

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: 56/2014

Филип С. Андрејевић

Мосне дизалице за рад са грабилицама **завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

Датум одбране: _____

1. Др Ненад Милорадовић, доцент - ментор

Оцена: _____

2. _____

3. _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене прибора и уређаја за руковање расутим материјалима и да кратак осврт на њихов историјски развој.
- Изврши класификацију, наведе и опише грабилице као основне уређаје за транспорт расутих материјала.
- Прикаже метод прорачуна и принцип рада грабилице са једним, односно са два ужета.
- За изабрани тип грабилице 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, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.

Крагујевац, 01. 03. 2017.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Резиме

Тема овог дипломског рада су мосне дизалице за рад са грабилицама. Мосне дизалице имају облик моста по чему су и добиле име, оне представљају једне од најважнијих врста дизалица. Могу се користити за пренос терета у аутоиндустрији, ваљаоницама, машиноградњи, индустрији папира, индустрији стакла, бродоградњи, авиоиндустрији итд. Код мосних дизалица се као захватни уређаји могу користити грабилице, куке, кофе, електромагнети итд. У зависности од носивости и распона, мосне дизалице постоје у виду једногредних, двогредних и висућних мосних дизалица. Грабилице представљају најосновнији захватни уређај код дизалица које преносе растресит материјал. У зависности од начина отварања и затварања чељусти разликују се грабилице са једним ужетом, грабилице са два ужета, моторне и специјалне грабилице.

Кључне речи: мосна дизалица, носивост, захватни уређаји, грабилице.

Abstract

Topic of this thesis are bridge cranes for work with grab buckets. Bridge cranes are in shape of a bridge where they got their name from, and they represent one of the most important type of cranes. They can be used for load transport in car industry, rolling mills, paper industry, glass industry, shipbuilding, plane industry etc. With bridge cranes as a grabbing device we can use grab buckets, hooks, pails, electromagnets etc. Depending from load capacity and range there are different types of overhead cranes, like double girder bridge crane, single girder bridge crane and top running bridge crane. Grab buckets are one of the most important grab devices for use with cranes that transport loose materials. Depending from the way of opening and closing buckets there are grab buckets with one rope, grab buckets with two ropes, motorized and special grab buckets.

Key words: bridge crane, load capacity, grabbing devices, grab buckets.

САДРЖАЈ

1.УВОД	1
1.1 Историја коришћења дизалица	1
1.2Врсте дизалица	3
2.УРЕЂАЈИ ЗА ЗАХВАТАЊЕ ТЕРЕТА	6
2.1Куке	6
2.2Узенгије	6
2.3Електромагнети	7
2.4Кофе	8
3.ГРАБИЛИЦЕ	9
3.1Грабилице са два ужета	9
3.2Грабилице са једним ужетом	11
3.3Моторне грабилице	12
3.4Специјалне грабилице	14
4.МОСНЕ ДИЗАЛИЦЕ	16
4.1Главни делови мосне дизалице	18
4.2Врсте мосних дизалица	20
4.3Погон мосних дизалица	22
4.4Преглед мосних дизалица	26
4.5Испитивање мосних дизалица	27
5.ПРИМЕР ПРОРАЧУНА МЕХАНИЗМА ЗА ДИЗАЊЕ ТЕРЕТА СА ГРАБИЛИЦОМ	29
6.ЗАКЉУЧАК	32
7.ЛИТЕРАТУРА	33

1.УВОД

У данашњем свету дизалице имају веома велику примену у свим индустријским гранама, и као такве имају велики значај у развоју индустрије. Под појмом дизалице подразумевају се покретни и непокретни транспортни уређаји који раде на ручни и моторни погон. Дизалице представљају транспортне уређаје прекидног транспорта у хоризонталној и вертикалној равни, оне су намењене за дизање и спуштање висећег терета, са или без његовог преношења. Већина дизалица је подешена за рад са куком или грабилицом, међутим постоје и многа друга захватна средства.

Дизалице припадају великој породици транспортних уређаја који по својој конструкцији, намени, извођењу, месту на коме се користе и техничким карактеристикама могу бити разноврсни. На основу овога врши се подела дизалица на разне начине – према начину рада, према правцу дејства, положају, броју покрета, месту употребе итд.

Дизалице се због своје разноврсне конструкције данас користе свугде где може да се замени људски рад. Данас се не може замислити савремена производња у било којој индустријској области без њихове примене. Дизалице се морају подвргнути периодичном испитивању сваке године, а потпуном испитивању након трогодишњег рада. Прегледи и испитивања дизалица имају за циљ да установе да ли се дизалица налази у исправном стању које обезбеђује њен безбедан рад. Дизалице су претежно направљене за хоризонтално померање изузетно тешких предмета [1]. У зависности од типа дизалице, њоме се може руковати ручно и електричним или пнеуматским погоном. Делови који се могу наћи у претоварним машинама, тј. дизалицама су ужад, ланци, катури и катураче, добоши, кочнице, електромотори, редуктори, спојнице, разна захватна средства итд. [2]. Жичано уже и челични ланац су се користили тек од 1800-их година, док се производња електричне дизалице јавља тек од почетка 19. века. Први тип електричне дизалице је произведен и имплементиран у Немачкој.

1.1 Историја коришћења дизалица

Сагледавајући велике и познате светске грађевине, може се закључити да су људи користили широк спектар ручно прављених уређаја који су претходили данашњим дизалицама. Сматра се да модел најстарије дизалице потиче из Египта, пре 4.000 година. Ова дизалица се састојала од дрвета и канапа, звала се шадуф и њена улога је била премештање и подизање великих посуда са водом. Шадуф се састојао од дугачке, окретне греде која је била уравнотежена на вертикалној подлози. Одређена врста терета са великом тежином (најчешће камен) је био причвршћен са једне стране, док је посуда са водом била причвршћена са друге стране греде. Данас је могуће наићи на шадуф у појединим деловима Египта и Индије [1].



Слика 1: Шадуф [3]

Развојем млинова, већ у првом веку почиње појава нових врста дизалица, које се користе снагом људи или запрежних животиња. Овакве врсте дизалица су се састојале од дрвене греде са ротирајућом базом. Битан напредак у развоју дизалица десио се у средњем веку, када је хоризонтална стрела постављена на греду. Стрела је постављена тако да је омогућено њено окретање, при чему је повећан дохват и радијус дејства дизалице. Ово је резултирало доста олакшаним изградњама грађевина [1].



Слика 2: Пример дизалице из средњег века [4]

Коришћење дизалица је наставило да се ослања на људску и животињску снагу све до средине 19. века, када су развијени парни мотори.

До краја 19. века у погон дизалица почињу да се убацују први модели мотора са унутрашњим сагоревањем као и електрични мотори. Током прве половине двадесетог века, Европљани и Американци су почели да развијају дизалице на различите начине. У Европи, где је већина дизалица била коришћена у градовима са уским улицама, дизалице су се градиле у облику високих, витких торњева, где би се главна греда и оператер који управља дизалицом налазили на врху торња. Ове дизалице су обично покретали електромотори.

За разлику од Европљана, у САД-у су се дизалице користиле на локацијама које су биле далеко од стамбених подручја. Такве дизалице су се градиле на конструкцијама које су биле покретне, што је омогућавало лако премештање дизалица са једног места на друго. Ове покретне дизалице су радиле уз помоћ мотора са унутрашњим сагоревањем. Током 1950. године почиње производња јаким модела челика, што доводи до експанзије у производњи снажних и висококапацитетних дизалица. Овде се први пут јављају дизалице са веома дугачким гредама које би се качиле на камионе или гусеничаре. Данас се у целом свету на многим градилиштима користе разне врсте мобилних и грађевинских дизалица [1].

1.2.Врсте дизалица

Дизалице се могу разврстати у више категорија по различитим критеријумима који се јављају у раду са њима. С обзиром на режим рада дизалица разликујемо четири погонске класе:

- лаку (дизалице са релативно кратким радним временом и релативно малим оптерећењем),
- средњу (дизалице за општу употребу у радионицама и складиштима),
- тешку (дизалице које раде са честим релативним оптерећењем и честим укључивањем механизма у рад) и
- врло тешку (дизалице са врло тешким погоном, са великим релативним оптерећењем, са јаким ударима и дизалице које раде на високим температурама) [5].

Дизалице се према конструктивном облику класификују у више група – грађевинске, конзолне, стубне, мосне, порталне, полупорталне, аутодизалице, чекрци, котураче итд.



Слика 3: Аутодизалица (лево) и стубна дизалица са стрелом (десно) [5]



Слика 4: Грађевинска стубна дизалица [5]

Са аспекта реализације логичких процеса најзначајније су:

- Рамне,
- Лучке – порталне и
- Мосне.

Рамне дизалице – ове врсте дизалица су првенствено намењене за реализацију различитих претоварних задатака са комадном и расутом робом на отвореном простору. Рамне дизалице имају доста сличности са мосним дизалицама, основна разлика је да је код рамних дизалица шинска стаза за кретање спуштена у ниво оперативне површине. Такође конструкција која носи главне носаче дизалице на шинску стазу се ослања преко четири ноге. Распон код рамних дизалица може бити од 12 до 50 метара. Постоје два различита облика рамних дизалица:

- са обртно-покретном надградњом на којој се налази стрела и
- са стандардним колицима које се користе и код мосних дизалица [6].



Слика 5: Рамна дизалица [6]

Порталне-лучке дизалице – ове дизалице представљају једно од најстаријих облика дизаличних постројења. Порталне дизалице се састоје од просторног крутог рама (портала) и обртне надградње са покретном стрелом.

У зависности од распона и носивости портала врши се избор порталних дизалица са три или четири ноге. Носивост порталних дизалица се креће од 32 kN до 400 kN, висина дизалице са подигнутом стрелом се креће од 40 до 60 метара [6].



Слика 6: Портално-лучка дизалица [6]

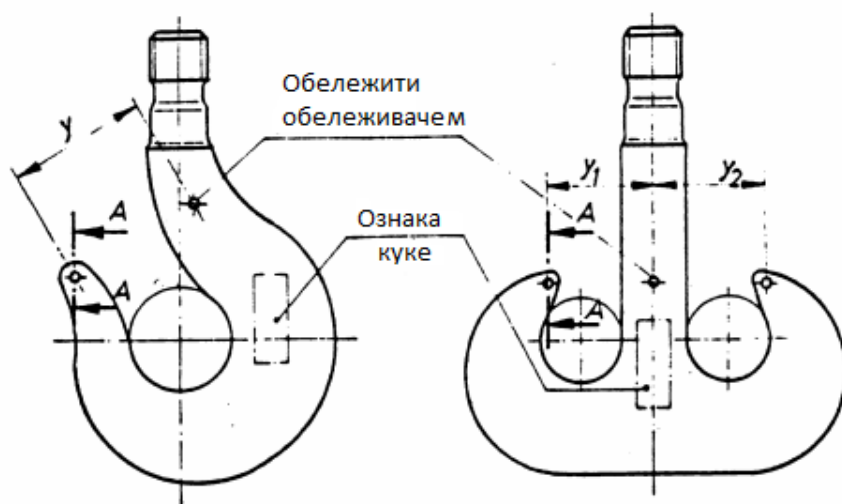
2. УРЕЂАЈИ ЗА ЗАХВАТАЊЕ ТЕРЕТА

Приликом рада са дизалицама срећу се различите врсте терета који се подиже – од грађевинских материјала, контејнера, сировина, упакованих магацинских производа, па све до аутомобила, великих греда или огромних посуда које у себи садрже расути материјал. Како би се обавио безбедан и успешан транспорт терета преко дизалица, потребно је поседовати потребан уређај за захватање и пренос терета. У пракси се најчешће срећу следеће врсте уређаја за захватање терета – куке, узенгије, електромагнети, кофе и грабилице [5].

2.1 Куке

Куке припадају универзалним елементима за захватање терета. Могу се израђивати у различитим облицима, постоје једнокраке, двокраке, ламеласте, пресоване куке са ушком, коване итд. Основни облици и димензије кука су стандардизовани. Од свих врста највише се примењују коване куке, зато што су погодне за све врсте терета.

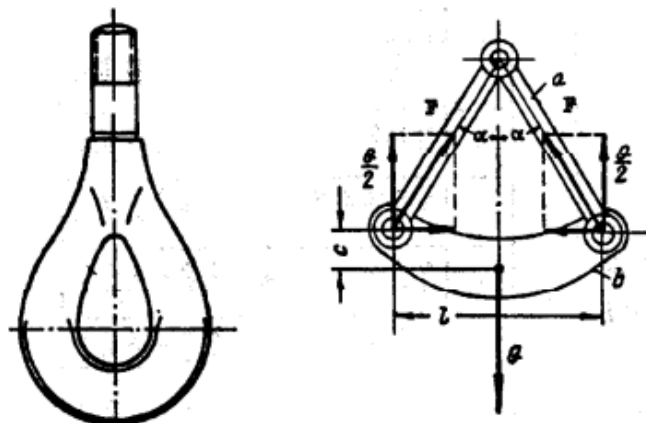
За израду кованих кука се највише користе нискоугљенични челици гарантованог хемијског састава. Након ковања куке се обавезно термички обрађују, у циљу смањења заосталих напона. Ламеласте куке се могу састојати од 4 до 10 ламела и највише се примењују у челичанама и ливницама. Двокраке куке се углавном користе приликом транспорта споријих виšekратно обешених терета великих маса [5].



Слика 7: Шематски приказ коване теретне куке [5]

2.2 Узенгије

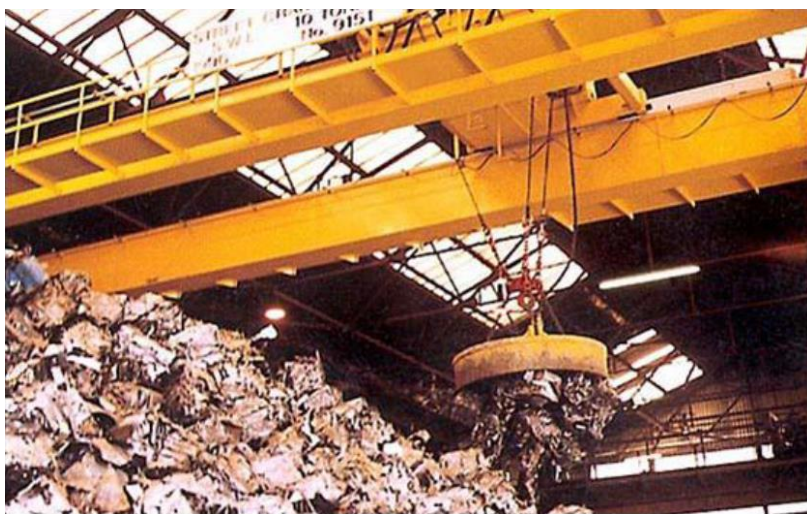
Узенгије представљају захватно средство које се користи за пренос терета веома великих маса, преко 100 t. Узенгије се према конструкцији деле на коване и зглобне. Предност узенгија је у њиховој релативно малој тежини, а њихов недостатак јесте потреба да уже којим се везује терет мора проћи кроз отвор узенгије [5].



Слика 8: Шематски приказ узенгије [5]

2.3 Електромагнети

Ови уређаји за захватање терета у себи садрже магнете који привлаче све металне елементе и материјале са феромагнетним особинама (нпр. гвоздене шипке, опиљке, шине, лимове, ваљане профиле итд.). Ови уређаји за хватање терета функционишу помоћу напајања једносмерном струјом [7].



Слика 9: Приказ електромагнета у току рада [7]

Електромагнети функционишу тако што се материјал који је потребно пренети захваљујући магнетним пољима веома лако везује за електромагнет, а затим се материјал отпушта са уређаја за дизање. Лако прикупљање материјала представља главну предност електромагнета. Велики недостатак електромагнета је у њиховој величини, тј. самој тежини магнета [5]. Магнет који је закачен на дизалицу мора бити веома добро причвршћен. Поред овог недостатка, постоји још један који се испољава током нестанка струје, тада терет слободно пада што може довести до повреде радника који се налазе у близини. Ово се може решити тако што се за случај нестанка електричне енергије унутар електромагнета постављају батерије које морају имати довољно капацитета да терет не падне са електромагнета, већ да се полако спусти на површину [8].

Још један недостатак се огледа у испадању терета са магнета, уколико део терета није довољно ушао у магнетно поље. Присуство људи око магнета у процесу преношења је забрањено, да не би дошло до повреда услед пада терета. Електромагнети поседују силу дизања. Ова сила доста зависи од самог облика, хемијског састава, димензија и температуре терета који се диже. Уколико се дижу терети неправилног облика то утиче на смањење силе дизања, док при 8% мангана и температури предмета преко 700°C сила дизања опада до нуле [5]. Највећа ефикасност електромагнета се јавља при дизању великих металних терета са равном површином. Уколико површина терета није равна, сила се знатно смањује [8].



Слика 10: Електромагнет за дизање терета [8]

2.4 Кофе

Ова захватна средства се употребљавају за пренос расипних материјала. Конструкције кофа могу бити различите, тако имамо кофе које висе на куки и које се саме истоварују, затворене, отворене, кофе које не садрже додатне уређаје итд. Кофа не може сама да изврши захватање материјала, па је неопходан уређај за засипање кофа материјалом. Носивост кофа може бити и до 10 m³ [5]. Кофа се састоји од два главна дела која су повезана заједничким зглобом [8].



Слика 11: Изглед кофе [5]

3.ГРАБИЛИЦЕ

Грабилице представљају најосновнији помоћни уређај код дизалица које преносе велике количине растреситих материјала [5]. Грабилица се састоји од две транспортне чељусти које се сопственом тежином заривају у материјал терета, обухватају га и преносе га на одређено место за истовар. Грабилице представљају најбољи уређај за захватање терета зато што преносе терет без накнадног рада, било машинског или ручног [8]. Једна од највећих грабилица на свету се налази у Ротердамској луци у Холандији и њена нето тежина је 50 тона, док је тежина дизалице на којој се налази 85 тона [7].



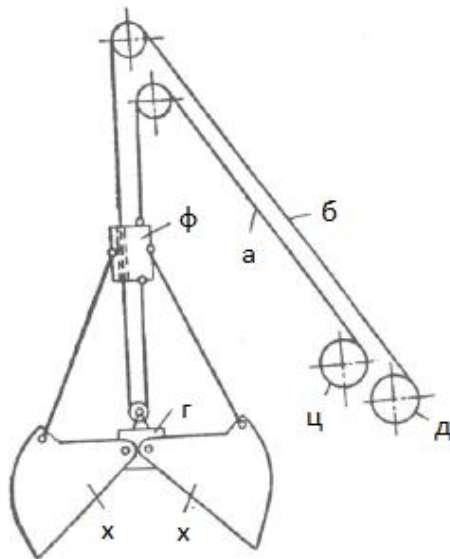
Слика 12: Грабилица [7]

У зависности од начина отварања и затварања чељусти грабилице, оне се деле на грабилице са два ужета, грабилице са једним ужетом, моторне грабилице и специјалне грабилице [9].

3.1Грабилице са два ужета

Код ове врсте грабилица се затварање чељусти и делимично дизање пуне грабилице обавља уз помоћ само једног ужета, док друго уже поред делимичног дизања пуне грабилице држи исту на одређеном месту за време отварања чељусти. Из поменутог разлога машина за погон грабилице мора имати два добоша који могу радити независно и заједно један са другим [8].

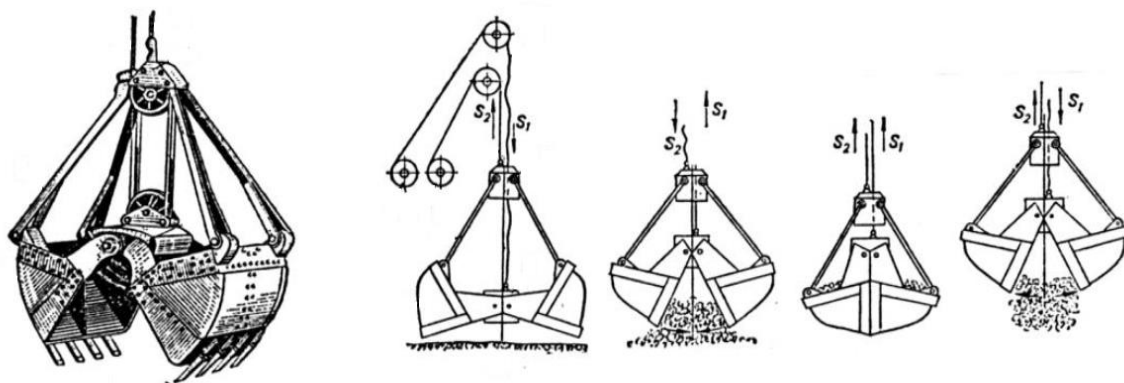
На слици 13 је приказана грабилица са два ужета (а – уже за дизање и држање, б – уже за затварање и дизање, ц – добош за дизање и држање, д – добош за отварање и дизање, ф – горња глава, г – доња глава, х – чељусты грабилице) [5].



Слика 13: Двоужетна грабилица. [10]

Начин рада двоужетне грабилице:

- отварање грабилице (уже “а” је непокретно, уже “б” удаљава главу “г” од главе “ф”)
- затварање и захватање (уже “а” је непокретно а уже “б” се покреће и приближава главу “г” у односу на главу “ф”)
- дизање или спуштање пуне грабилице (уже “а” и уже “б” се крећу навише или наниже) [5].



Слика 14: Приказ рада грабилице са две чељусты [9]

Захватање материјала граблицом се састоји из више фаза, у првој фази се граблица са отвореним чељустима спушта и урања у растресит материјал. У другој фази чељусты се затварају и истовремено захватају материјал, док се у трећој фази подиже и премешта потпуно затворена и напуњена граблица. У четвртој фази се врши отварање чељусты грабилице и испуштање материјала на жељено место.

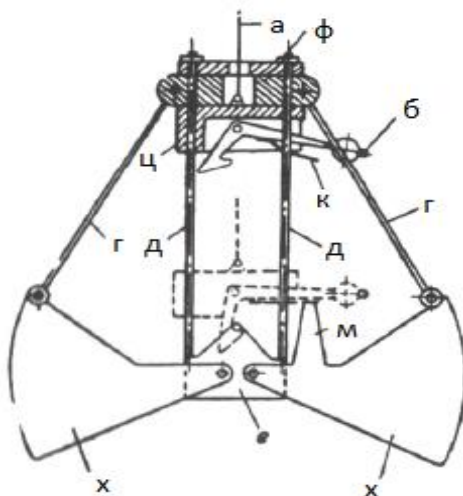
За експлоатацију растреситог материјала најраспрострањенија је употреба грабилица са два пара ужади и две чељусту. [9] С обзиром на то да су отпори при захватању велики, обично се котурача поставља између горње и доње главе. Целокупна маса универзалне грабилице која се примењује за транспорт крупног угља, глине, песка или шљунка се може одредити приближно према следећем обрасцу:

$$Q_8 = 100 + 1900V - 80 V^2 (kg). \quad (3.1)$$

У овој формули је V запремина грабилице у m^3 . Грабилице које се примењују за материјале који се лакше захватају (ситан угаљ) могу имати тежину и за 30% мању [8].

3.2 Грабилице са једним ужетом

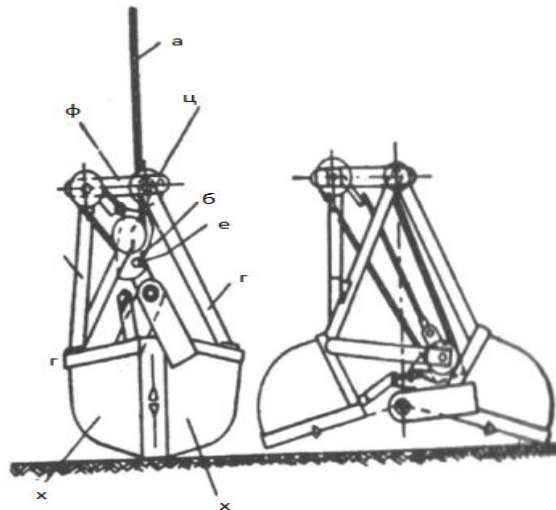
Овакве врсте грабилица виси на само једном ужету. Грабилице са једним ужетом су обично окачене на куку која се налази на многим дизалицама, тако да се веома лако могу откачити и додати другим дизалицама. Дизалице које користе овакве грабилице све операције обављају преко једног ужета [8]. На слици 15 је приказана грабилица са једним ужетом (а – уже, б – тег, ц – носач, д – вођица, е – доња глава, ф – горња глава, г – полуге, х – чељусту грабилице, к – опруга, м – граничник). Вођице “д” су круто везане за доњу главу. Горња глава “ф” која је полугама “г” везана за чељуст грабилице клизи по вођицама, такође по вођицама клизи и носач “ц” који на себи има полуку са тегом и опругом [5].



Слика 15: Шематски приказ грабилице са једним ужетом [10]

Када се чељусту ове грабилице забију у материјал, носач “ц” се и даље спушта ка доњој глави, паралелно са даљим попуштањем ужета. Носач “ц” се спушта по вођицама “д” све док полуга “б” не притисне своју опругу на део “м”. Због дејства тежине носача долази до приљубљивања опруге уз полуку која се окреће око своје осе, захватајући својим другим крајем куку доње главе. Приликом подизања носача “ц” који са собом подиже и доњу главу “е”, чељусту грабилице се затварају и она се пуни материјалом. У овом случају опруга “к” спречава у почетку дизања носача да се доњи крај полуге “б” извади из доње главе.

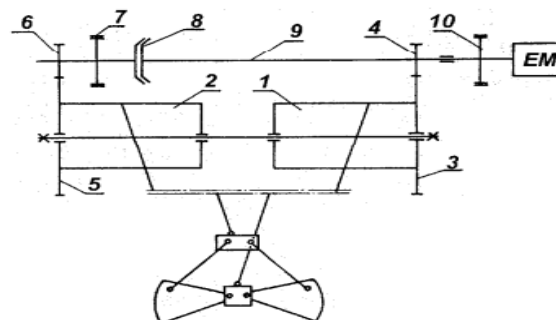
У случају да је грабилица затворена, потребно је предузети одређене кораке како би се она отворила. Да би се грабилица отворила, потребно је да се спусти на тло. Након овога, потребно је да се попусти уже (носач) “ц”, толико да се доњи део полуге “б” ископча из куке доње главе. Главна радња у целом процесу је намотавање. При поновном намотавању ужета (дизање), чељусти грабилице ће се отворити и материјал ће се просути. У случају да се полуга “б” изведе на другу страну, и ако се на крају полуге повеже помоћно уже, постоји могућност отварања грабилице преко затезања помоћног ужета из кабине, без спуштања на тло [8].



Слика 16: Шематски приказ конструкције грабилице са једним ужом [8]

3.3 Моторне грабилице

Код ових врста грабилица се отварање и затварање чељусти обично обавља преко електромотора који је смештен на рам грабилице [9]. Моторне грабилице су обично окачене на куку обичних дизалица. У зависности од начина погона разликују се моторне грабилице са једним и са два електромотора. Њихова највећа вредност је у лакој отварању и затварању чељусти жељеном брзином, на било којој висини. Недостаци ових типова грабилица су компликовано командовање фрикционом спојницом и кочницама, могућност да дође до преоптерећења ужета за затварање и велика тежина грабилица. На слици 17 је приказана моторна грабилица са једним електромотором (1 – добош за затварање, 2 – добош за држање, 3 и 4 – зупчасти пар, 5 и 6 – зупчасти пар, 7 и 10 – електромагнетне кочнице, 8 – фрикциона спојница, 9 – вратило, ЕМ - електромотор) [5, 8].



Слика 17: Приказ моторне грабилице са једним електромотором [5]

Ове грабилице имају следећи начин рада:

1. Спуштање пуне грабилице:

- фрикциона спојница "8" је укупчана,
- кочнице "7" и "10" су откочене,
- оба добоша се обрћу и одмотавају уже (грабилица је затворена).

2. Отварање чељусти грабилице:

- фрикциона спојница "8" је размакнута,
- кочница "7" је укочена, грабилица виси на закоченом добошу,
- кочница "10" је откочена, добош за затварање се обрће одмотавајући уже и грабилица се отвара.

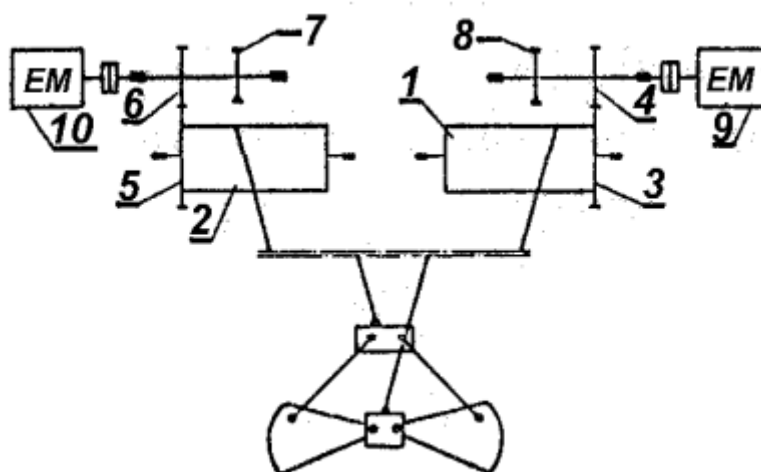
3. Затварање чељусти грабилице и захватање терета:

- фрикциона спојница "8" је размакнута,
- кочница "10" је откочена,
- кочница "7" је закочена,
- добош за затварање "1" се обрће у смеру дизања и намотава уже за затварање и чељусти грабилице захватају терет.

4. Дизање пуне грабилице:

- после пуног затварања чељусти укључује се фрикциона спојница "8", а кочница "7" се откочује
- добоши "1" и "2" се обрћу у смеру дизања, ужади се намотавају и грабилица се диже [5].

На слици 18 је приказана моторна грабилица са два електромотора (1 – добош за затварање, 2 – добош за држање, 3 и 4 – зупчасти пар, 5 и 6 – зупчасти пар, 7 и 8 – кочнице, 9 и 10 - електромотори).



Слика 18: Моторна грабилица са два независна електромотора [5]

Начин рада код ове врсте грабилице се састоји из:

1. Захватања материјала:

- добош за затварање "1", преко пута зупчаника "3" и "4" ради,
- кочница "7" је закована,
- кочница "8" је откочена.

2. Дизања пуне грабилице:

- у тренутку када се грабилица затвори укључује се и електромотор "10" за држање, везан уз добош "2",
- кочница "7" је откочена.

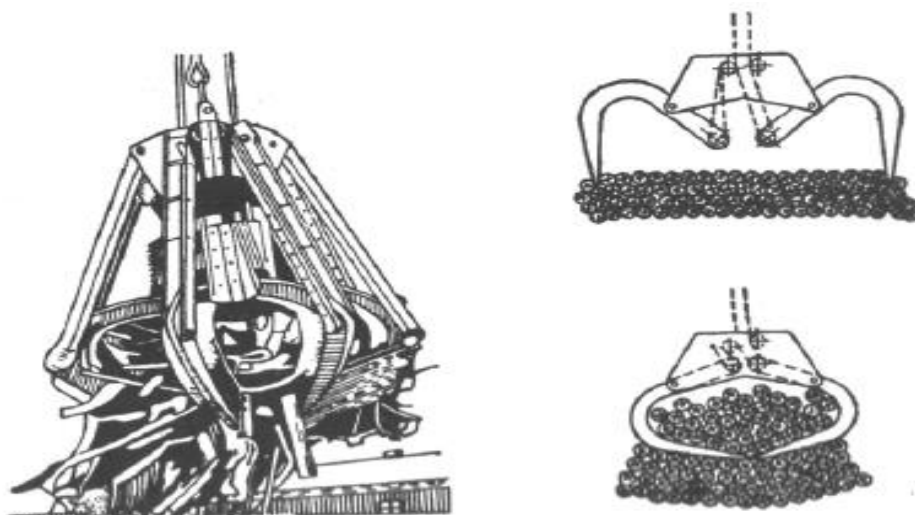
Код овог типа моторних грабилица оптерећење услед пуне грабилице се распоређује на оба електромотора [5].

3.4 Специјалне грабилице

Овај тип грабилица карактерише специјална врста чељусти. Одабир врсте чељусти зависи од типа материјала који ће се преносити овом грабилицом [8]. Грабилице са више чељусти се у пракси називају полип грабилице (Polyp), и најчешће служе за пренос металног отпада [9].

Полип грабилице

Полипи представљају многочељусне грабилице које се користе за транспорт тешког, сабијеног и комадног материјала, крупних тврдих терета, угља итд. [9]. Ове врсте грабилица постоје искључиво као двоужетне или моторне. Најмодерније врсте многочељусних специјалних грабилица су грабилице са ваздушним погоном. Код грабилица са оваквом конструкцијом горња глава представља радни цилиндар где је клип преко полуге повезан са доњом главом [8].



Слика 19: Многочељусна грабилица за пренос металног отпада [8]

Полипи представљају захватна средства која се претежно користе за пренос терета у облику ваљка, нпр. дрва, балвана, али се могу користити и за пренос разних врста отпада. Полипи могу садржати 4 или 6 пипака (прстију).

Сваки од пипака, поседује властити хидроцилиндар, чиме се остварује подједнака сила стезања, тј. затварања терета без услова да се сви „прсти“, затворе до неког унапред одређеног положаја. Осим ако се полип качи на теретно уже попут грабилице, тада сви прсти имају исто кретање и морају се затварати [7].



Слика 20: Полип [5]

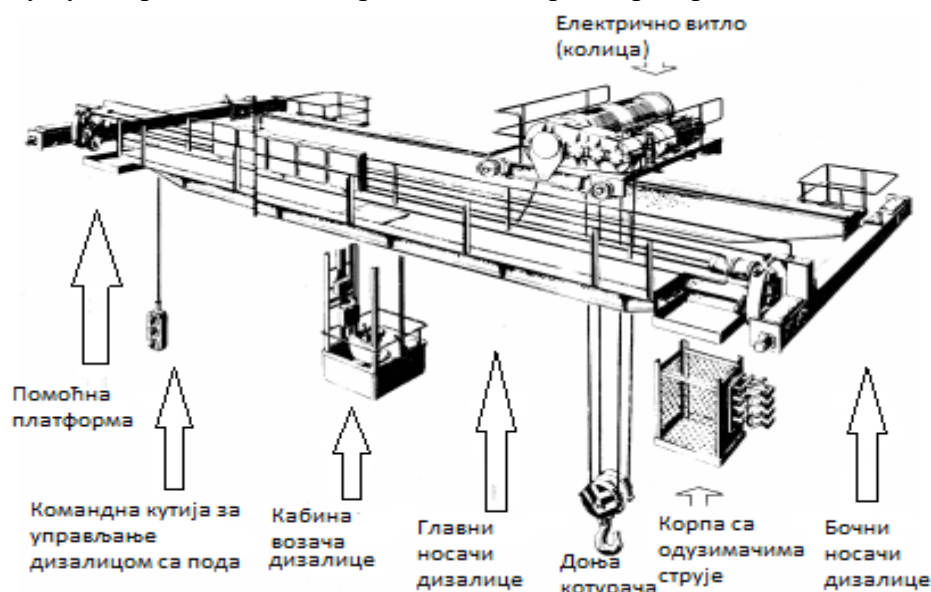
4. МОСНЕ ДИЗАЛИЦЕ

Мосне дизалице имају облик моста, по чему су и добиле име. Једну од најважнијих врста дизалица представљају управо мосне дизалице. Ове дизалице се користе при манипулацији најразличитијим врстама терета у аутоиндустрији, ваљаницама, машиноградњи, индустрији папира, индустрији стакла, бродоградњи, авиоиндустрији итд. [2, 5]. Мосне дизалице спадају у најбројније индустријске дизалице, састоје се из једног или два главна и два чеона носача. Код носача разликујемо лимену и решеткасту конструкцију. Лимени носачи се израђују као сандучасти (формирани заваривањем) или као ваљани профили [6]. Главни носачи сандучасте конструкције су лакши за израду, али су и веће масе. Па је код великих распона ($L \geq 40 \text{ m}$), повољније употребити решеткасту конструкцију због знатног смањења масе [5].



Слика 21: Мосна дизалица [6]

Дуж једног од носача се налази пешачка стаза, на тој стази је смештен погонски механизам дизалице [2]. На носачу се налазе шине стандардног профила и по њима се крећу дизалична колица. Она поседују механизам за кретање колица као и механизам за дизање терета. Захватни уређаји који се користе за транспорт терета код мосних дизалица су куке, грабиле, електромагнети, обртне траверзе итд. [5].



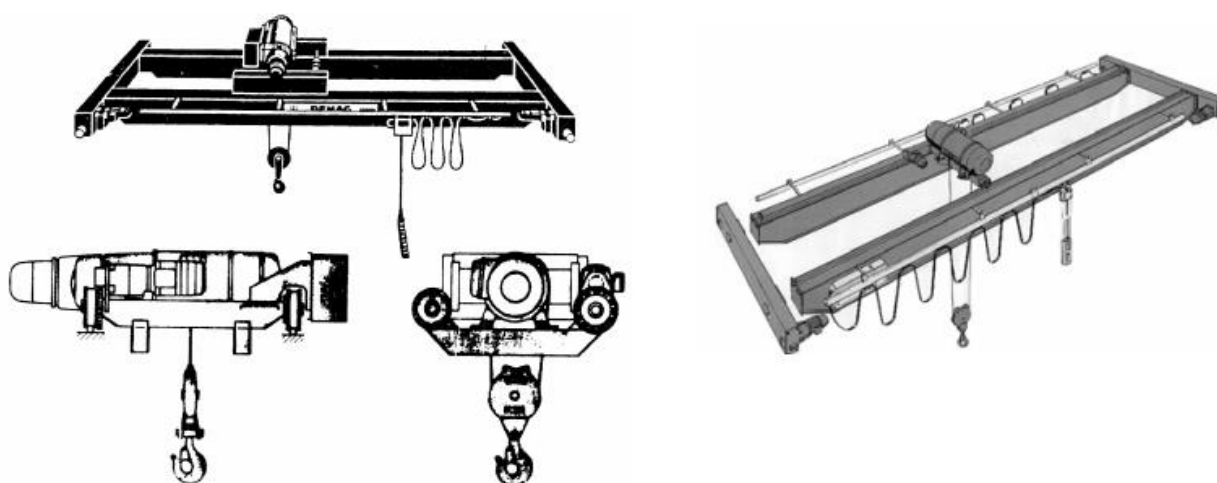
Слика 22: Стандардна мосна дизалица са куком [5]



Слика 23: Мосна дизалица са грабилицом [6]

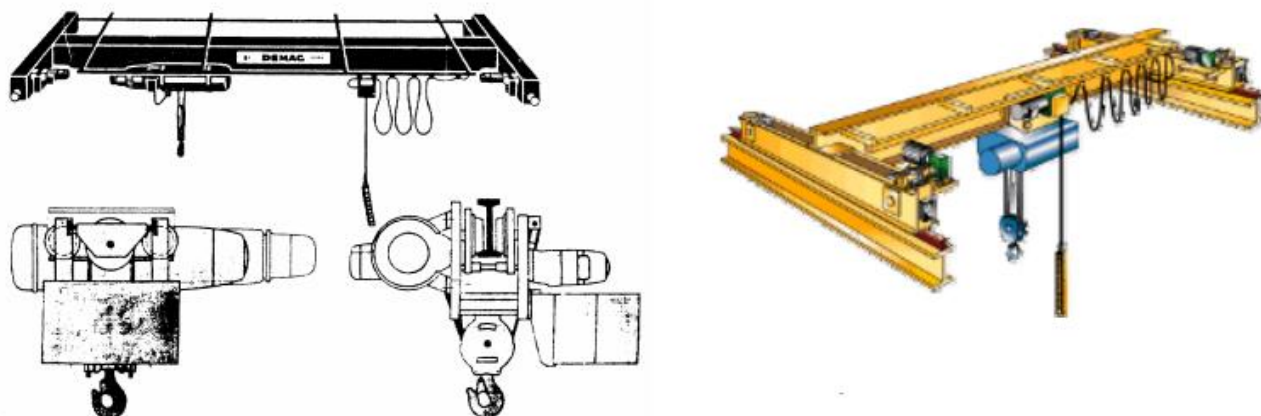
Шине се код затворених објеката ослањају на саму конструкцију објекта, док се при раду на отвореном израђује стаза као посебна конструкција. Стазе се могу израђивати од челика или од армираног бетона. Главни носачи су прорачуном постављени да прихвате и издрже терет који се диже или носи. Носивост мосних дизалица се креће у опсегу од 2,5 kN до 5000 kN, а распон може бити чак 50 метара [6].

На једној страни подужног носача се налази лим, и он служи као стаза за дизаличара. Други носач се користи како би се по њему поставили електрични водови. Мосне дизалице могу имати једно или два покретна електрична витла (колица), која могу имати главно и помоћно, односно нормално и фино дизање. У зависности од конструкције мосних дизалица, колица се могу кретати по горњем или доњем појасу главног носача. Уколико се колица крећу по горњем појасу главних носача двогредних колица онда се стојеће витло везује за њихов рам [5].



Слика 24: Стојеће покретно витло [5]

Уколико имамо случај да се колица крећу по доњем појасу главног носача једногредних дизалица, онда се витло са ушицама причвршћује за висећа колица.



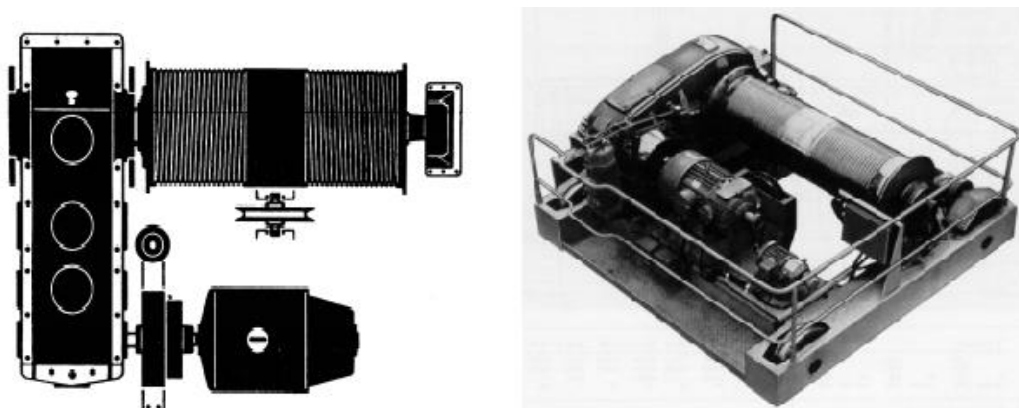
Слика 25: Висеће електрично витло [5]

4.1 Главни делови мосне дизалице

Мосна дизалица се састоји од мноштва делова, међутим, главни делови су:

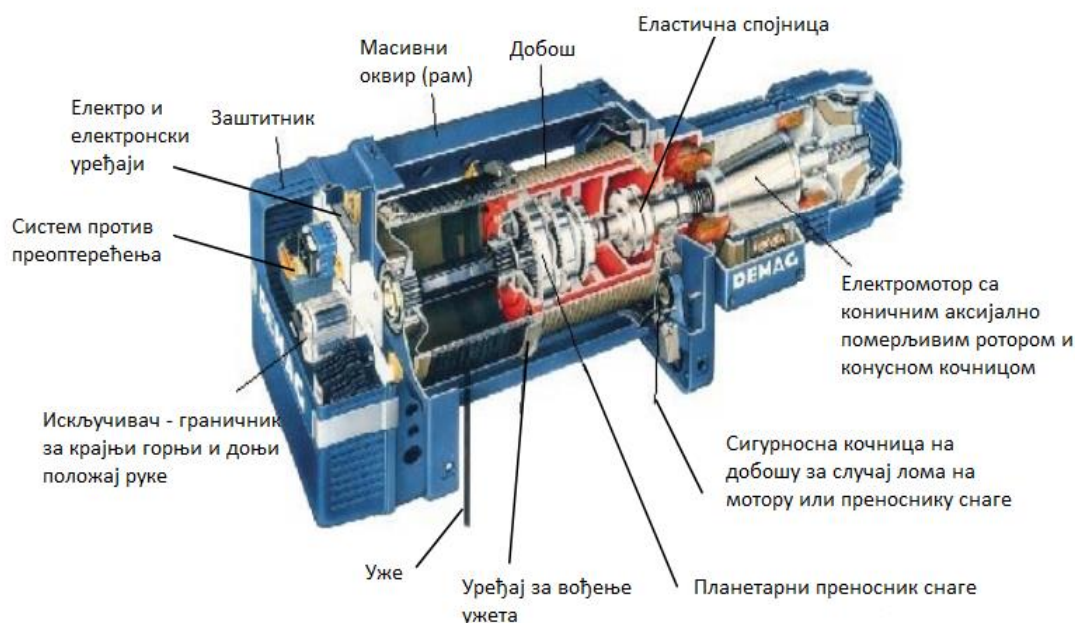
- мост (носећа конструкција дизалице),
- покретно електрично витло (колица) са куком и доњом катурачом,
- механизам за кретање дизалице,
- кабина руководиоца дизалице и
- електрични напојни водови [2].

Основни делови моста код мосне дизалице су носачи. На слици 26 (десно) приказана су класична колица (витло-мачка). Механизам за дизање и механизам за кретање витла смештени су на костуру витла. Механизам за дизање приказан је на слици 26 (лево), као и већина механизма за дизање састоји се из електромотора, редуктора, еластичне спојнице (која остварује везу између електромотора и редуктора), двопапучне кочнице са електрохидрауличним подизачем, добоша за намотавање ужади и доње катураче са куком [2].



Слика 26: Механизам за дизање (лево) и класична колица (десно) [5]

Механизам за дизање који се користи у савременим конструкцијама је приказан на слици 27. Да би електрично витло било компактно и малих габарита, његове компоненте су поређане коаксијално. Тело витла, у коме се налази добош са вођицом ужета, успева да у једну конструктивну целину обједини кочионе моторе са конусном кочицом и редукторе са цилиндричним или планетарним зупчаницима.



Слика 27: Електрично витло типа “DEMAG” [5]

Погонски механизми се могу изводити са централним или одвојеним-јединичним погоном и могу се користити за кретање дизалице и колица. Централни погон је смештен на средини главног носача, обртни момент се на погонске тачке код њега преноси преко погонских вратила и спојница. Код дизалица које за кретање користе погонске механизме са одвојеним погоном, јединични механизми су смештени крај бочних носача уз кретне тачке [2].

Да би радили погонски механизми морају имати извор електричне енергије, њихово напајање трофазном струјом напона од 380 V и фреквенције од 50 Hz се изводи тролним водом или савитљивим каблом.

Управљање дизалицом се може обављати из кабине, или са тла за брзине кретања терета до 32 m/min. Кабина за управљање може бити везана за носећу конструкцију дизалице или за покретна колица. Ако се везује за носећу конструкцију, онда се веже за средину или за крај носача моста. Избор положаја кабине зависи од технолошких и других захтева које дизалица треба да испуни, као и од прегледности која дизаличару треба да буде обезбеђена [2].

Разноврсност мосних дизалица произилази из различитих извођења и конструктивних решења механизма за дизање и њихових захватних органа. Ово потиче од:

- различитих техничких и других захтева - као што су једна или две брзине, по мачка, односно механизам за дизање буду обртни, или да ради са дугим лимовима са траверзом и електромагнетима.
- величине и врсте терета – коадни, расути, течни метал, отпадно гвожђе итд.
- намене – опште намене за транспорт коадног терета, рад у железарама, ливницама, хидро и термоелектранама.
- различитих прохтева корисника који су врло често јединствени, па је онемогућена серијска производња највећег дела мосних дизалица итд. [2].

4.2 Врсте мосних дизалица

Постоји више врста мосних дизалица, главна подела ових дизалица се врши по потребној носивости, могућности уградње и распону. На основу ове класификације, у пракси се највише користе:

- једногредне дизалице,
- двогредне дизалице и
- висеће мосне дизалице.

Једногредне мосне дизалице – ове мосне дизалице се могу користити за транспорт разних врста терета у радионицама, складишним просторима, ливницама, производним халама, у процесу монтаже и демонтаже итд. Једногредне мосне дизалице се обично израђују са главним носачима од ваљаног челичног профила, погодне су за манипулацију терета релативно малих маса на релативно малим распонима.

Технички подаци:

- носивост до 12,5 t
- распон до 18 m
- брзина дизалице до 40 m/min
- брзина мачке до 30 m/min
- брзина дизања до 12,5 m/min [11].



Слика 28: Једногредна мосна дизалица [6]

Двогредне мосне дизалице – ове врсте мосних дизалица се као и једногредне користе приликом преноса најразличитијих врста терета у енергетским објектима, ваљаоницама, производним халама итд. Основна разлика између ове две врсте мосних дизалица јесте у броју греда које имају, као и у носивости и распону. Двогредне мосне дизалице имају веома велику носивост, њихове геометријске карактеристике омогућавају велике висине дизања.

Технички подаци:

- носивост до 50 t
- распон до 30 m
- брзина дизалице до 40 m/min
- брзина мачке до 25 m/min
- брзина дизања до 12,5 m/min [11].



Слика 29: Двогредна мосна дизалица [6]

Висећа мосна дизалица – ове врсте дизалица се попут једногредних и двогредних мосних дизалица уграђују у оквиру простора где је потребно баратати великом количином материјала са великом појединачном масом. Висеће мосне дизалице се разликују од типичних лежећих дизалица које се на стазу ослањају одозго, ове врсте дизалица су обешене на стазу. Комбинацијом више паралелно постављених дизалица могуће је остварити велики распон, ово представља највећу предност висећих дизалица. Захваљујући овој могућности комбиновања више модула, могу се формирати комплексни системи па су висеће мосне дизалице постале веома интересантно решење са системско-техничког аспекта [6].

Висеће мосне дизалице се највише користе за подизање средњих и малих појединачних терета, који се налазе на средњим распонима хале [6].

Технички подаци:

- носивост до 8 t
- распон до 24 m
- брзина дизалице до 40 m/min
- брзина мачке до 30 m/min
- брзина дизања до 12,5 m/min [11].



Слика 30 Висећа мосна дизалица [6]

4.3 Погон мосних дизалица

Мосне дизалице се могу израђивати са ручним или моторним погоном. Код мосних дизалица постоје три врсте кретања самим тим и три врсте погона:

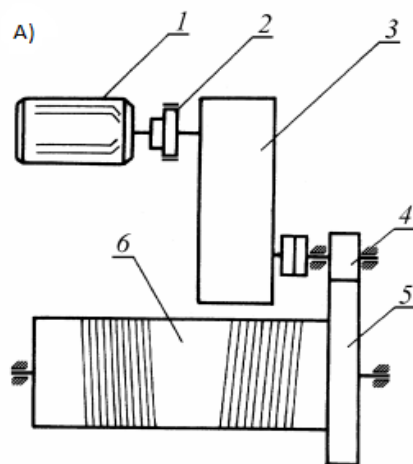
- погон дизања,
- погон кретања колица и
- погон кретања мосне дизалице.

Погон дизања код мосних дизалица омогућава дизање и спуштање терета, овај погон постоји на свим врстама дизалица. У зависности од особина мосних дизалица и карактеристика терета које ће дизалице преносити, постоје разне врсте концепција погона дизања [5].



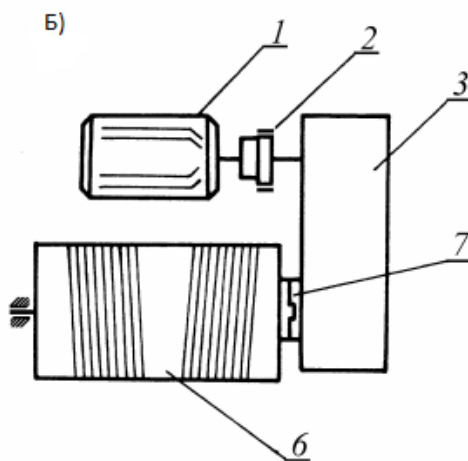
Слика 31: Блок система погона дизања типа “VERLINDE” [13]

Концепција А – код ове концепције конструктор може да одреди преносни однос између вратила електромотора и добоша за дизање терета а самим тим и жељену брзину дизања терета, помоћу спољног зупчастог пара. Код ове концепције погона дизања је могуће мењати положај добоша у односу на редуктор. Недостатак оваквог погона је што заузима више простора на колицима. Концепција А се препоручује за мање и средње носивости, тј. за $Q \leq 250 \text{ kN}$. На слици 32 приказана је концепција А погона дизања (1 – електромотор, 2 – еластична спојница са кочницом, 3 – хоризонтални редуктор, 4 – зупчаник, 5 – зупчаник, 6 - добош) [5].



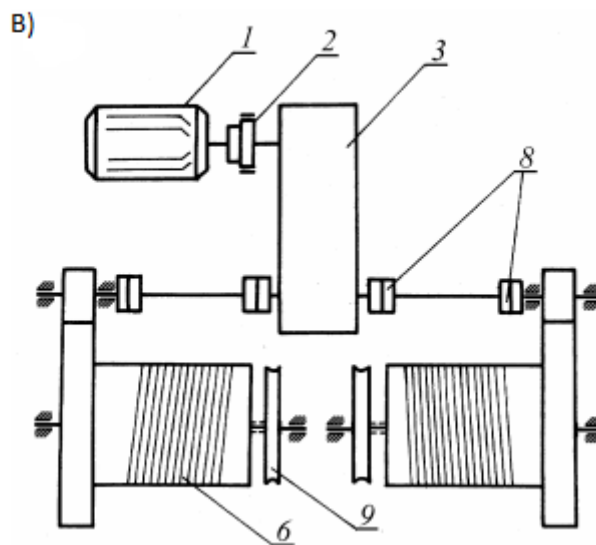
Слика 32: Погон дизања – концепција А [5]

Концепција Б – код ове концепције јавља се непосредно преношење обртног момента са редуктора на добош за дизање. Спојнице које се користе за везу редуктора и добоша обезбеђују пренос обртног момента, и према моменту савијања се понашају као Герберов зглоб. Такве спојнице су зупчаста, крстаста (Oldhem) и неке врсте еластичних спојница. Оваква концепција погона омогућава сажету конструкцију дизаличних колица. Концепција Б се препоручује за мање и средње носивости, тј. за $Q \leq 250 \text{ kN}$. На слици 33 приказана је концепција Б (1 – електромотор, 2 – еластична спојница са кочницом, 3 – хоризонтални редуктор, 6 – добош, 7 – зупчаста спојница) [5].



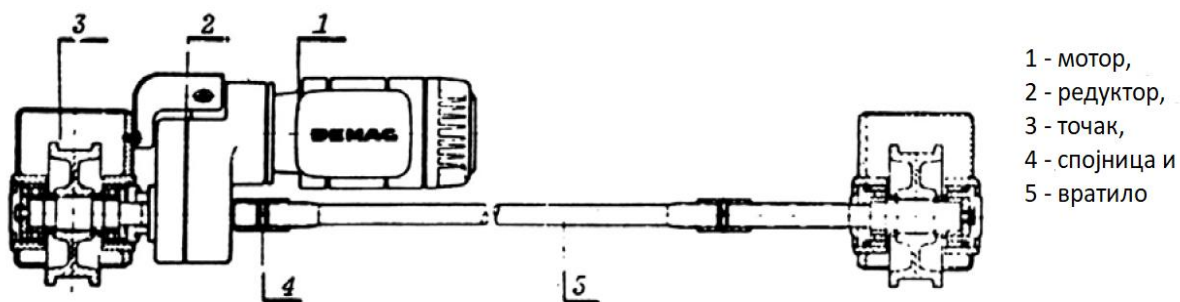
Слика 33: Погон дизања – концепција Б [5]

Концепција В – ова врста концепције се користи када у погону постоји двојна котурача са осам кракова ужета, односно код већих носивости, када је $Q \geq 320 \text{ kN}$. Тада је подела добоша на два дела оправдана, јер би због веће дужине ужета које се намотава на добош, димензије једног добоша биле превелике. Код ове концепције је могућа опција постављања непокретних котурава на осовину добоша. На слици 34 приказана је концепција В погона дизања (1 – електромотор, 2 – еластична спојница са кочницом, 3 – хоризонтални редуктор, 6 – добош, 8 – спојница, 9 – непокретни котур) [5].



Слика 34: Погон дизања – концепција В [5]

Погон кретања колица омогућава кретање мачке, тј. колица по шинама које су постављене на главном носачу моста. Као и код погона за дизање, погон кретања колица има више концепција. Механизми за кретање колица могу бити изведени са централним или са одвојеним погоном.



Слика 35: Изглед централног погона колица [2]

На избор конструкције механизма за кретање колица утиче број погонских точкова, укупан број точкова, веза точкова за бочне носаче, брзина кретања итд. На слици 36 су приказане најчешће примењиване конструкције погона за кретање колица [5].

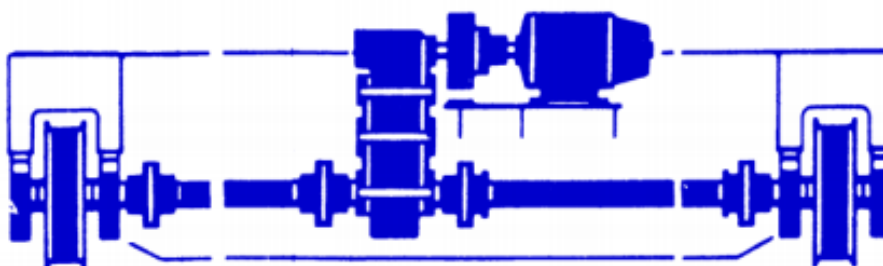


Слика 36: Шема погона дизаличних колица [5]

Постоје две врсте конструкције погона за кретање мосне дизалице:

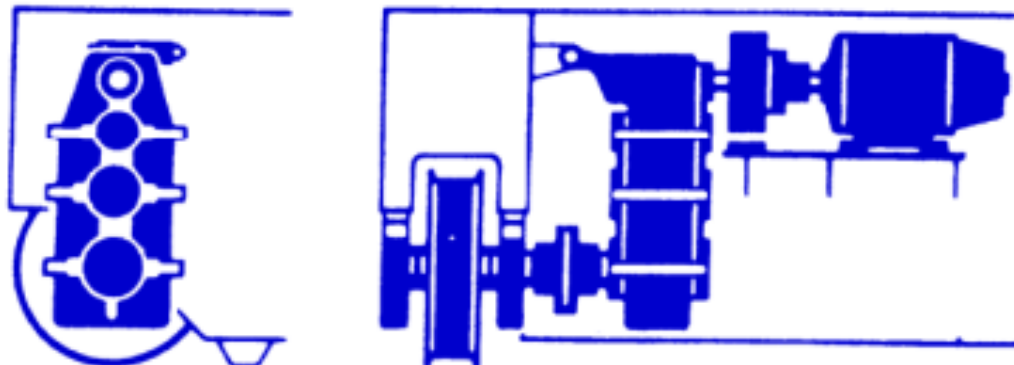
- централни погон
- одвојени погон

Централни погон - електромотор се код ове врсте погона налази на средини распона носеће конструкције дизалице, погонски точкови се погоне помоћу трансмисије, вратила и спојнице. Зупчасте спојнице које се увек налазе уз погонске точкове и редуктор омогућавају зглобну везу и једноставну монтажу. Постоје више врста решења код овог погона, тако постоји централни погон са спороходним, средњеходним и брзоходним вратилима. Централни погон се користи при мањим распонима мосне дизалице [5].



Слика 37: Централни погон механизма за кретање дизалице [5]

Одвојени погон – ова концепција погона мосних дизалица је данас све више у употреби, јер је погоднији за коришћење при већим распонима мосне дизалице од централног погона. Код одвојеног погона сваки погонски точак има сопствени погон, ови погони могу бити паралелно или унакрсно постављени [5].



Слика 38: Одвојени погон механизма за кретање дизалице [5]

4.4Преглед мосних дизалица

Пре пуштања у рад, све мосне дизалице (сви њени делови и опрема) се морају прегледати и испитати. У зависности од временских интервала у којима се врше прегледи разликујемо дневни, недељни, месечни, годишњи, генерални и ванредни преглед. Резултати месечних, годишњих и ванредних прегледа и испитивања се уписују у контролну књигу дизалице [5].

Дневни преглед – овим прегледом се врши провера исправности и функционалности дизалице, преглед виталних делова врши дизаличар сваког дана пре почетка рада. Дневни преглед специјалних дизалица сложене конструкције врше стручна лица.

Недељни, месечни, годишњи и генерални преглед - обим и начин обављања ових прегледа зависи од правила организације у којој се дизалица користи, такође зависи и од типа дизалице и услова у којима ради. Код дизалица које раде под тешким и врло тешким условима генерални преглед, ремонт и испитивање исправности обављају се по правилу сваке треће године. Док код дизалица које спадају у прву и другу погонску класу, овај рок не сме бити дужи од пет година. Ванредни преглед дизалица врши се у случају тежих удеса, или хаварија у циљу одређивања узрока удеса и оправки [5].

Дневни преглед се састоји од визуелне контроле комплетне дизалице, а првенствено:

- челичне ужади за дизање,
- ланаца,
- кочница,
- точкова,
- сигналних уређаја и
- заштитних уређаја [5].

Недељни преглед је сличан дневном прегледу, само што је код њега контрола комплетне дизалице детаљнија. Недељне прегледе обавља екипа за одржавање дизалице у присуству дизаличара.

Недељни преглед првенствено обухвата:

- челичну ужад за дизање и њихово везивање,
- ланце,
- кочнице,
- точкове,
- куке,
- котурове за ужад,
- сигналне уређаје и
- заштитне уређаје (граничне прекидаче) [5].

Месечни прегледи обухватају контроле извршене у недељним прегледима, као и прегледе:

- редуктора,
- лежишта,
- осовине и вратила,
- добоша и
- електромотора и осталих електроуређаја.

Годишњи преглед обавља стручна комисија, и он обухвата детаљни преглед комплетне дизалице, првенствено:

- целе електричне инсталације дизалице,
- носеће конструкције,
- костур мачке,
- шина на стази и на мосту,
- напојни вод и
- носеће точкове мачке и моста.

Генерални преглед, ремонт и контрола функционалности дизалице састоји се из:

- детаљног прегледа целе дизалице и
- поправке оштећених и замене истрошених делова и механизма.

Под одржавањем дизаличних склопова се подразумевају редовни предвиђени прегледи и контроле свих склопова [5].

4.5 Испитивање мосних дизалица

Како би се постигао адекватан рад са мосним дизалицама, потребно је да се дизалица подвргне пробном испитивању ради провере сигурности при раду. Потребно испитивање уређаја за дизање и преношење терета се врши пре предаје нове дизалице на употребу, после реконструкције или веће оправке носеће конструкције, постоља, рамова мачке, замене важних делова витла. Са аспекта испитивања мосних дизалица, постоји статичко и динамичко испитивање.

Статичко испитивање мосних дизалица – након завршетка техничког прегледа, потребно је испитати дизалицу. Прво се врши статичко испитивање које за циљ има проверу носеће конструкције дизалице и њених делова. Пробни терет Q_p за статичко испитивање зависи од носивости дизалице Q и износи:

- $Q_p = 1,250 Q$ за дизалице максималне носивости до 20 t,
- $Q_p = 1,150 Q$ за дизалице максималне носивости од 20 до 50 t,
- $Q_p = 1,1 Q$ за дизалице максималне носивости преко 50 t.

Припремљен пробни терет је потребно привезати за носеће средство, и подићи на висину од 10 cm. Пробни терет треба држати у овом положају 10 минута при чему се мери вредност силе оптерећења и угиба главног носача. Терет се поставља у такав положај да изазива највеће деформације носеће конструкције дизалице. Код мосних дизалица је то средина распона. Након десетоминутног оптерећења терет се спушта, односно дизалица се растерећује. Током спуштања терета тестира се систем кочења погона дизања. Након овога помоћу софтвера и одговарајућег мерног система врши се документовање измерених величина напона/сила и угиба уздужног носача мосне дизалице [12].



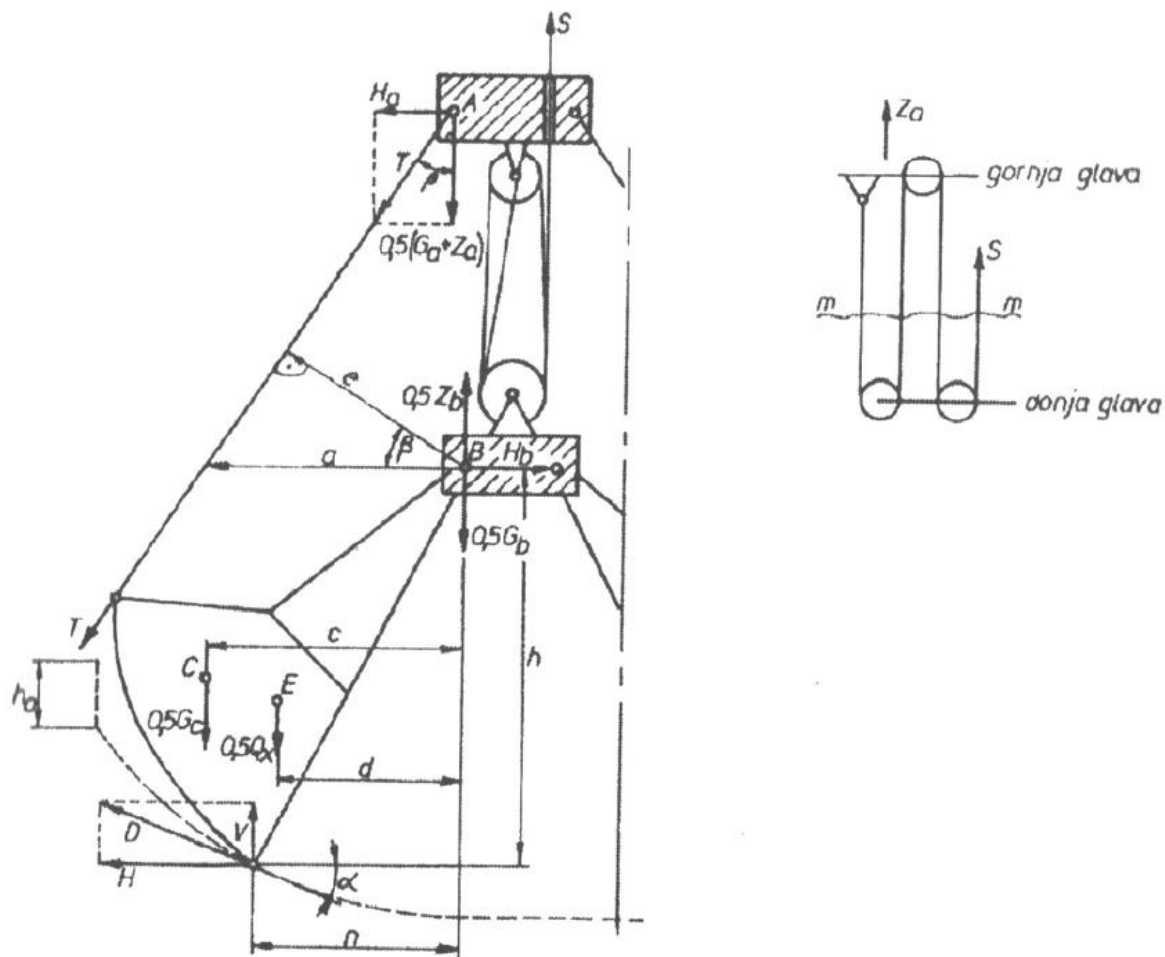
Слика 39: Испитивање дизалице пробним теретом [12]

За нове дизалице са прорачунском документацијом вредност измереног угиба мора бити у оквиру дозвољеног угиба прописаног од стране произвођача. За критичну вредност угиба, код дизалица без документације, узима се однос $L/1000$, при чему L означава распон дизалице [12].

Динамичко испитивање – за динамичко испитивање се узима терет који је за 10% већи од номиналне носивости дизалице. Испитивање има за циљ проверу механизма за дизање терета, кретање моста и мачке, проверу кочнице и уређаја за сигурност. Динамичко испитивање се врши тако што се испитани терет подиже и спушта неколико пута на различитим висинама док се мачка креће по целом распону, а мост дуж целе стазе. Испитивање траје онолико времена колико је потребно да се испита исправност свих механизма. Приликом динамичког испитивања не сме доћи до отказа било које врсте, сви погонски и сигурносни механизми морају бити исправни. Такође не сме доћи до било каквог облика деформације дизалице [12].

5.Пример прорачуна механизма за дизање терета са грабилицом

Помоћу информација о грабилицама и њиховом начину рада које су дате у претходном тексту, приказан је пример прорачуна грабилице за време захватања материјала.



Слика 40: Приказ основних елемената за прорачун грабилице [10]

Основни подаци:

- $Q_{max} = 3600 \text{ kg}$,
- $G = 4200 \text{ kg}$,
- $m = 3$,
- $h = 870 \text{ mm}$,
- $n = 400 \text{ mm}$,
- $e = 420 \text{ mm}$,
- $a = 550 \text{ mm}$,
- $c = 500 \text{ mm}$,
- $d = 340 \text{ mm}$.

На основу полазних података могу се одредити остале потребне величине за прорачун грабилице:

- тежина горње главе G_a :

$$G_a \cong 0,3 \cdot G = 0,3 \cdot 4200 = 1260 \text{ kg} \quad (5.1)$$

- тежина доње главе G_b :

$$G_b \cong 0,2 \cdot G = 0,2 \cdot 4200 = 840 \text{ kg} \quad (5.2)$$

- тежина чељусти G_c :

$$G_c \approx 0,5 \cdot G = 0,5 \cdot 4200 = 2100 \text{ kg} \quad (5.3)$$

- тежина терета који је захваћен Q_x :

$$Q_x = \zeta \cdot Q_{\max} = 0,8 \cdot 3600 = 2880 \text{ kg} \quad (5.4)$$

- сила у крацима котураче за затварање $S_{\max}$:

$$S_{\max} = G + Q_{\max} = 4200 + 3600 = 7800 \text{ kg} \quad (5.5)$$

Укупна сила котураче за затварање која делује на доњу главу износи:

$$Z_b = S \cdot m \cdot \eta = 2600 \cdot 3 \cdot 0,95 = 7410 \text{ kg}, \quad (5.6)$$

при чему је S – сила у једном краку котураче:

$$S = \frac{S_{\max}}{m} = \frac{7800}{3} = 2600 \text{ kg}. \quad (5.7)$$

Укупна сила котураче за затварање која делује на горњу главу:

$$Z_a = S \cdot m \cdot \eta - S = S \cdot (m \cdot \eta - 1) = 2600 \cdot (3 \cdot 0,95 - 1) = 4810 \text{ kg}. \quad (5.8)$$

Из слике 40 следи:

$$T = \frac{0,5 \cdot (Z_a + G_a)}{\cos \beta}; \cos \beta = \frac{e}{a}, \quad (5.9)$$

$$T = \frac{0,5 \cdot (Z_a + G_a) \cdot a}{e} = \frac{0,5 \cdot (4810 + 1260) \cdot 550}{420} = 3974,4 \text{ kg}, \quad (5.10)$$

$$P = \sqrt{V^2 + H^2}; V = P \cdot \sin \alpha; H = P \cdot \cos \alpha. \quad (5.11)$$

Уколико се постави да је сума момената за тачку В једнака нули, добија се:

$$\sum M_B = 0, \quad (5.12)$$

$$H \cdot h + V \cdot n - T \cdot e - 0,5 \cdot G_c \cdot c - 0,5 \cdot Q_x \cdot d = 0. \quad (5.13)$$

За равнотежу целе грабилице важи:

$$2 \cdot V + S = G_a + G_b + G_c + Q_x, \quad (5.14)$$

$$G = G_a + G_b + G_c. \quad (5.15)$$

Тада је:

$$2 \cdot V + S = G + Q_x, \quad (5.16)$$

односно:

$$V = 0,5 \cdot (G + Q_x - S), \quad (5.17)$$

Ако се замени у израз 5.13 добија се:

$$H \cdot h + 0,5 \cdot n \cdot (G + Q_x - S) - 0,5 \cdot (Z_a + G_a) \cdot \frac{a}{e} \cdot e - 0,5 \cdot G_c \cdot c - 0,5 \cdot Q_x \cdot d = 0. \quad (5.18)$$

Коначно је:

$$H = 0,5 \cdot S \cdot \left[\frac{a}{h} \cdot (m \cdot \eta - 1) \cdot \frac{n}{h} \right] + 0,5 \cdot \frac{G_a}{G} \cdot \frac{a}{h} \cdot G + 0,5 \cdot \frac{G_c}{G} \cdot G \cdot \frac{c}{h} - 0,5 \cdot \frac{n}{h} \cdot G + 0,5 \cdot \frac{Q_x}{h} \cdot d - 0,5 \cdot \frac{n}{h} \cdot Q_x. \quad (5.19)$$

Ако се уведу ознаке:

$$\psi_1 = \frac{a}{h} \cdot (m \cdot \eta - 1) \cdot \frac{n}{h} = \frac{550}{870} \cdot (3 \cdot 0,95 - 1) \cdot \frac{400}{870} = 1,629, \quad (5.20)$$

$$\psi_2 = \frac{G_a}{G} \cdot \frac{a}{h} + \frac{G_c}{G} \cdot \frac{c}{h} - \frac{n}{h} = \frac{1260}{4200} \cdot \frac{550}{870} + \frac{2100}{4200} \cdot \frac{500}{870} - \frac{400}{870} = 0,017, \quad (5.21)$$

$$\psi_3 = \frac{d}{h} - \frac{n}{h} = \frac{340}{870} - \frac{400}{870} = -0,069. \quad (5.22)$$

Сада је:

$$H = 0,5 \cdot [\psi_1 \cdot S + \psi_2 \cdot G + \psi_3 \cdot Q_x], \quad (5.23)$$

$$H = 0,5 \cdot [1,629 \cdot 2600 + 0,017 \cdot 4200 - 0,069 \cdot 2880] = 2054,04 \text{ kg}, \quad (5.24)$$

Са повећањем силе S сила V се смањује, а силе H и P се повећавају.

$$P = \sqrt{V^2 + H^2}. \quad (5.25)$$

При граничној вредности за $S = G + Q_x$, што одговара почетном дизању грабилице (одизање): $V = 0$; $\alpha = 0$.

Сада је:

$$P = H_{\max} = 0,5 \cdot [G \cdot (\psi_1 + \psi_2) + Q_x \cdot (\psi_1 + \psi_3)], \quad (5.26)$$

$$P = 0,5 \cdot [4200 \cdot (1,629 + 0,017) + 2880 \cdot (1,629 - 0,069)] = 5703 \text{ kg}. \quad (5.27)$$

6.ЗАКЉУЧАК

Данас је готово незамисливо радити у великим халама без мосних дизалица. Одговарајуће, вешто и безбедно управљање мосном дизалицом при монтажи и одржавању је загарантовано уколико се испоштују све мере заштите при раду са мосном дизалицом. Неиспуњавање услова безбедног руковања и непоштовање одређених мера предострожности може да доведе до повређивања људи и до велике материјалне штете. При пројектовању и постављању мосне дизалице потребно је да се поклати велика пажња повећању безбедности и мора се спроводити редовна контрола правилног коришћења дизалице.

Дизалицом се не смеју подизати терети чија је тежина већа од максималне вредности или чија је тежина евентуално непозната, као ни терети који нису слободни. При подизању терета потребно је пазити да терет буде уравнотежен. Када се подиже терет, кракови ужета или ланца требају бити једнако оптерећени и сваки терет који се подиже треба да буде правилно везан.

Преношење терета уз помоћ мосних дизалица се све више користи, и оно се може извршити само онда ако је претходно утврђено да неће доћи до удара или закачињања терета који се преноси са другим објектима или предметима. Када овлашћени радник на дизалици, при манипулацији теретом не може да прати терет, онда мора постојати још једна особа која ће му помоћи да унапред утврђеним знаковима манипулише дизалицом.

Веома је важно схватити да је рад дизаличара озбиљан, деликатан и одговоран посао. Ово значи да дизаличар свом раду мора да приђе веома озбиљно. Како би дизаличар радио на мосној дизалици, неопходно је да испуњава одређене услове, као и здравствене и стручне норме које су предвиђене за радника који ће управљати дизалицом. Такође, важно је извршавање периодичних прегледа како би се проверила исправност мосне дизалице и њених делова, као и постојање мера заштите.

7.ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.encyclopedia.com/science-and-technology/technology/technology-terms-and-concepts/crane-machine>, Приступљено 5.10.2017.
- [2] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Дизалице, основе, Градина, Ниш, 1994.
- [3] <https://www.britannica.com/technology/shaduf> Приступљено 5.10.2017.
- [4] <http://www.design-is-fine.org/post/80459594456/model-of-a-crane-18th-century-the-rotating-crane> Приступљено 5.10.2017.
- [5] Н. Милорадовић, Основи транспортних машина – скрипта са предавања. Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац, 2016.
- [6] https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/5384/mod_resource/content/0/Dizalice.pdf Приступљено 5.10.2017.
- [7] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.
- [8] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [9] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [10] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [11] Demag, Cranes & Components, <http://demag.rs/linije-proizvoda/standardni-kranovi/> Приступљено 5.10.2017.
- [12] Етјена Џинић, Испитивање мосних дизалица, семинарски рад, Универзитет у Зеници, Машински факултет, 2014, [http://www.am.unze.ba/ip/seminarski%202013/Ispitivanje%20mosnih%20dizalica-Etjena%20Dzinic\(K\).pdf](http://www.am.unze.ba/ip/seminarski%202013/Ispitivanje%20mosnih%20dizalica-Etjena%20Dzinic(K).pdf) Приступљено 5.10.2017.
- [13] Verlinde lifting equipment, <https://www.verlinde.com/en/catalog/electric-winch-and-hoists/eurobloc-vt.html> Приступљено 8.10.2017.