

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

Александра С. Станковић

Рамне дизалице за претовар контејнера
завршни рад

Крагујевац, 2015.

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Основи транспортних машина

Број индекса: 88/2012

Александра С. Станковић

Рамне дизалице за претовар контејнера

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 рамних дизалица при транспорту терета.
- Прикаже кратак осврт на историјски развој рамних дизалице за претовар контејнера.
- Наведе општу класификацију и главне карактеристике контејнера.
- Наведе и опише рамне дизалице за претовар контејнера, одговарајуће механизме за дизање и кретање и истакне њихове главне карактеристике.
- Прикаже метод прорачуна и за изабрани тип дизалице 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] М. Георгијевић, Претовар контејнера, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2003.
- [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. 03. 2015.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Садржај:

Резиме.....	6
1. Увод	7
1.1. Улога рамних дизалица за претовар контејнера	8
1.2. Област примене рамних дизалица	9
2. Историјски развој рамних дизалица.....	10
3. Контејнери	14
3.1. Појам и развој контејнера.....	14
3.2. Главне карактеристике контејнера	16
3.3. Подела контејнера	16
4. Рамне дизалице за претовар контејнера.....	21
4.1. Транспортне машине за манипулацију контејнера	21
4.2. Појам контејнерских дизалица	21
4.2.1. Обалске дизалице.....	22
4.2.1.1. Погонски механизам за дизање контејнерских дизалица	26
4.2.1.2. Погонски механизам за кретање колица контејнерских дизалица.....	29
4.2.1.3. Погонски механизам за кретање дизалица	30
4.2.1.4. Погонски механизам за подизање препуста изнад воде.....	30
4.2.2. Порталне дизалице на шинама	31
4.2.2.1. Погонски механизам за дизање и кретање колица	33
4.2.2.2. Погонски механизам за обртање колица.....	33
4.2.2.3. Погонски механизам за кретање портала	34
4.3. Захватни уређаји и саставни делови контејнера	35
4.3.1. Хватачи	35
4.3.2. Куке за дизање контејнера	36
4.3.3. Науглице ISO контејнера	36
5. Прорачун рамних дизалица.....	38

5.1. Прорачун учинка радног циклуса контејнерских дизалица.....	38
5.2. Оптерећења која делују на рамну дизалицу за претовар контејнера	41
5.3. Пример порочуна рамних дизалица за претовар контејнера	43
6. Закључак.....	45

Summary

In this final act, are discuss a container cranes, as more and more resources applied to transport various forms of load. Container transport implies transport of loads in a single pack boxes, ie. ISO standard containers. This type of transport requires addition of ISO standard containers, the use of special means of transport, information system development, training of personnel at a high level and a great investment.

Container cranes are specially designed structures for this purpose, or to work with hooks, grabs and catcher for containers. The general division is to coast cranes and cranes on rails. For them act different major as well as the problem of oscillation container.

Key words: containers, containerization, container transport, coast cranes, working cycle.

Резиме

У овом завршном раду разматраће се рамне дизалице за претовар контејнера, као све чешће примењивана средстава за транспорт различитих облика терета. Контејнерски транспорт подразумева превоз робе у јединствене товарне сандуке или судове, тј. ISO стандардне контејнере. Оваква врста транспорта захтева поред примене ISO стандардних контејнера, примену специјалних саобраћајних средстава, развој информационог система, обуку кадрова на високом нивоу и велика улагања.

Рамне дизалице за претовар контејнера су посебно прилагођене конструкције само за ову намену или за рад са куком, грабилицом и хватачем контејнера. Главна подела је на обалске дизалице и дизалице на шинама. На њих делују разна главна оптерећења као и проблем њихања контејнера.

Кључне речи: контејнери, контејнеризација, контејнерски транспорт, обалске дизалице, радни циклус.

1. Увод

Дизалице се могу дефинисати као средства са цикличним дејством тј. прекидним или периодичним радом, намењена транспорту коадне или расуте робе у оквиру ограниченог радног простора. Дизалице обављају транспорт материјала у циклусима који се састоји од захватања терета са једне радне површине, подизања, премештања и спуштања терета до друге радне површине.

Дизалице се деле према различитим критеријумима а најпогоднија подела за избор претоварних процеса је подела према врсти погона и конструкције:

- према врсти погона
 - дизалице са електромоторима;
 - дизалице са СУС моторима;
- према конструкцији
 - мосне дизалице, грађевинске стубне дизалице, рамне (порталне) дизалице, конзолне, порталне лучне, аутодизалице, ручне дизалице и много друге.

Због великог низа групе дизалица, најзначајнија подела је на:

- мосне дизалице;
- рамне дизалице;
- конзолне дизалице.

Мосне дизалице представљају најбројније индустријске дизалице кој се састоје од једног или два главна носача, који могу бити лимене или решеткасте конструкције и по којима се крећу једно или два електрична витла тј. колица. Код неких конструкција механизам за дизање терета и механизам за кретање колица се налазе на колицима. Мосна дизалица обавља подизање и спуштање терета и хоризонтално кретање колица [1].

Порталне или рамне дизалице састоје се најчешће од два главна носача и греде који чине портал или рам по коме се крећу колица за премештање терета. Рам може бити фиксиран или монтиран на колосеку. Рамна дизалица обавља утовар, пренос и истовар терета. Најчешће се користе у фабрикама, код хидроцентрала, на пристаништима итд.

Конзолне дизалице се користе за опслуживање различитих уређаја у мањим технолошким срединама. Производе се у више различитих варијанти зависно од захтева технолошкох процеса. Могу бити стубне или зидне, са електромотором или ручним

погоном. Радна операција се састоји од дизања терета, ротацији конзоле и вожњи висећих колица дуж конзоле до спуштања терета [1].

Рад се бави контејнерским дизалицама, тј. посебном облику рамних дизалица за претовар контејнера. Све већим развијањем индустријске производње и конкуренције на тржишту, важну улогу поред квалитета и цене производа, игра и рок и квалитет испоруке. Посебна пажња придаје се и процесу доставе робе кориснику. Смањење цене производа може да се постигне на различите начине а једано решење је побољшање доставе робе различитих димензија, врста и начина њеног паковања.. Контејнерски транспорт доноси велике уштеде, али и захтеве за његово успешно спровођење и развој.

1.1. Улога рамних дизалица за претовар контејнера

Рамна дизалица је првенствено намењена за реализацију различитих претоварних задатака са комадним и расутим материјалом на отвореном простору. Под расутим материјалом се подразумевају сировине као што су руде и угаљ и житарице, а под комадним теретом се убрајају тешки терети као што су машине и слично. Основна карактеристика је велика носивост од 300 до 500 kN, велика брзина дизања терета (до $150 \frac{m}{min}$) и брзина кретања колица (до $200 \frac{m}{min}$). Рамна дизалица за претовар контејнера представља углавном обалску рамну дизалицу посебно прилагођење конструкције само за претовар контејнера или за рад са куком, грабилицом и хватачем контејнера. Коришћењем рамних дизалица потребно је обезбедити рационалан претовар контејнера [2].

Претовар контејнера подразумева претовар робе у товарне судове – сандуке или ISO стандардне контејнере који учествују у читавом транспортном ланцу. Све већом производњом контејнера узроковало је стварање бродова већих капацитета као и побољшање конструктивно технолошких параметара контејнерских дизалица намењених за рад у контејнерским терминалима великих поморских лука. Конструктивне – технолошке карактеристике омогућавају:

- одговарајућу носивост, висину дизања и место опслуживања;
- лак и безбедан радни циклус који се састоји од хватања, дизања, преношења и одлагања контејнера;
- производност и економичност у јединици времена.

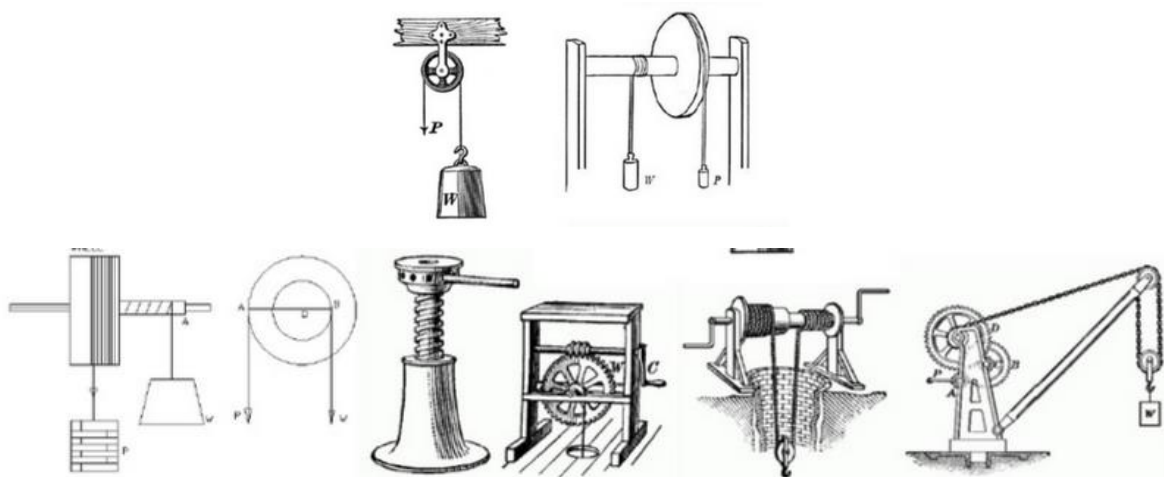
1.2. Област примене рамних дизалица

Рамне дизалице се најчешће користе у фабрикама, ливницама, жељезарама, дрвној индустрији, код хидроцентрала, на пристаништима и многим другим местима.

Највећа примена рамних дизалица за претовар контејнера је на пристаништима у контејнерским терминалима, код хидроцентрала. Могу бити фиксиране или што је чешћи случај, монтиране на колосеку. На лукама рамне дизалице се обично комбинују и са другим технолошким елементима. Постоје и рамне дизалице са постројењима за истовар расуте робе из великих бродова [3].

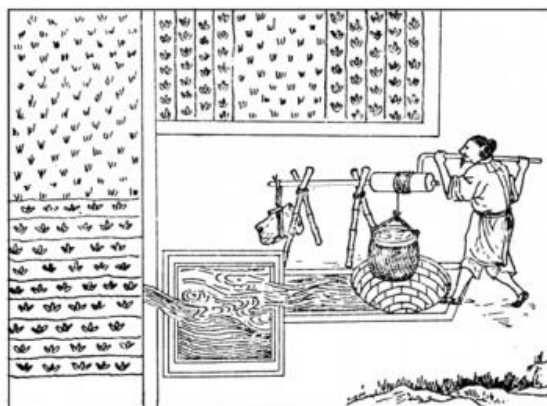
2. Историјски развој рамних дизалица

Бројним археолошким истраживањима откривени су споменици материјалне културе као сведоци примене дизаличних уређаја још до древних цивилизација. Човек се стално налазио у проблемима подизања и спуштања терета, и то је решавао направама и уређајима (слика 2.1.), које су се све више усавршавала. Људи су се бавили земљорадњом, грађевинарством, рударством, претоваром на пристаништима итд.



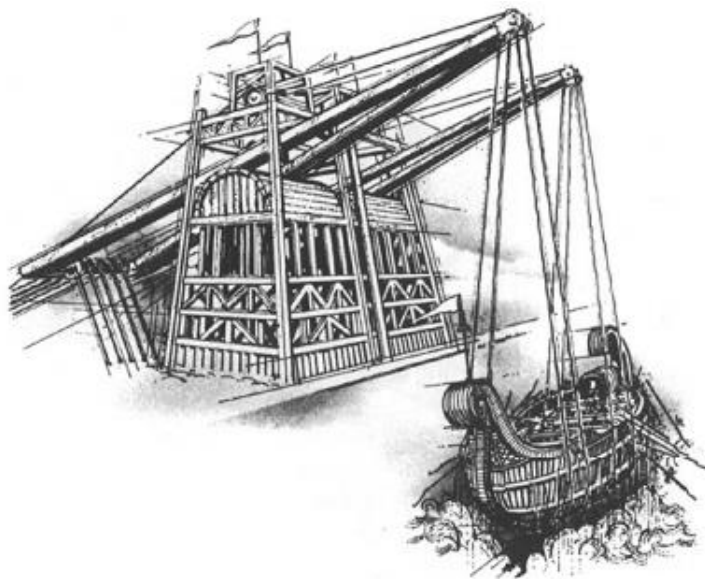
Слика 2.1. Уређаји за подизање и спуштање[4]

Систем наводњавања појавио се у Кини још 2200. година п.н.е. и састојало се од витла на коме је било намотано уже са кофом, постављено на носаче и оптерећено теретом са једне страни ради равнотеже (слика 2.2.).



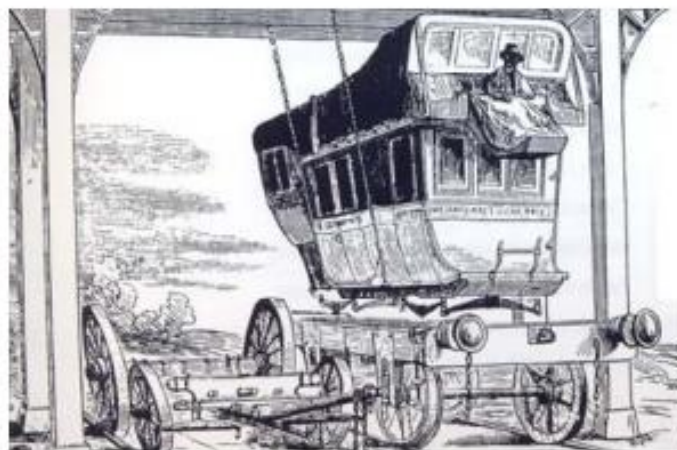
Слика 2.2. Бунарски ђерам и бунарско витло[4]

У Грчкој је дошло до појаве прве дизалице односно витла за дизање, ослоњеног на стубове висине до једног метра при изградњи Артимидиног храма. Појавом првих зупчаника као и котурача смањивала се сила потребна за подизање и спуштање, и омогућило се подизање већих терета (слика 2.3.).



Слика 2.3. Систем котурача за дизање терета[4]

Прва портална дизалица настала је 1843. године направљена од носача и носеће греде који су чинили рам. На носачу се налазило витло са ужетом које је захватало терет и ручним погоном се обаљало подизање (слика 2.4.).



Слика 2.4. Прва портална дизалица[4]

Транспорт робе се обављао пловним и копненим путевима и тежило се што рационалнијем преносу терета са једног места на друго. Ценио се квалитет и рок испоруке.

Комбиновањем гвожђа и парне енергије у бродоградњу, а касније и челичних конструкција, струје, телеграфа, допринело је револуцији у индустрији бродоградње крајем 19. века. Терет се увек лакше превозио воденим него копненим путем, а данас се чак око 90 % светске трговине обавља преко мора. Терет се смештао у тршћане корпе до појаве контејнера још пре 80 година (слика 2.5.).



Слика 2.5. Ручни претовар терета са бродова[5]

Контејнер је личио на сандук и задржао је тадашњу функцију. Употребом контејнера побољшава се и убрзава транспортни процес, нарочито претовар. Конструисани су различити облици контејнера ради лакшег захватања као и све већи контејнерски бродови, контејнерски возови а и дизалице за претовар контејнера (слика 2.6.).



Слика 2.6. *Изглед једне од рамних дизалица[6]*

Ове врсте дизалица су пролазиле кроз различите врсте иновација. Данас су све значајније луке које се баве прометом расуте робе опремљене рамним дизалицама за истовар расуте робе из великих бродских јединица. Неке дизалице поседују тракасте транспортере са уграђеним бункером.

3. Контејнери

3.1. Појам и развој контејнера

Постоји много дефиниција шта је контејнер, која је његова намена, шта је контејнеризација и који су саставни делови контејнерског терминала. О контејнеру се може чути у целом свету а код нас се преводи као покретни сандук, сандук за амбалажу или опрема за утовар робе. Контејнер према дефиницији међународне организације за стандардизацију ISO представља суд правоугаоног пресека, који се примењује за транспорт и складиштење извесног броја теретних јединица, пошиљки или робе у расутом стању, штити његову садржину, може се одвојити од транспортног средства и може се претоварити без истовременог истовара робе.

Слично објашњење дато је и према стандарду SRPS ISO 830:2013 и то је да контејнер представља кутију или посуду која омогућава бржи и сигурнији транспорт практично свих врста роба и која је у складу са свим стандардима ISO за контејнере [2].

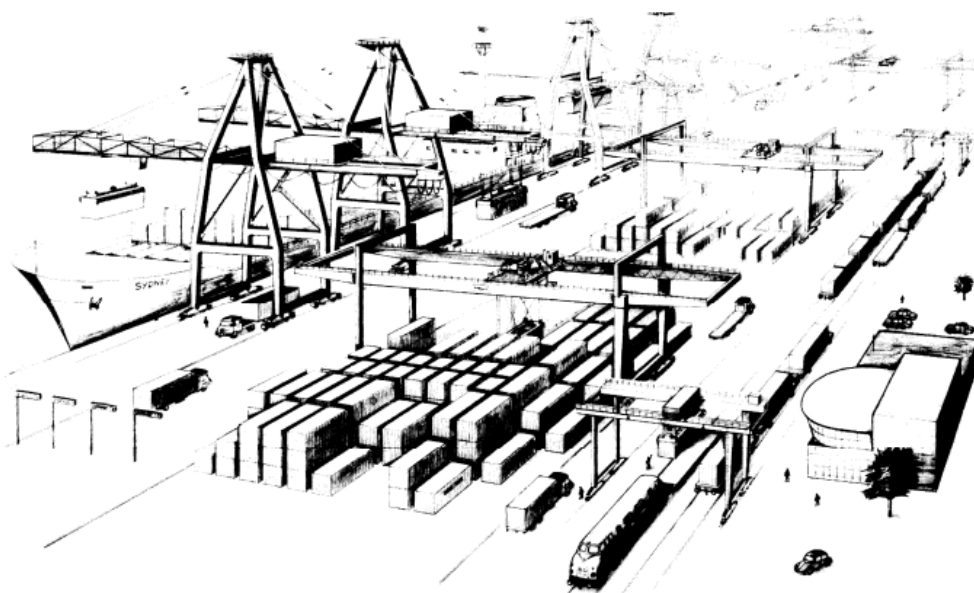
Дефиницаја контејнера дата је и у Правилнику о међународном железничком превозу контејнера RICO која гласи: „Контејнер је транспортни суд, израђен од чврстог материјала, и то тако да се трајно може употребити више пута, нарочито подешен да се олакша превоз ствари средствима разних видова саобраћаја без претовара самих ствари, снабдевен уређајима који олакшавају манипулацију и има запремину најмање 3 m³, чије димензије не прелазе оне утврђене железничким прописима“[2].

Почетак развоја контејнера је 1831. године, када се размишљало о вагонима са сандуцима на прузи Liverpool – Manchester. Железнице су биле иницијатори за увођење контејнера у употребу, а војне потребе и ратови су поспешиле све већу употребу контејнера као и њихов бржи развој. SAD као војна и економска сила имала је потребе за прекоморски транспорт. Прекоморски транспорт је изазвао конструисање нових контејнера а циљ је била што већа носивост контејнера. Први бродови који су преносили терет били су ограничени тадашњом технологијом и материјалима који су се користили за њихову изградњу. На почетку се користило дрво али појавом гвожђа и парне енергије у бродоградњи, а касније и челичних конструкција, електричне енергије, доприноси се револуцији у индустрији бродоградње крајем 19.века. Данас се чак око 90% светске трговине обавља преко мора. Кроз историју, људи су користили сандуке за пренос терета. Први контејнер се појавио пре више од 80 година и задржао је првобитну форму. Увођењем металних контејнера значајно се поспешио транспорт.

Контернизација подразумева скуп одређених врста техничких средстава, опреме и елемената намењених за механзовано манипулисање контејнерима од пошиљаоца до

примаоца. Ту се убрајају контејнери, превозна средства, разне врсте дизалица, виљушкари, хватни и помоћни уређаји и опрема, контејнерски терминали и други. Контејнеризација повећава продуктивност и умањује трошкове [3].

Контејнерски терминал игра веома важну улогу у савременом транспортном систему и представља простор опремљен одговарајућом опремом за манипулацију са ISO контејнерима којим мора да располаже сваки учесник у контејнерском транспорту. Највише су развијени контејнерски терминали, за њима су железничко – друмски, дистрибутивни, робнотрговачки, фабрички итд. Луке имају важну улогу у свакој земљи и представљају знатна прометна чворишта више земаља. На слици 3.1. приказан је савремени лучки терминал, где су лево на обали према мору контејнерске дизалице за утовар и истовар бродова и саобраћајнице за прилаз друмских возила, на средини се одвија складиштење контејнера у три нивоа и десно, код пристанишне зграде, су железница и саобраћајнице са одговарајућим контејнерским дизалицама [3].



Слика 3.1. *Савремени лучки контејнерски терминал*

Као што је речено, контејнерски транспорт је један од начина који пружа велике могућности за смањење трошкова транспорта, а тиме и крајњу цену производа. Велика пажња се придаје у процесу пројектовања, конструисања, производње као и у достави робе кориснику. Формирали су се и на крају усвајали велики ISO контејнери, који су узроковали развијање и складишног простора, транспортних средства, и укључивање друмског, речног, морског и ваздушног саобраћаја у систем контејнерског транспорта. За

исправно функционисање контејнерског транспорта, потребно је створити одговарајуће услове као што су:

- стварање простора за истоварне – претоварне и складишне операције, као и пријем, обраду и отпрему контејнера, паковање робе, ремонт и одржавање;
- стварање специјалних средстава за утовар – претовар на пристаништима и другим терминалима, као што су дизалице, манипулатори, виљушкари;
- стварање одговарајуће организационе и кадровске базе за рад и праћење контејнерских пошиљки.

Оно што се постиже применом оваквог транспорта је брзина доставе, број потребних средстава транспорта, обим превоза, продуктивност рада, производност, смањење трошкова као што су директни трошкови транспорта, утовара и истовара, укупни трошкови дистрибуције, затим подела рада, флексибилност, организација рада, уштеда енергије, екологија и развој привреде земље [3].

3.2. Главне карактеристике контејнера

Контејнери имају више функција:

- манипулативна средства за механизовану манипулизацију, чак без њих, неке утоварне манипулације не би могле бити механизоване;
- транспортна средства, за стварање транспортне и утоварне робе и намењене транспорту од једног пошиљаоца до једног примаоца;
- заштитна средства, јер штите робу од оштећења, губитака и од временских прилика, па се може постављати на отвореним возилима и складиштима;
- због чувања робе на складиштима, омогућавају већу искоришћеност простора на складишту;
- омогућавају бољу искоришћеност транспортних средстава, убрзавају њихов обрт скраћивањем утоварних операција.

3.3. Подела контејнера

Постоји више подела контејнера према техничко – технолошким карактеристикама и они се могу поделити према:

- намени – универзални и специјални;
- врсти робе која се у њима превози – коадне робе, робе у расутом стању и за превоз течности;

- носивости – мали, средњи и велики контејнери;
- врсти материјала од којих су израђени – дрвени, метални, гумени, пластични, од разних легура и сл.;
- врсти конструкције – класични, склапајући, расклапајући, са дрвеним, са металним облогама, самоистоварајући и сл.;
- месту коришћења – контејнери за превоз у једној земљи (национални превози) и превози између земаља као и између континената;
- начину превоза – у директним и комбинованим (друмско – жељезнички, копнено - водни, копнено - воздешни) превозима;
- погодностима и могућностима претовара – снабдевени точићима или ваљцима и са специјалним ослонцима за дизалице, виљушкаре, ауто – утовариваче и др.;
- и сл [7].

Општа сагласност је да се контејнери према величини деле на:

- а) мале са укупном масом до 2,5 t, који су налик палетама;
- б) средње са укупном масом до 10 t;
- в) велике или тешке са укупном масом преко 10 t.

Мали контејнери нису побудили интересе за стандардизацијом, јер се не користе у прекоморском превозу. Највећу примену имају у железничком транспорту. Постоје мали универзални контејнери, који се примењују за превоз свих врста робе и мали специјални контејнери који се примењују само за превоз одређене врсте робе.

Средњи контејнери су обухваћени ISO препорукама, а најчешће се примењују на железници. Њихова структура зависи од врсте робе којој је намењена. Они најчешће служе за превоз сировина, минерала и специфичног грађевинског материјала. Контејнери се постављају на специјална колица које захтевају специјалне вагоне које би омогућиле њихово фиксирање тј. везивање. Постоје отворени, затворени, контејнери – цистерне, контејнери са резервоарима за гасове под притиском (слика 3.2.), али могу послужити и за превоз прашкастих материјала као што је брашно, шећер, креч, цемент и сл [2].



Слика 3.2. Контејнер за гасове под притиском[2]

Велики ISO контејнери заузимају посебно место и имају посебно значење. Они су дефинисани стандардом тј. имају стандардне димензије које се исказују стопама, као нпр. контејнери 10, 20, 30 и 40 стопа (стопа је интернационална јединица при чему је 1 стопа = 0,3048 метара или 12 инча).

Према намени контејнери се могу поделити на:

- а) универзалне контејнере;
- б) контејнере са превоз посебних роба (специјални).

Универзални контејнери су пре свега намењени за превоз амбалажиране робе, тј. користе се за робу која не захтева посебне мере превоза. Они представљају високо економичне контејнере јер имају могућност претовара са једног на друго транспортно средство. Веома су погодни за чување разноврсног терета јер овакви контејнери су потпуно затворени (на једној чеоној страни се налазе врата) и непропустљиви су за прашину и воду.

Специјални контејнери се користе за превоз исте врсте роба са обезбеђеним условима превоза. Роба која захтева посебне услове превоза је цемент, житарице, угаљ, гас, минерална ђубрива, прехранбени производи и друга. Ту спадају:

- контејнери са термичким карактеристикама – имају изоловане странице (слика 3.3.) чиме се смањује разлика топлоте између спољашности и унутрашњости контејнера и поседују агрегате за расхлађивање, снижавањем температуре помоћу азота, као и уређаје за грејање [2];



Слика 3.3. Изотермички контејнер[2]

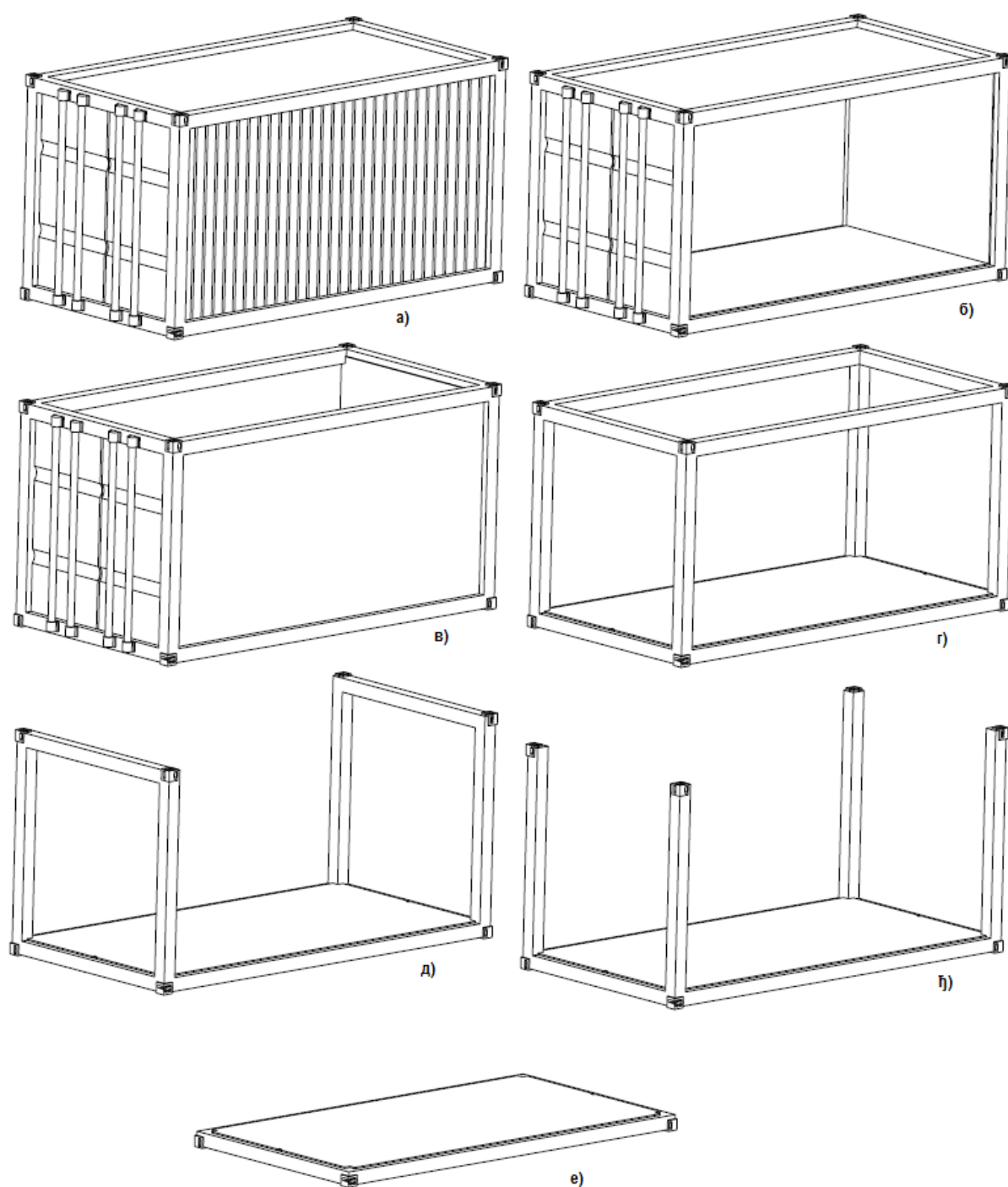
- цистерне за течности и гасове – користе се за превоз течности и гасова (слика 3.4.). Састоје се од једне или више цистерна и оквира који носи оптерећење и омогућава захтиту цистерне као и њен лакши транспорт и манипулацију [2].



Слика 3.4. Контејнер – цистерна [2]

- контејнери за суву расуту робу;
- контејнери за друге посебне намене.

Сви ови специјални и универзални контејнери се разликују према начину превоза било да се користе за железнички, ваздушни, аутомобилски и пловни саобраћај. На слици 3.5. приказани су типови контејнера према горњој класификацији.



Слика 3.5. Типови контејнера: а)универзални контејнер; б)контејнер са крутим кровом и чеоним зидовима; в)контејнер без крова; г)контејнер без крова и чеоних зидова; д)контејнер са надградњом; ж)контејнер са надградњом; е)контејнер платформа.

4. Рамне дизалице за претовар контејнера

4.1. Транспортне машине за манипулацију контејнера

Све већа потреба за контејнерима узроковала је развој машина које ће манипулисати њима, па су тако и настале посебне машине које задовољавају захтеване намене [8]. Све потребне машине за овај рад се могу поделити у две групе:

- покретна претоварна средства;
- портални кранови.

Покретна претоварна средства, као што сама реч каже, могу се кретати, неограничено, тј. могу вршити утовар, пренос, претовар и истовар контејнера. У ову групу спадају портални слагачи, телескопски слагачи, виљушкар за контејнере, терминалски трактори и посебни уређаји за подизање контејнера. Набројани уређаји могу прићи контејнеру бочно, доласком испред контејнера или чеоно и захватањем контејнера са обе бочне стране.

Портални кранови врше кретање на точковима или по шинама, као што су рамне дизалице на шинама или на гуменим точковима. Овакве дизалице имају мост испод кога се налазе колосеци, простор за смештај контејнера. Могу бити са или без препуста, великих распона и носивости.

Према изгледу конструкције рамне дизалице се могу поделити на:

- рамне дизалице са препустима према води и копну,
- рамне дизалице без, са једним или оба препуста (обалске рамне дизалице);
- лучке порталне – обалске дизалице;
- дизалице на точковима или гусеницама.

4.2. Појам контејнерских дизалица

Рамне дизалице које служе за утовар и истовар контејнера називају се контејнерске дизалице. Дефинисане су одговарајућом носивошћу, висином дизања и површином коју заузимају. Обезбеђују лаке и безбедне радне циклусе који се састоје од хватања, дизања, преношења и спуштања контејнера на одређено место, чиме се добија задовољавајућа производност.

Што се тиче изгледа конструкције, рамна дизалица се састоји од рама кога чине два стуба и греде. Челичне конструкције су од пуног профила или решеткасте у зависности од

дужине греде или висине дизалице. Носивост оваквих дизалица креће се до 400 kN а распон је до 22+2*2,5 m. У зависности од економских и тржишних захтева, зависиће и оптимални изглед конструкције.

Главна подела контејнерских дизалица је на:

- обалске дизалице;
- рамне дизалице на шинама или на гуменим точковима.

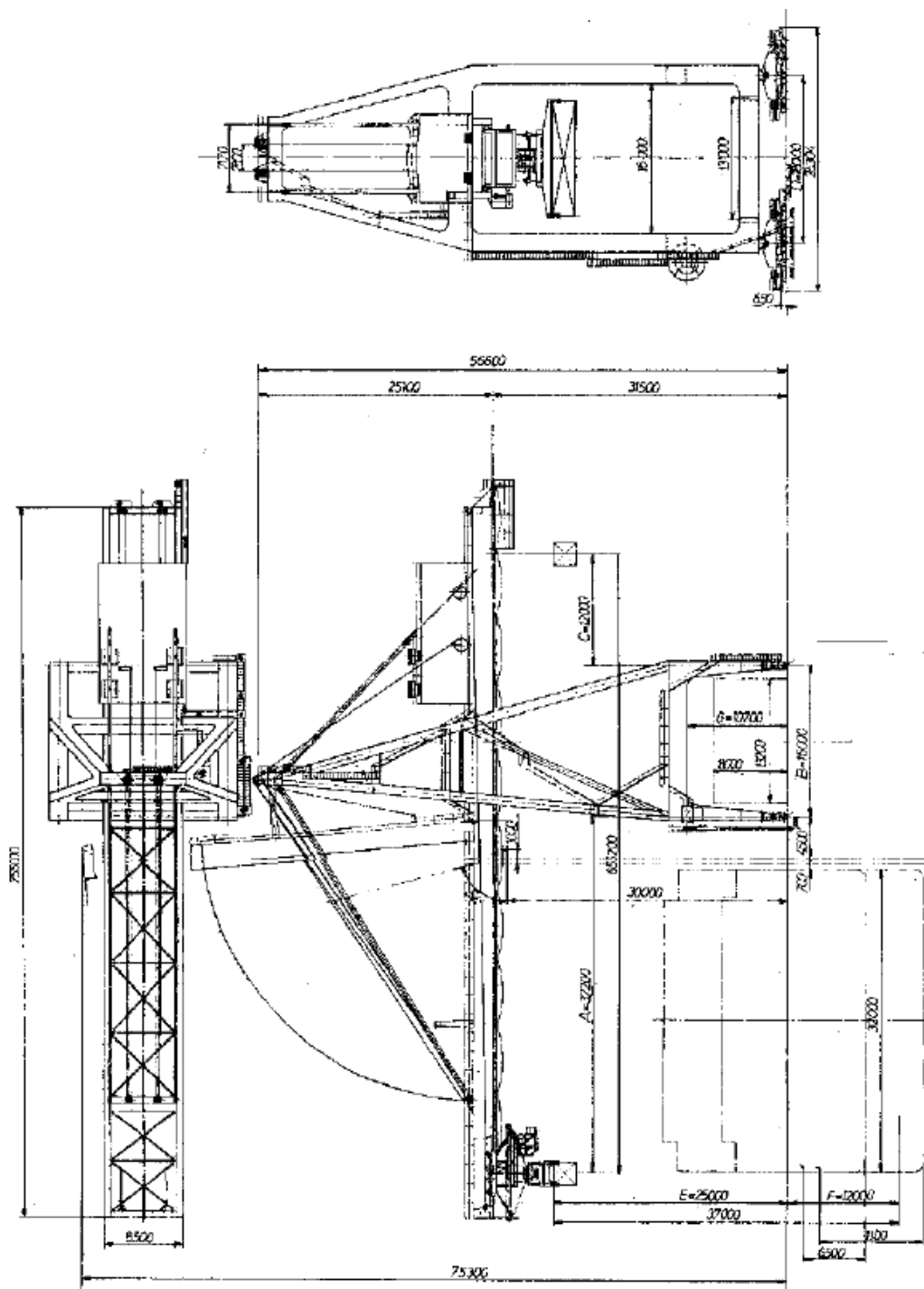
4.2.1.Обалске дизалице

Обалске дизалице представљају рамне обалне дизалице намењене за претовар контејнера које могу да раде са куком, грабилицом и хватачем контејнере. У ову групу спадају и обртне рамне дизалице са или без двоструке стреле, али овакве дизалице нису намењене за рад у контејнерским терминалима.

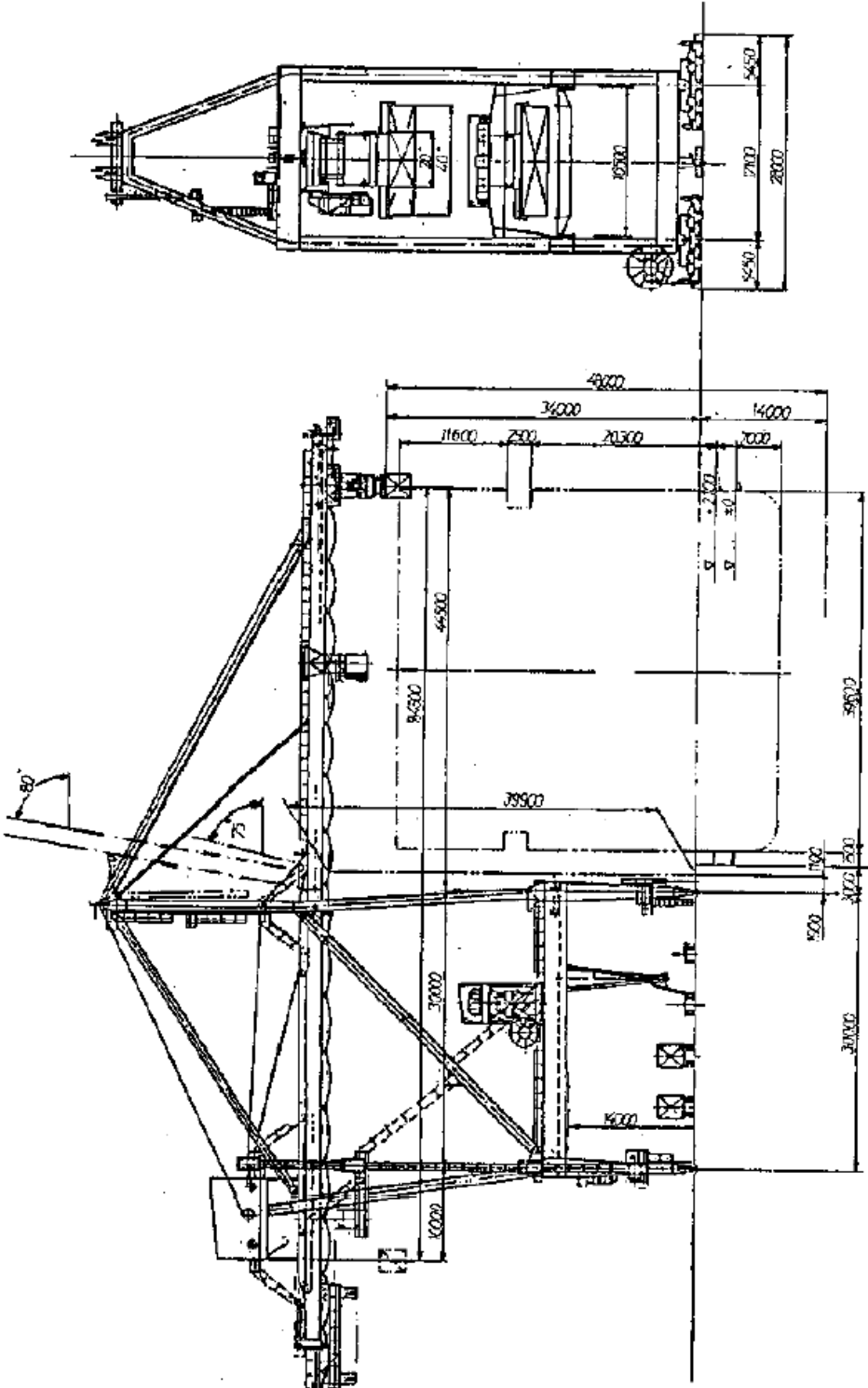
Основна конструкција у новијим извођенима има облик „А“, али чешће се може видети „П“ облик. Носачи рама могу бити у зависности од дужине, кутијаста или решеткаста, а носећа греда може бити једногредна или двогредна. На конструктивно извођење утиче:

- препуст на страни брода, тј. величина бродова који се опслужују у луци;
- висина изнад воде;
- размак главних носача до дозвољене границе стабилности;
- препуст на копненој страни у зависности да ли дизалица само преноси контејнере или их и складишти;
- да ли су дизалице за рад на морским или речним лукама;

На слици 4.1. дата је конструкција једне контејнерске дизалице која се користила од почетка периода контејнеризације. Временом се повећавао препуст према мору и почела је употреба колица која су повећавала ефикасност рада. Таква развијена контејнерска дизалица се користи сада и може се видети на слици 4.2.[2].



Слика 4.1. А облик рамне дизалице[2]



Слика 4.2. *П облик рамне дизалице[2]*

На слици 4.1 приказана је конструкција „А“ облика носача, која је направљени од лимова китијасте конструкције са правоугаоним попречним пресеком, спојени вијчаним везама. Прорачуном стабилности лимова на избочавање, усвојена су подужна ребра на приближно 30 – 50 cm као, попречне бленде на ваких 1,5 – 2 m. Ради стабилности користе се и попречне греде у доњем делу, изнад точова, у горњем делу где се налази гредни носач за кога су везане, и на врху, где обезбеђују везу затеге и превојног ужета механизма за дизање препуста дизалице, који код овакве конструкције не би требао да прелази 30 m.

На слици 4.2 дат је изглед конструкције облика „П“ носача који је исто направљен од лимова кутијасте конструкције са правоугаоним попречним пресеком. Доњи део дизалице је крутом везом причвршћен за рам дизалице и зглобном везом везан за делове горњег носача. Портал на страни воде је постављен косо и зглоб омогућава заокретање препуста и безбедан прилазак брода. Тим заокретањем омогућено је закошење носача, као и растерећење конзоле која нема затегу, и самим тим је могућа доградња других колица и дизалице. Доњи део носача је, као што је речено, круто везан за обе ноге или за оба главна носача, јер по њему је омогућено кретање других колица, па пошто он може да служи као стаза, мора бити и јаче димензионисан од других носача. Ради стабилности, због великих препуста на воденој страни уграђене су две затеге са зглобин елементима преко којих се врши ротација препуста на захтев бродова који се опслужују.

На слици 4.3 дат је „А“ тип рамне конструкције где је доњи део рама зглобно везан за носач. На средини рама везан је гредни носач са зглобним везама, да би се добила елестичност при динамичким оптерећењима. При врху се налази гредни носач који је везан зглобно и држи затеге које дају равнотежу конструкцији [9].



Слика 4.3. Тип А рамне дизалице фирме Yokohama Port [9]

На слици 4.4 приказана је конструкција дизалице коју чине два портала круто везани, доњим кутијастим носачем и косницима који дају крутост конструкцији. Оба препуста повезани су затегама где се препуст ка води подиже погонским механизмом. Код оваквих дизалица пренос контејнера траје мало дуже. Предност ових дизалице је што могу да се не користе само на обалама, већ могу да врше пренос са возила на друго возило или са складишта. Одликују се великом носивошћу око 35,5 t, дохват на страни воде око 39 m, висине дизања око 27 m, и великим брзинама: брзина дизања 30 m/min, брзина колица 120 m/min, брзина портала 46 m/min [10].



Слика 4.4. *Дизалица за опслуживање и складишта фирме Hitachi [10]*

4.2.1.1. Погонски механизам за дизање контејнерских дизалица

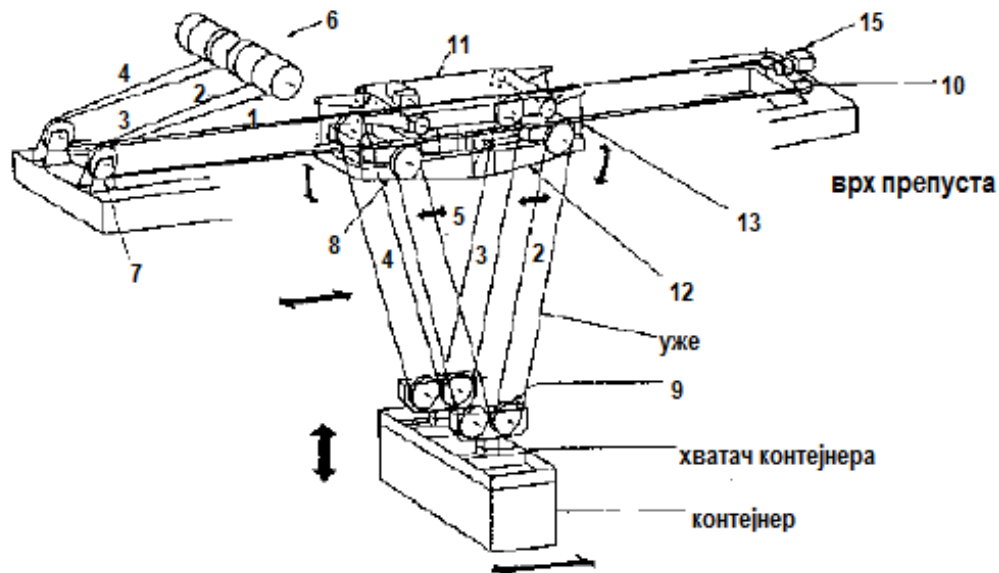
Дизалични механизам омогућава дизање и спуштање контејнера. Углавном су једноставни, али могућа су разна конструктивна решења у зависности од носивости, радних брзина, врсте котураче и карактеристике елемената који улазе у састав механизма. Главни делови сваког механизма за дизање су: редуктор, добош, кочница, електромотор и котурача.

Код обалских дизалица све конструкције механизма за дизање имају четири крака ужади и најчеће се налазе у машинској кућици на препусту на страни складишта. Могу имати добоше са два крака ужади или један добош са четири жљеба за ужад. Добоше погони електромотор неизменичне или једносмерне струје, а кочница је у новије време углавном диск са електрохидрауличним потисним ELDRO уређајем. Овакви уређаји се

активирају за кратак временски период, заузимају мање простора, ефикаснији су од других система кочења [2,11].

У неким конструкцијама, погонски механизам за дизање се поставља на колица. Због великих покретних маса, колица морају бити ојачана, јер су колица изложена учесталим убрзавањем и кочењем. Овакав концепт има краћу ужад, мањи број савијених ужади, немају проблем са вертикалним осциловањем празног хватача контејнера, али један од главних проблема представљају дугачки водови електричних каблова, који могу узроковати отказ због њихања и савијања. Овакав концепт постављања се углавном користи код рамних дизалица које се користе на складиштима.

Када су велике брзине дизалица и колица, погонски систем за дизање се поставља у машинској кућици. Код оваквих конструкција, ужад прати цели дужину гредног носача и то почевши преко котурова на задњем препусту (на страни складишта), до колица дизалице где се спушта до хватача контејнера, па подиже до котурова на колицима па до краја предњег препуста (на страни мора).

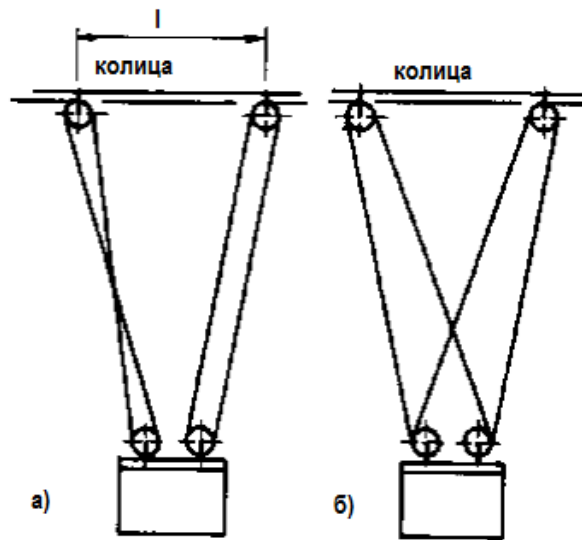


Слика 4.5. Погонски механизам за дизање[2]

(1,2,3 и 4 – ужад за дизање; 6 – добош за дизање; 7,8,9 и 10 – котурови са превојним ужадима за дизање од којих су 7 и 8 на гредном носачу, 8 на колицима и 9 на хватачу контејнера; 11 – колица дизалице са клацкалицом 12; 13 и 15 – коректор ужади леве и десне стране)

На слици 4.5 приказана је уобичајна кинематска шема погонског механизма са колицима. На слици се може видети уже, које се преко превојних котурова на задњем препусту пружа до котурова на колицима, па даље доле до хватача контејнера, затим се пење до других котурова на колицима, па до кутурова на предњем препусту. Други крак ужета постављен је исто као и предходно уже и он се са тим ужетом спаја преко добоша који у оваквом концепту нема улогу подизања терета, него се његовим заокретањем мења дужина једне стране ужади и тиме се заокреће контејнер за неки угао α [2].

Ужад се могу постављати на различите начине, тј. укрштати тако што ће се само једна страна укрстити или тако што ће се обе стране међусобно укрстити (слика 4.6.). Обе концепције обезбеђују природно пригушење њихања контејнера [2].



Слика 4.6. Шнирање ужади[2]

а) једна страна укрштена; б) стране међусобно укрштене

Котурови могу бити за колица круто везани тј. непокретни или се могу кретати по клизачима чиме се размак (на слици 4.6 означено са l) смањује или повећава, чиме се пригушује њихање као и заокретање хватача контејнера.

Електромотори који се користе код оваквих конструкција су најчешће једносмерне електричне струје, али у употреби су и асинхронизовани електромотори неизменичне струје са тиристорским фреквентним претварачима. За брзине дизања до 2 m/s снага електромотора је око 400 kW.

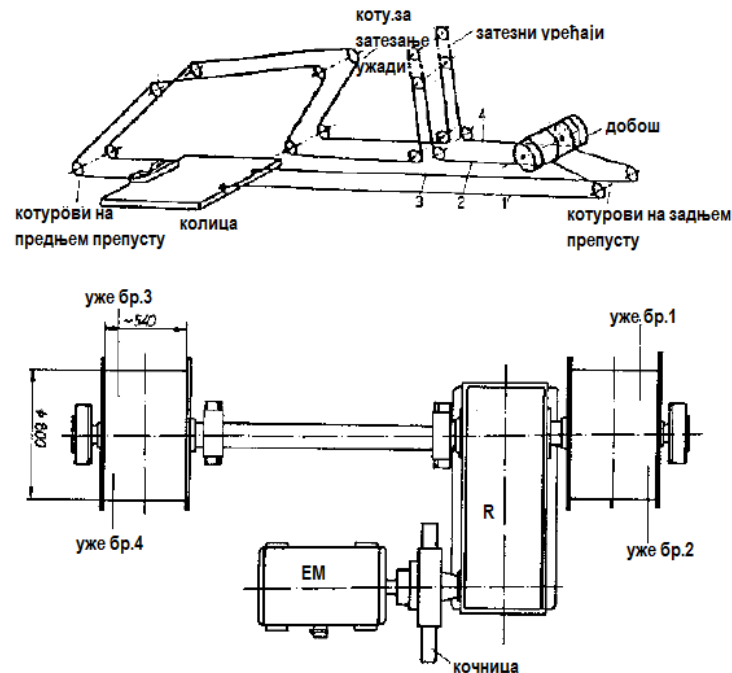
Све чешће су у примени конструкције са другачијим механизмом за дизање и укрштањем ужади. Ужад су међусобно укрштена, а свака страна ужади има независан погонски механизам за дизање. Постоје конструкције са шест кракова ужади, где је улога

контролног система да са рачунаром усагласи кретање свих добоша ових погонских механизма. Главна улога је пригушење њихање терета и контролисање положаја контејнера.

4.2.1.2. Погонски механизам за кретање колица контејнерских дизалица

Од механизма за дизање се захтева да подигне контејнер, држи га безбедно на тој висини, да по тежини и габаритима буде што мањи а једноставне конструкције. Ради повећања продуктивности, потребно је обезбедити различите брзине са пуним и празним колицима. Постоје две концепције оваквог механизма:

- 1) погон за кретање се налази на колицима – овакав систем има електромотор који преко зупчастог преносника погони вратило два точка. Напојни електрични водови се налазе на колицима, али то не повећава много масу;
- 2) погон за кретање колица и погон за дизање се налази на колицима – знатно су веће димензије (око 70 t), са брзином кретања преко 3 m/s и временом убрзања око 4 s. Предходна конструкција као и ова имају електромоторе једносмерне електричне струје, али све чешће асинхронизоване електромоторе неизменичне струје.



Слика 4.7. Шема погонског механизма за кретање колица [2]

На слици 4.7. је приказан систем погонског механизма, где је уже намотано на добош. Погонски механизам може бити састављен од два добоша. Затезном уређају помажу котурови који се налазе иза њега и издижу уже, чиме се може решити и дизање препуста изнад воде. [2]

4.2.1.3. Погонски механизам за кретање дизалица

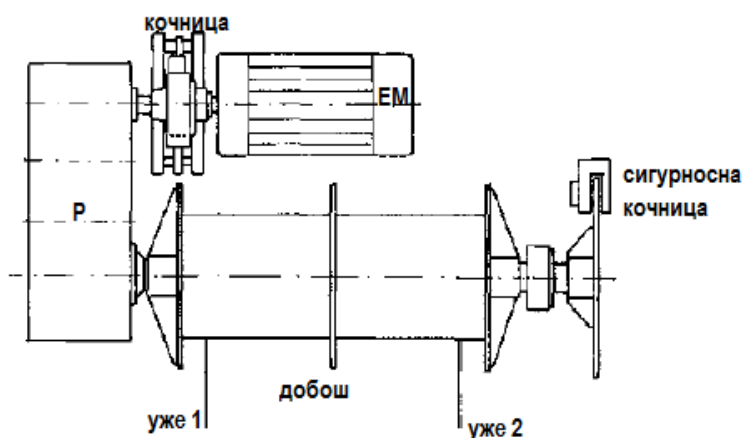
На основу брзине кретања дизалица, масе таквих дизалица као и оптерећења која делују на дизалицу, прорачунавају се оптерећења која делују на точак дизалице и усвајају се одговарајуће конструкције механизма за кретање контејнерских дизалица. Препоручљиво је да свака нога дизалице има клацкалицу са ослонцима.

Половину уграђених точкова чине погонски точкови, чије силе остварују клизни спој точка – шине. Погонски манизам може погонити, два, три или више точкова који су са зупчастим венцем. Ако су отворени зупчасти парови на точковима, потребно је подмазивати мастима и заштитити од деловања спољашњих утицаја. Саставни делови оваквих механизма су и клешта за везивање дизалице за шину као и посебни чепови за фиксирање положаја дизалице на стази.

Најчешће су у примени електромотори једносмерне струје али и асинхронизовани електромотори неизменичне струје са електрохидрауичним потисним уређајем за кочење познатим као ELDRO уређај [2,11].

4.2.1.4. Погонски механизам за подизање препуста изнад воде

Представља једноставан механизам са малим брзинама подизања препуста који најчешће траје око 7 min. На слици 4.8. је погонски механизам који се састоји од добоша који је подељен на два дела због вишеслојног намотавања ужади који преко котураче подижу препуст. Поред кочнице овакав систем је осигуран и сигурносном кочницом на добошу у случају отказа делова погонског механизма, што би у противном могло изазвати хаварију дизалице [2].



Слика 4.8. Погонски механизам за подизање терета [2]

4.2.2. Порталне дизалице на шинама

Под овим дизалицама подразумевају се све рамне дизалице које се могу користити за претовар контејнера и могу се употребљавати на различитим местима. Конструкција оваквих дизалица се састоји од главних носача и гредног носача са великим распоном и препустима на обе стране за рад у железничко – друмском или само железничком терминалу, па се оне могу назвати и дизалице широке или уневерзалне намене.

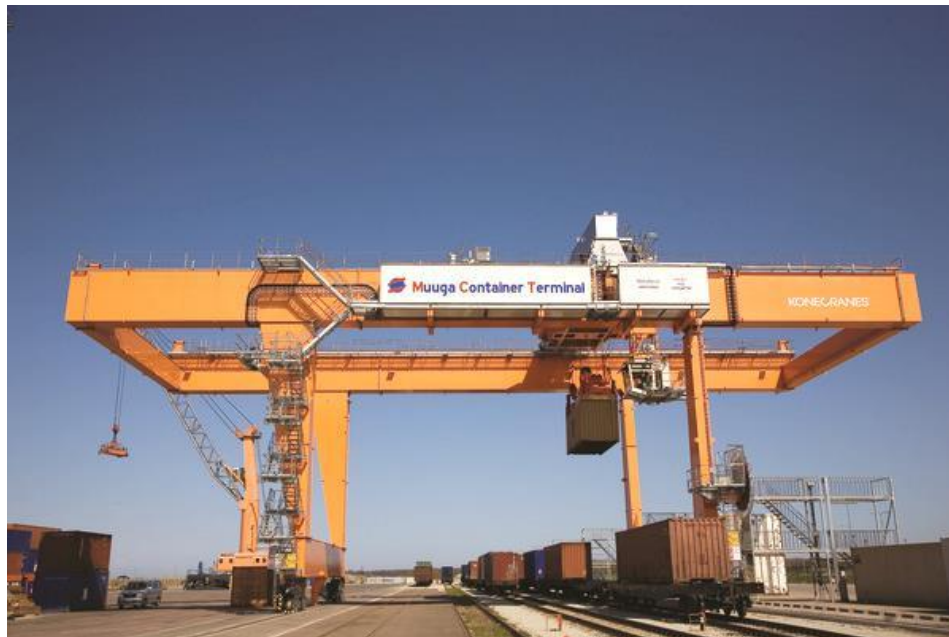


Слика 4.9. Портална обртна дизалица са колицима [12]

Овакве дизалице често у својој конструкцији имају, уместо хватача контејнера, колица на којима је обртан цео погонски механизам за обртање. Такве врсте дизалица су често са мањим препустима или без њих и малих распона. На слици 4.9. приказана је рамна дизалица која опслужују железничко – друмски терминал, решеткасте конструкције и са колицима на сопствен погон која су преко преко обртног постоља везана обртна машинска кућица, са погонским механизмом и кабином руковођаца [12].

На слици 4.10. дата је двогредна портална дизалица где се гредни носачи бочно везују за портале. Оваква дизалица има носивост 40 t, односно носи контејнер који је преко 30 t са радним брзинама: брзина дизања 9,5 m/min; брзина кретања колица 37 m/min и брзина кретања портала 50 m/min, затим висином дизања 9 m и распонем шинске стазе 20 m. Овакве дизалице такође имају обртна колица са шином на горњем појасном лиму гредних носача. Предност оваквих дизалица је што је смањено увијање гредних носача што се постигнуто директним ослањањем на круту ногу која је трапезног облика са једне стране а са друге стране на зглобну ногу. Мередавне су за одређивање оптерећења приликом димензионисања, јер се избегавају недефинисана оптерећења код закошавања при кретању.

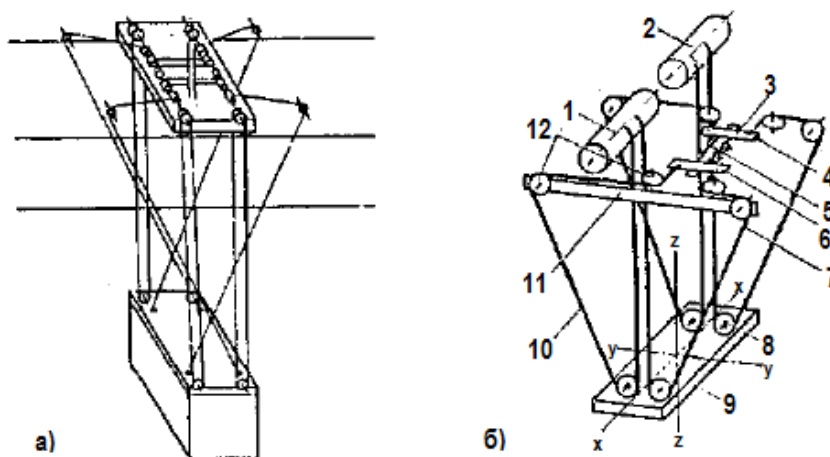
Дизалице које раде у складиштима контејнера честе су конструкције као дизалице са слике 4.10. само што обично немају препусте. Тада конструкције рама могу бити круто везане за гредне носаче или круто са обе стране ако су распони мањи тако да нпр. могу да опслужују три линије (железнички колосек, пут и једно место за одлагање) [13].



Слика 4.10. Рамна контејнерска дизалица [13]

4.2.2.1. Погонски механизам за дизање и кретање колица

Погонски механизам за дизање и кретање колица се налазе на самим колицима, али при том је потребан систем котурова који би ширио кракове ужади. На слици 4.11.а) дата је конструкција погонског механизма за дизање са четири добоша која могу бити механички или електрично везани. Ужад се укрштају ради пригушења њихања и намотавају су на добош посебног механизма који су за исту страну повезани механички. Могу имати један или два електромотора најчешће једносмерне електричне струје. На слици 4.11.б) дата су ужад за дизање укрштена у облику трапеза. Крајеви ужади су везани за полуге 4 и 6 и преко котурова 12 и 8 ужад 7 и 10 се намотавају на добоше 1 и 2. Полуга 11 везана је зглобно за конструкцију колица као и два амортизера који пригушују љуљање. Клизач 5 у вођицама 3 има и хидроцилиндар који зависно од положаја тежишта контејнера помера полуге 4 и 6 и тиме доводи контејнер у хоризонтални положај [2].



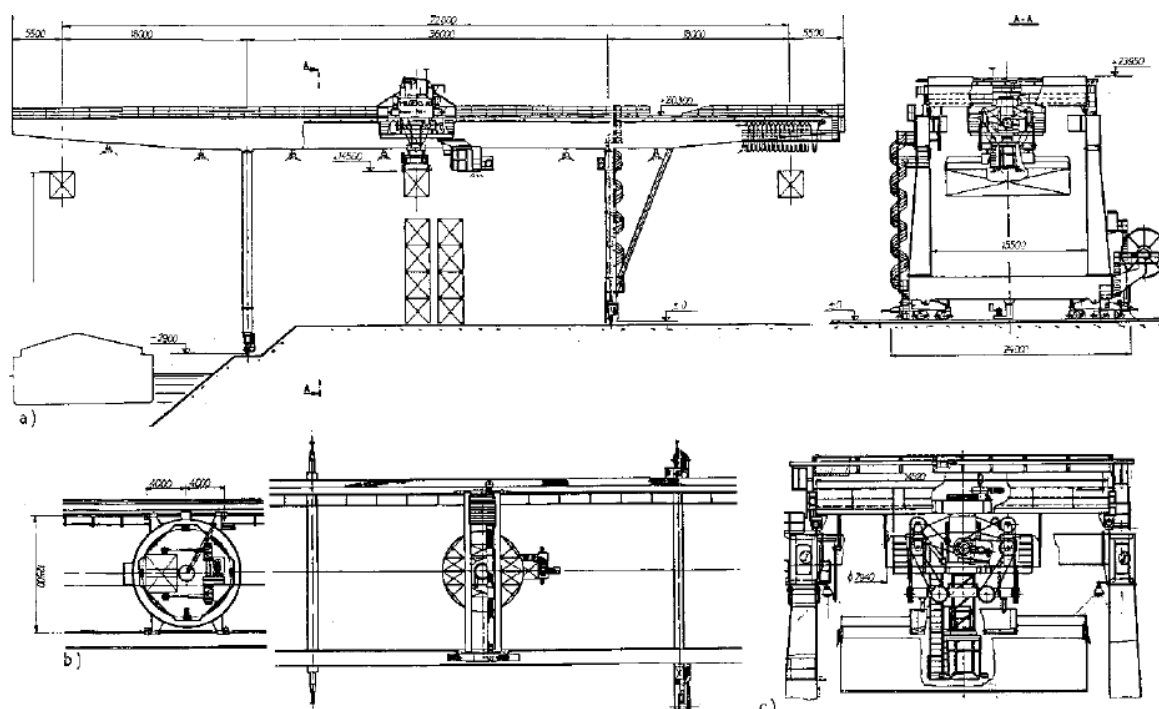
Слика 4.11. Концепција погонског механизма за дизање [2]

4.2.2.2. Погонски механизам за обртање колица

Углавном код оваквих конструкција рамних дизалица, колица висе на гредном носачу, где група зупчаника обрћу покретни део преко зупчастог венца обртног постоља. Код неких конструкција, због сложене конструкције колица, размак између двогредних дизалица може бити већи од дужине контејнера. На слици 4.12.а) дата је конструкција обртних колица двогредне рамне дизалице са хватачем контејнера где је укрштање ужади у облику V ради спречавања љуљање контејнера при раду. Обртно постоље са погонским механизмом је изнад погонског механизма за дизање [14].

Једноставнија конструкција је приказана на слици 22.б) где се обртни део ослања на колица са четири точка. У склопу ових точкова су и точкови за хоризонтално вођење, где

се уграђује шина на конструкцију колица. Погонски механизам за дизање је једноставније конструкције [11].



Слика 4.12. Рамна дизалица са детаљима обртних колица [11]

4.2.2.3. Погонски механизам за кретање портала

Погонски механизам за кретање портала сличан је као и код обалских дизалица, с тим што имају по четири точка по нози портала због мање масе. На слици 4.13 се може видети изведба точка са зупчастим преносником, везом портала за клацкалицу и остале делове конструкције ради заштите од спољашњих утицаја. Овакве дизалице се крећу већим брзинама па захтевају регулисано кретање са могућношћу процесорског вођења рада и позиционирања [11].



Слика 4.13. Погонски механизам за кретање рамних дизалица [11]

4.3. Захватни уређаји и саставни делови контејнера

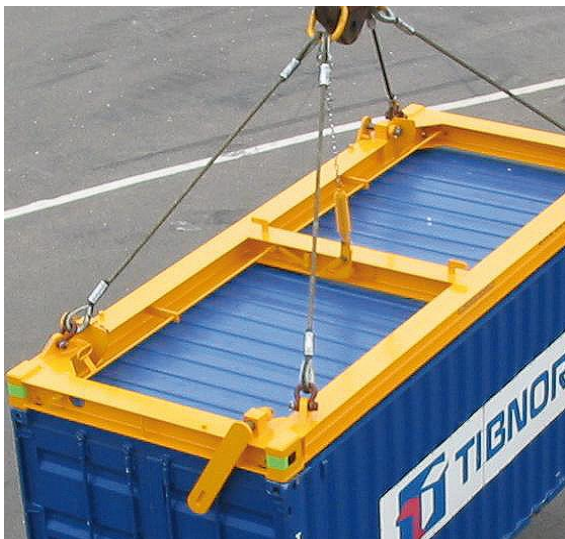
Контејнери као и дизалице и остала манипулативна средства поседују елементе који олакшавају руковање. У циљу задовољења експлоатационих захтева поменуће се најважнијих делова који учествују у контејнерском транспорту.

4.3.1. Хватачи

Носећа конструкција контејнера прилагођена је и димензионисана само за одређене начине хватања. Произвољна хватања и везивања контејнера опасна што се тиче безбедности, долази до оштећења контејнера и робе, а и тиме се постиже мала производност.

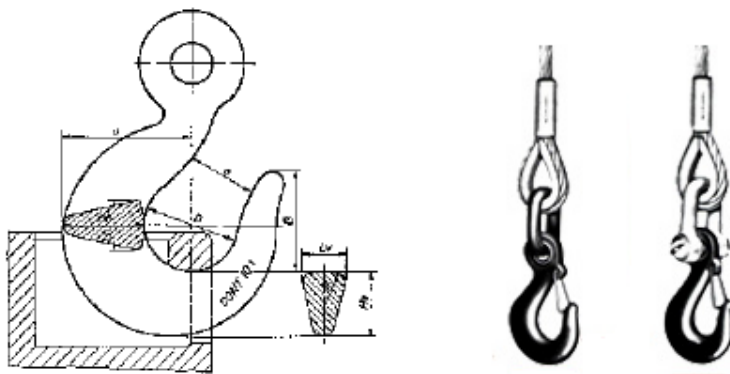
Данашњи хватач или спредер, универзалног типа је телескопски, хидрауличног дејства, са аутоматским хватањем и забрављивањем контејнера различитих дужина (слика 4.14). Због тога, конструкција хватача – спредер у многостручно дефинише остале карактеристике дизалице.

Лош начин вешања хватача може да изазове велике осцилације контејнера као и обртање контејнера. Зарад мирног рада, у примени је више начина вешања од којих је најприменљивији са четири тачке. Спредер је опремљен додатним захватним рукама које се аутоматски или механички спуштају са стране контејнера и хватају га одоздо.



4.3.2. Куке за дизање контејнера

У мањим претоварним местима користе се захватна средства са кукама на привезницама. Стандард SRPS ISO 2308:2013 дефинише куке које се углавном користе за подизање контејнера до 30 тона. На слици 4.15. показана је кука са основним димензијама у захвату са науглицом [6].

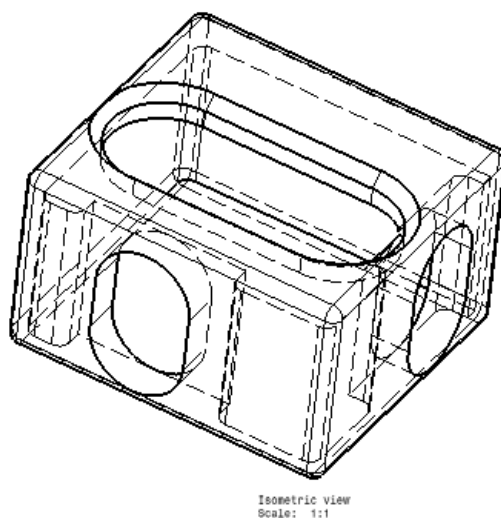


Слика 4.15. Контејнер кука [6]

4.3.3. Науглице ISO контејнера

Сагласно стандарду SRPS ISO 1161 дефинише се облик и геометријске мере горњих и доњих науглица за контејнере. На слици 4.16 дате су геометријске мере горњих и доњих науглица, при чему пуне и испрекидане линије означавају површине и контуре које морају

бити изведене, а линије црта – тачка – црта означавају условне зидове који се могу изоловати а иначе се изводе да се добије детаљ у облику кутије. Према стандарду науглице морају издржати оптерећења: при слагању, при дизању и при уздужном оптерећењу. Свака науглица по овом стандарду има ознаку, као и ознаку броја шарже, датум производње и знак произвођача.



Слика 4.16. Науглица

5. Прорачун рамних дизалица

5.1. Прорачун учинка радног циклуса контејнерских дизалица

Посредством механизације на контејнерским терминалима могу се реализовати шест основних манипулативних операција на релацији: брод – обала и обрнуто, обала – складишни простор и обрнуто и складишни простор – континентални транспорт и обрнуто. Код ових операција заступљене су две основне технологије манипулисања са контејнерима, а то су:

- Ло – Ло (Lift on – Lift off = дигни – спусти) систем претовара помоћу дизалица;
- Ро – Ро (Roll on – Roll off = докотрљати – откотрљати) систем претовара помоћу специјалних вучних возила [1].

Важна карактеристика претоварни механизације, тј. контејнерских дизалица у оквиру Ло – Ло технологије на терминалу је учинак, који се дефинише као количина робе U_m или број претоварних контејнера BPK у јединици времена. Пошто је рад ових дизалица цикличан, општи изрази за ове величине гласе:

$$U_m = \sum_{i=1}^n z \cdot m_i \cdot n_c = \sum_{i=1}^n z \cdot m_i \cdot \frac{1}{T_c} \left[\frac{t}{h} \right] \quad (5.1)$$

$$BPK = z \cdot n_c = z \cdot \frac{1}{T_c} \left[\frac{\text{конт}}{h} \right] \quad (5.2)$$

где су:

$m_i [t]$ – маса робе контејнера у i – том радном циклусу;

$n_c = \frac{1}{T_c} [h] = \frac{60}{T_c} \left[s, \frac{\text{цикл}}{h} \right]$ – број циклуса на час, који зависи од време трајања циклуса T_c ;

$T_c [h, \text{min}, s]$, $z [\text{конт}/\text{цикл}]$ – број захваћених контејнера у једном циклусу.

Под радним циклусом се подразумевају сви захвати и покрети које обавља контејнерска рамна дизалица са својим независним механизмима за обављање једне манипулативне операције приликом премештања контејнера. На дизалици се разликују: механизам за дизање контејнера у z – правцу, механизам за кретање колица у y – правцу и механизам за кретање целе дизалице у x – правцу. Брзине кретања претходно наведених механизма знатно су веће у односу на друге типове дизалица. Поред периода убрзања, стационарног кретања и кочења, предвиђа се и период позиционирања који се јавља у завршној фази кретања пре заустављања, ради прецизнијег обављања операција. Онда се прелази на веома малу брзину кретања, такозвана брзина „пузања“.

Време трајања циклуса је време које протекне између два захвата контејнера. Оно се састоји од активног времена које се односи на захват, покрете и одлагање која обавља дизалица у зависности од дужине пута, радни ход када је дизалица под теретом и повратни ход када је дизалица растерећена као и од времена које се назива и „мртво“ време када дизалица прима информације и чека на смиривање љуљање контејнера након кочења (заустављања). Једначина времена трајања циклуса гласи:

$$T_c = \sum t_i = (t_{01} + t_{02}) + (t_{za} + t_{od}) + \sum_1^4 t_{pz} \sum_1^2 t_{py} \sum_1^2 t_{px} \quad (5.3)$$

где су:

t_{01} и t_{02} – „мртва“ времена (пријем информација и њихање);

t_{za} и t_{od} – време захвата и одлагање контејнера;

$\sum t_{pz}$ – време вертикалних покрета механизма за дизање у z – правцу и има их укупно 4 (2 са теретом и 2 без терета);

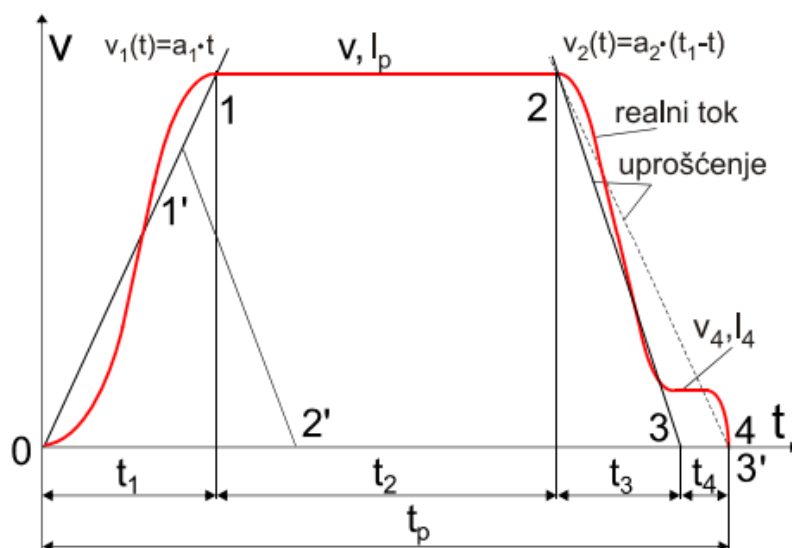
$\sum t_{py}$ – време хоризонталних покрета колица у y – правцу и има их обично 2 (1 са теретом и 1 без терета);

$\sum t_{px}$ – времена хоризонталних покрета дизалице у x – правцу и има их обично 2 (1 са теретом и 1 без терета).

На слици 27 приказан је дијаграм брзине покрета погонских механизма дизалице. Овај покрет или промена брзине састоји се из четири периода: убрзање (0 – 1), устаљено – стационарно кретање (1 – 2), кочење или успорење (2 – 3) и позиционирање или постављање у жељени положај (3 – 4) [15,16,17].

Често се у практичним анализама узима упрошћени профил (0–1–2–3') за прорачун време трајања једног покрета t_p . Укупно време трајања једног покрета t_p одговарајућег механизма контејнерске дизалице за профил брзине (0–1–2–3–4) чији су периоди убрзања (0–1) и кочења (2–3) линеаризовани са убрзањем $a_1=const$ и успорењем $a_3=const$, гласи:

$$t_p = \sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (5.4)$$



Слика 27. Дијаграм промене брзине у времену $v = f(t)$ за један покрет механизма

У оквиру овог упрошћеног модела прорачуна времена покрета контејнерских дизалица се посматра као круто тело и полази се од познатих карактеристика: укупни пут покрета l_p и пут позиционирања l_4 ; називна брзина v и брзина позиционирања $v_4 = v/k$; убрзање $a_u = a_1$ и кочење или успорење $a_k = a_3$.

Са дијаграма се може видети да убрзање и успорење у првом и трећем периоду су константни, нестационарни и имају исту апсолутну вредност убрзања ($a_1 = a_u$) и успорења ($a_2 = a_k$), која је одређена као просечна из израза:

$$a = a_1 = a_3 = (2 \cdot |a_1 \cdot a_3|) / (a_1 + |a_3|) = \text{const} \quad (5.5)$$

Опште познате релације које се овде користе су:

- за равномерно убрзано (успорено) кретање :

$$a_u = \frac{v}{t} = \text{const} \rightarrow t_u = \frac{v}{a_u} \text{ и } l_u = v \cdot \frac{t_u}{2} = \frac{v^2}{2a_u} = a_u \cdot \frac{t_u^2}{2} \quad (5.6)$$

- за устаљено (стационарно) кретање:

$$l_{st} = v \cdot t_{st} \rightarrow t_{st} = l_{st} / v \quad (5.7)$$

На основу ових израза 5.6 и 5.7 лако се одређују парцијална времена t_i из израза 5.4 за криву промене брзине (0–1–2–3–4) као:

$$t_1 = t_u = \frac{v}{a_1} \text{ и } t_3 = t_k = \frac{v}{|a_2|} \rightarrow t_1 = t_3 = v/a \quad (5.8)$$

$$t_2 = [l_p - (l_1 + l_3 + l_4)] / (l_p - l_4) / v - v/a \quad (5.9)$$

$$t_4 = l_4/v_4 \quad (5.10)$$

Ако се предходни изрази за t_i ($8 \div 10$) замене у изразу 5.4 добија се коначан израз за прорачун времена једног покрета t_p у облику:

$$t_p = \sum t_i = \frac{v}{a} + \frac{l_p - l_4}{v} + l_4/v_4 \quad (5.11)$$

5.2. Оптерећења која делују на рамну дизалицу за претовар контејнера

На механизме и носећу конструкцију рамне дизалице делују следећа оптерећења [15]:

- 1) оптерећења која делују на дизалицу независно од њеног рада:
 - а) вертикална оптерећења од сопствене тежине и корисног терета;
 - б) хоризонтална оптерећења од сопствене тежине и корисног терета услед нагиба дизаличне стазе;
- 2) оптерећења која потичу од кретања дизалице:
 - а) динамичка оптерећења свих врста;
 - б) оптерећења од закошења;
 - с) монтажна оптерећења;
 - д) оптерећења од отпора кретања дизалице.

Статички отпори кретању дизалице и оптерећења закошења у периоду устаљеног кретања:

$$W_{tr} = W_o + W_c + W_p \left[\frac{daN}{t} \right] \quad (5.12)$$

где су:

W_{tr} – укупан отпор кретања;

W_o – отпор трења котрљања по шини и у лежиштима точкова;

W_c – отпор попречног проклизавања точкова;

W_p – отпори због трења обода точкова по глави шине.

До закошења дизалице тј. заостајање једне стране дизалице у односу на другу могу изазвати статички отпори кретања се јављају услед ексцентричног положаја колица са теретом.

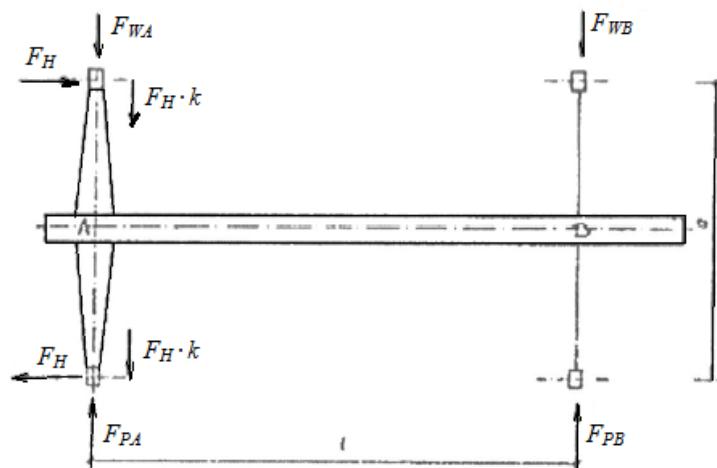
На слици 28 је шематски приказана рамна дизалица са једном крутом ногом, при чему је:

F_{WA} и F_{WB} – укупни статички отпори кретању на одговарајуће ноге дизалице без отпора трења услед закошења;

F_{PA} и F_{PB} – погонске силе на одговарајуће ноге;

T – силе које представљају узрок закошења;

F_U – бочне силе. [15,16,17].



Слика 28. Шематски приказ рамне дизалице[15]

Из услова равнотеже долази се до једначина:

$$\sum X = 0 \rightarrow F_H = 0$$

$$\sum Y = 0 \rightarrow F_{WA} + F_{WB} + 2 \cdot k \cdot F_H - F_{PA} - F_{PB} = 0$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F_H \cdot a + F_{WB} \cdot l - F_{PB} \cdot l = 0$$

при чему је $\kappa=0,032$ – коефицијент трења а однос реакцијских сила дају се коефицијентом $\gamma = \frac{F_{PA}}{F_{PB}}$; $\gamma = 0,75 \div 0,85$.

Из једначина равнотеже следи:

$$F_H = \frac{F_{WA} - \gamma \cdot F_{WB}}{\frac{a}{l}(\gamma + 1) - 2 \cdot k}, \quad T \cdot l = F_H \cdot a \quad (5.12)$$

па је:

$$T = \frac{F_W - \gamma \cdot F_{WB}}{\gamma + 1 - 2 \cdot k \cdot \frac{l}{a}} \quad (5.13)$$

Ако „ради“ само један погон и то на нози „В“ тада је $F_{PA}=0$, $\gamma = 0$, па је:

$$F_H = \frac{F_{WA}}{l \cdot 2 \cdot k} \text{ и } T = \frac{F_{WA}}{l \cdot 2 \cdot k \cdot \frac{l}{a}} \quad (5.14)$$

Укупан отпор трења:

$$F_{Wtr} = (Q + G) \cdot W_{tr} + 2 \cdot F_u \cdot k \quad (5.15)$$

где су:

Q [t] – носивост;

G [t] – тежина дизалице.

Највеће вредности бочних сила се могу одредити према обрасцу:

$$F_{Hmax} = \lambda \cdot F_{max}$$

где су:

λ – коефицијент који зависи од односа L/a ;

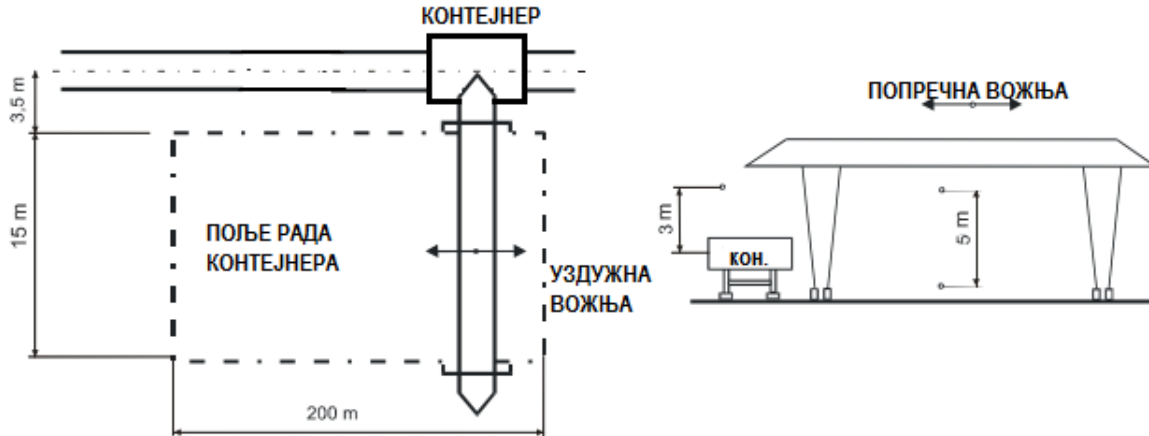
F_{max} – максимални притисак на точак (ногу) дизалице па је максимални обртни момент једнак:

$$T_{max} \cdot L = F_{Hmax} \cdot a \quad \rightarrow \quad T_{max} = F_{Hmax} \cdot \frac{a}{L}$$

5.3. Пример порочуна рамних дизалица за претовар контејнера

Рамна дизалица на слици 29 [18] има брзину дизања која је једнака брзини спуштања и износи 0,2 m/s. Брзина попречне вожње је 30 m/s. Брзина уздужне вожње 12 m/min, трајање сваког захватања и остављања терета траје 60 s. Тражи се:

- укупно време трајања једне манипулације (занемарити успорење и убрзање), [s];
- могући број операција у случају непрекидног рада током 7,5 сати;
- снага дизања (маса контејнера је 30 t);
- уколико је снага у неоптерећеном кретању $P_o = 2$ kW, [kW] одредити потребну снагу електромотора за подизање.



Слика 29. Шематски приказ рамне дизалице за претовар контејнера на складишту [18]

Решење:

- а) укупно време трајања једне манипулације
 - (захватање и остављање контејнера) – $t_1 = 60 + 60 = 120 \text{ s}$
 - (подизање контејнера) – $t_2 = \frac{h_d}{v_d} = \frac{3}{0,2} = 15 \text{ s}$
 - (попречни пренос контејнера) – $t_3 = \frac{l_p}{v_p} = \frac{15+3,5}{30} = 0,617 \text{ min} = 37 \text{ s}$
 - (уздужни пренос контејнера) – $t_4 = \frac{l_u}{v_u} = \frac{200}{12} = 16,67 \text{ min} = 1000 \text{ s}$
 - (спуштање контејнера) – $t_5 = \frac{h_s}{v_s} = \frac{5}{0,2} = 25 \text{ s}$

Па се укупно време трајање једне манипулације одређује из израза:

$$t_u = \sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 120 + 15 + 37 + 1000 + 25 = 1197 \text{ s}$$

- б) број радних операција током једне смене

$$n = \frac{t_{\text{смена}}}{t_u} = \frac{7,5 \cdot 3600}{1197} = 22,5563$$

- в) снага дизања

$$P_d = G \cdot V_d = 30000 \cdot 9,81 \cdot 0,2 = 58865 \text{ W} = 58,865 \text{ kW}$$

- г) потребна снага ЕМ

$$P_{EM} = P_o + P_d = 2 + 58,865 = 60,86 \text{ kW}$$

6. Закључак

На основу разматрања споменутог у раду, закључује се да контејнерски транспорт данас у оквиру светске глобализације привреде игра важну улогу у превозу робе и има сталну тенденцију пораста. Значак контејнерског транспорта и уопште контејнеризације из године у годину је све већи, тако да са сигурношћу се може рећи да је контејнеризација постала корист, нужна компонента у друштву, битна за побољшање квалитета живота и даљи развој животног стандарда у свету.

Применом технички побољшане опреме за обављање претовара трошкови се знатно смањују. Брз развој контејнерског транспорта поспешио је развој специјалних облика дизалице за рационалан претовар контејнера. У друмско – железничким терминалима рамне дизалице су обично основни структурни елемент претоварно – складишног система, док се у лучким терминалима рамне дизалице по правилу комбинују и са другим технолошким елементима. Повећањем броја контенера и увођењем бродова већег капацитета у циљу рационализације транспорта имали су значајан утицај на промене техничко – технолошких параметара контејнерских дизалица намењених за рад у контејнерским терминалима великих поморских лука.

Најсложеније проблеме утовара и истовара контејнера на терминалима обављају рамне дизалице. Њихове конструктивно – технолошке карактеристике треба да омогуће:

- одговарајућу носивост, висину дизања и површину опслуживањ;
- лако и безбедно хватање, дизање, преношење и одлагање контејнера;
- одређену производност у јединици времена.

Применом нових рамних дизалица и манипулативних средстава, повлачи за собом ниже трошкове, већу сигурност у раду, рационалан претовар контејнера, али потребно је тражење нових технологија ради унапређења ефикасности целокупног ланца контејнерског транспорта

Литература

- [1] – М. Видовић, *Основе механизације претовара*, http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/5384/mod_resource/content/0/Dizalice.pdf, .
приступљено 18.4.2015.
- [2] – М. Георгијевић, *Претовар контејнера*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2003
- [3] – Д. Острић, С. Тошић, *Дизалице*, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [4] – Н. Милорадовић, *Основи транспортних машина*, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2015.
- [5] –
https://en.wikipedia.org/wiki/Containerization#/media/File:Queens_Wharf,_Port_Adelaide,_before_1927.jpeg, приступљено 9.8.2015.
- [6] – Mitsubishi heavy industries, Tehnology performance,
<http://www.anupamgroup.com/media/docs/Container-Handling-Cranes-and-Bulk-Material-Handling-Equipment.pdf>, приступљено 27.7.2015.
- [7] – Б. Буљан, И. Филиповић, Рад рађен у оквиру предмета на Архитектонском факултету, *Контејнери и њихов развој*, Загреб, 2012.
- [8] – М. Видовић, *Основе механизације претовара*, http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/5384/mod_resource/content/0/Dizalice.pdf, .
приступљено 18.4.2015.
- [9] – Port of Yokahoma,
<http://www.yokohamaport.co.jp.e.df.hp.transer.com/effort/predominance/>, приступљено 4.9.2015.
- [10] – Hitachi Concrution Machinery,
<https://www.hitachicm.com/global/ourbusiness/products/cranes-foundation-machines/>,
приступљено 4.9.2015.
- [11] – EMG.moving ahead, Electrohydraulic thruster ELDRO, <http://www.emg-automation.com/en/drive-control/brake-lifting-devices/electrohydraulic-thruster-eldro-standard-unit/>, приступљено 29.8.2015.
- [12] – Titancranes, <http://titancranes.com.au/>, приступљено 4.8.2015.

- [13] – Kalmar, Ship – to – shore container handling cranes, [15] – Д. Острић, *Дизалице*, Машински факултет, Београд, 1992.
- [14] – Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, *Дизалице*, основе, Градина, Ниш, 1994
- [15] – Д. Острић, *Дизалице*, Машински факултет, Београд, 1992.
- [16] – З. Маринковић, Г. Петровић, Д. Маринковић, С. Марковић, Рад урађен у оквиру пројекта бр.14068 Министарства науке Републике Србије, *Логистика претовара контејнера*, <http://ttl.masfak.ni.ac.rs/RADOVI%20MA14068/Marinkovic%20-%20Zelkon%2008.pdf>, приступљено 18.4.2015.
- [17] – Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, *Транспортне машине - Практикум*, Ниш, 1988.
- [18] – Р. Бељо Лучић, *Транспорт у ДИ – Збирка решених задатака*, Шумарски факултет, Загреб, 2008.