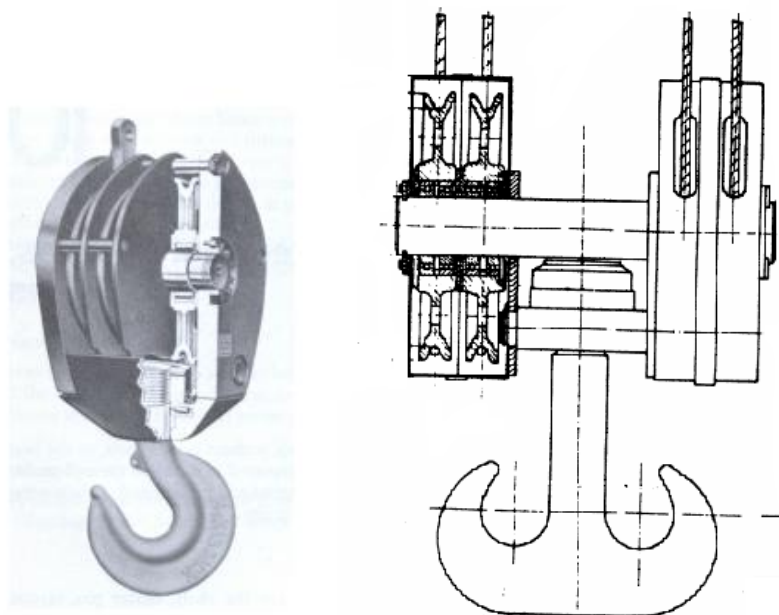
4. Прорачун доње котураче

Избор котураче се врши на основу носивости и погонске класе дизалице, усваја се носивост куке $Q = 35 \text{ t}$, и погонска класа 3(трећа).

$$m = 35000 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot g = 35000 \cdot 9,81 = 313290 \text{ N} = 313,29 \text{ kN}$$

Усваја се котурача са четири котура, са осам кракова ужета.



Слика 4.1 Котурача

Пречник котура се израчунава на основу израза:

$$D_k \geq \left(\frac{D}{d} \right) \cdot d_u \quad (4.1)$$

$\frac{D}{d} = 22$ – минимални однос пречника котурова и ужад (усваја се на основу погонске класе, у овом случају је трећа погонска класа)

Да би се израчунао пречник котура, мора се израчунати прво пречник ужета.

Пречник ужета:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot S \cdot F_u}{f \cdot \pi \cdot R_m}} \quad (4.2)$$

$S = 6,3$ – stepen sigurnosti za treću pogonsku grupu,

$F_u \text{ [N]}$ – sila zatezanja užeta i računa se prema izrazu:

$\eta_k = 0,98$ – stepen iskorišćenja

$$F_u = \frac{Q}{u_k \cdot \eta_k} = \frac{313,29}{8 \cdot 0,98} = 39,96 \text{ kN} = 39960 \text{ N}, \quad (4.3)$$

$f = 0,455$ – faktor ispune užeta,

$R_m = 1570 \text{ N/mm}^2$ – granica kidanja materijala.

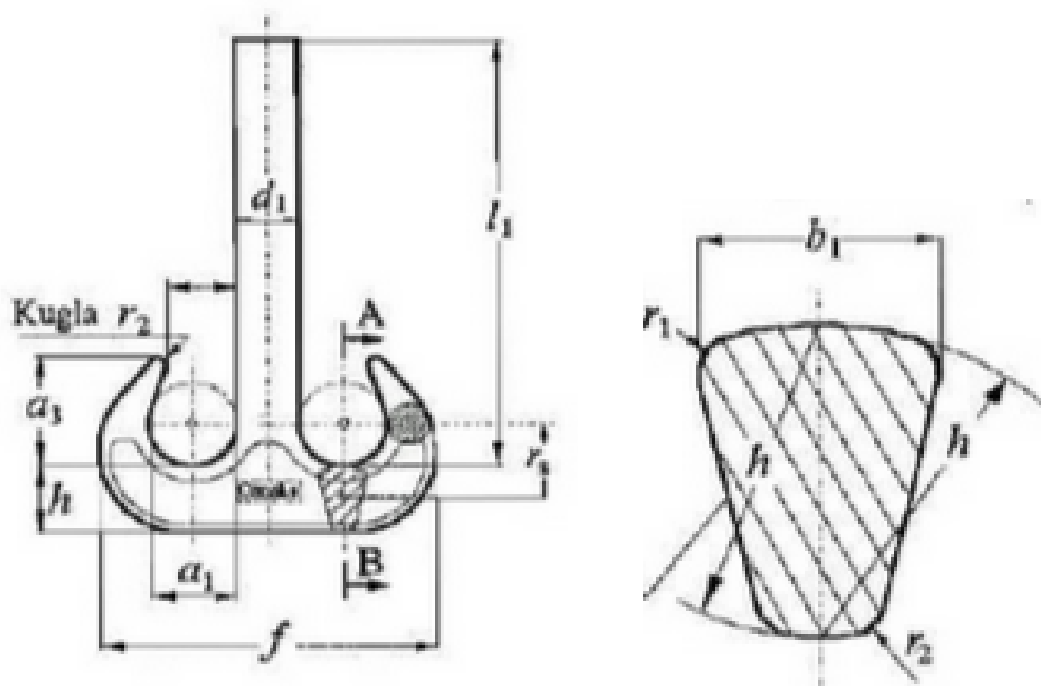
$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 6,3 \cdot 39960}{0,455 \cdot 3,14 \cdot 1570}} = 21,18 \text{ mm} \quad d = 22 \text{ mm} \quad (4.4)$$

На основу усвојеног пречника ужета сада се израчунава пречник котура:

$$D_k \geq \left(\frac{D}{d}\right) \cdot d_u = 22 \cdot 22 = 484 \text{ mm} \quad (4.5)$$

Прорачун куке

Основни облици и димензије кука су стандардизовани (SRPS M.D1.143-SRPS M.D1.146). Што се тиче прорачуна прво се на основу носивости и погонске класе бира стандардна кука, а затим се врши провера радних напона у опасним пресецима.



Слика 4.2 Димензије двокраке куке

Усваја се носивост куке $Q = 35 \text{ t}$, и погонска класа 3(трећа) и на основу носивости одређују се геометријске величине куке

$$m = 35000 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot g = 35000 \cdot 9,81 = 313290 \text{ N} = 313,29 \text{ kN} \quad (4.6)$$

Величина отвора куке рачуна се :

$$a1 = 8 \cdot \sqrt{Q} = 8 \cdot \sqrt{313,29} = 141,6 \text{ mm} \quad (4.7)$$

$$a2 = 0,8 \cdot a1 = 0,8 \cdot 141,6 = 113,28 \text{ mm} \quad (4.8)$$

Димензионисање куке у пресеку А-А, В-В:

$$b1 = bu = 6,7 \cdot \sqrt{Q} = 6,7 \cdot \sqrt{313,29} = 118,59 \text{ mm} \quad (4.9)$$

$$b2 = bv = 0,41 \cdot a1 = 0,41 \cdot 141,6 = 58,05 \text{ mm} \quad (4.10)$$

$$h = 8,5 \cdot \sqrt{Q} = 150,45 \text{ mm} \quad (4.11)$$

Димензионисање куке у пресеку В-В

$$b3 = bu = 6,7 \cdot \sqrt{Q} = 6,7 \cdot \sqrt{313,29} = 118,59 \text{ mm} \quad (4.12)$$

$$b4 = bv = 0,41 \cdot a1 = 0,41 \cdot 141,6 = 58,05 \text{ mm} \quad (4.13)$$

Димензионисање челичног дела куке

$$d1 = \frac{20}{3} \cdot \sqrt{Q} = 118 \text{ mm} \quad (4.14)$$

$$d3 = 5,7 \cdot \sqrt{Q} = 100,89 \text{ mm} \quad (4.15)$$

Врат куке је оптерећен на затезање, а провера напона врши се на месту најмањег попречног пресека:

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^4} \leq \sigma_{doz} \quad (4.16)$$

σ_{doz} - дозвољени напон на затезање (за погонску класу 3 усваја се дозвољени напон на затезање да је 50 Мра).

$$d_4 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \sigma_{doz}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 313290}{3,14 \cdot 50}} = 89,34 \text{ mm} \quad (4.17)$$

Провера напона у пресеку А-А :

$$\sigma = \frac{Fn}{A} + \frac{Ms}{S} \cdot \frac{r - rn}{r} \quad (4.18)$$

$$r = ru1 = \frac{a1}{2} = \frac{141,6}{2} = 70,8 \text{ mm} \quad (4.19)$$

$$r = rv = ru1 + h = 70,8 + 150,45 = 221,25 \text{ mm} \quad (4.20)$$

$$A = \frac{b1 + b2}{2} \cdot h = \frac{118,59 + 58,05}{2} \cdot 150,45 = 13287,74 \text{ mm}^2 \quad (4.21)$$

$$Fn = \frac{Q}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad \alpha = 45^\circ \text{ - максимални угао вешања}$$

$$Fn = 507,45 \text{ kN}$$

$$es1 = \frac{h}{3} \cdot \frac{b1 + 2b2}{b1 + b2} = 66,71 \text{ mm} \quad (4.22)$$

$$rs1 = ru1 + es1 = 70,8 + 66,71 = 137,51 \text{ mm} \quad (4.23)$$

$$r_{n1} = \frac{A_1}{\frac{b_1 \cdot r_{v1} - b_2 \cdot r_{u1}}{h_1} \cdot \ln \frac{r_{v1}}{r_{u1}} - (b_1 - b_2)} \quad (4.24)$$

$$r_{n1} = \frac{13287,74}{\frac{118,59 \cdot 221,25 - 58,05 \cdot 70,8}{150,45} \cdot \ln \frac{221,25}{70,8} - (118,59 - 58,05)} = 88,5 \text{ mm}$$

$$e_1 = r_{s1} - r_{n1} = 137,51 - 88,5 = 49,01 \quad (4.25)$$

$$M_s = -F_{n1} \cdot r_{s1} = -507,45 \cdot 137,51 = -69779,45 \quad (4.26)$$

Напон на унутрашњим влакнима

$$\sigma_{uA} = \frac{F_{n1}}{A_1} + \frac{M_s}{A_1 \cdot e_1} \cdot \frac{r_{u1} - r_{n1}}{r_{u1}} = \frac{507450}{13287,74} + \frac{-69779,45}{13287,74 \cdot 49,01} \cdot \frac{70,8 - 88,5}{70,8} = 38,189 \text{ МПа} \quad (4.27)$$

Напон на унутрашњим влакнима куке у пресеку А-А је мањи од дозвољеног, што значи да димензиони пресек А-А задовољава

Закључак

Прибори и уређаји за подизање материјала примењују се још у далекој прошлости. У оквиру овог завршног рада описани су прибори и уређаји за захватање различитих врста коадних материјала. Дата је њихова улога и примена. Основни елементи су ужад, ланци у куке. Уже представља као што је већ поменуто основни елемент за подизање материјала, и користи се као вучни или носећи елемент. Ланци се најчешће примењују код дизалица великих носивости и малих брзина дизања. Једна од битних предности ужади у ондосу на ланце је да имају мању сопствену тажину, као и већу гипкост при преносу материјала. Оно што је добро код ланаца у односу на уже је мање хабање. Кука служи за вешање терета, али се може користити и као носећи елемент постављен на уређаје као што су траверзе, носеће греде и сл. Траверзе служе за захватање материјала у хоризонталном и вертикалном положају, и најчешће се користе за дизање терета великих димензија. У раду су приказани и остали прибори, а то су: привезнице, узенгије, хваталке и клешта. Сви ови прибори и уређаји који су наведени и описани у раду користе се за све захватање и премештање коадних материјала различити облика димензија и маса.

Литература

- [1] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [2] <http://www.abarelto.hr/index.html> (приступ 13. 08. 2015.)
- [3] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989
- [4] <http://www.lampone.rs/priveznice.html> (приступ 22. 08. 2015.)
- [5] <http://www.lumbertrans.com/proizvod/kuke-i-gambeti-za-podizanje-tereta/beta-utensili/kuka-za-teret-800-kg-8064s-800/080640107> (приступ 25. 08. 2015.)
- [6] http://www.giveng.com/Hooks_Tongs.php (приступ 1. 09. 2015.)
- [7] <http://www.zagros.si/trgovina/traverze/> (приступ 6. 9. 2015.)
- [8] <http://www.magneti-indenna.si/ba/magnetna-dvigalna-tehnika> (приступ 8. 9. 2015.)
- [9] <http://www.alatiimasine.com/proizvod/paletni-hidraulicni-viljuskar-paletar-25t-ks-tools/> (приступ 11. 09. 2015.)