

**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: 46/2012**

**Бранислав А. Стевановић**

# **ПРИБОР И УРЕЂАЈИ ЗА РУКОВАЊЕ РАСУТИМ МАТЕРИЈАЛИМА**

**завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

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

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Датум одбране: \_\_\_\_\_

Оцена: \_\_\_\_\_

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене прибора и уређаја за руковање расутим материјалима.
- Прикаже 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, 05. 04. 2015.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

## САДРЖАЈ

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Резиме .....                                                                 | 2  |
| 1. Увод .....                                                                | 3  |
| 2. Историјски развој уређаја за транспорт расутих материјала .....           | 5  |
| 3. Кофе .....                                                                | 7  |
| 4. Грабилице .....                                                           | 12 |
| 4.1. Подела грабилица .....                                                  | 13 |
| 4.1.1. Специјалне грабилице .....                                            | 13 |
| 4.1.2. Грабилице без ужета .....                                             | 16 |
| 4.1.3. Грабилице са ужетом .....                                             | 20 |
| 5. Механизми за дизање грабилица .....                                       | 29 |
| 5.1. Механизми за дизање са једним електромотором .....                      | 29 |
| 5.2. Механизми за дизање са два електромотора .....                          | 31 |
| 5.3. Механизми за дизање са два електромотора и планетарним редуктором ..... | 32 |
| 5.4. Принцип порачуна грабилице .....                                        | 34 |
| 5.5 Прорачун грабилица .....                                                 | 38 |
| 6. Закључак .....                                                            | 41 |
| Литература .....                                                             | 42 |

## **Резиме**

Овај рад има за циљ боље упознавање уређаја за руковање расутим материјалима. У оквиру рада описане су кофе и грабилице које представљају ове уређаје. Њихова улога и област примене описане су у првом делу рада. Затим је приказан кратак осврт на историјски развој, извршена је класификација ових уређаја у трећем и четвртном, а описан њихов принцип рада и прорачуна у петом поглављу.

Кључне речи: грабилица, кофа, расути материјали, чељусти, уже.

## **Abstract**

This work aims at better understanding the device for handling of bulk materials. Their role and area of application was described in the first part of the labor. Then a short overview of the historical development was shown, and the classification of these devices was made in the third and fourth chapter, and described their working principle and calculation was described in fifth chapter.

Keywords: grab, bucket, bulk materials, jaw, rope.

## 1. Увод

Расути материјали су они материјали који се састоје из моштва ситних комада. Обично се ради о шљунку, песку, житарицама, разним рудама, металним опиљцима. Малокомadni, расути и течни терети се не могу захватити уобичајеним захватним средствима, већ се морају спаковати тако да се добије комадни терет или се тај проблем решава коришћењем захватних средстава које само образују одговарајућу запремину за смештај оваквих материјала односно терета. За транспорт расутих материјала најчешће се користе грабилице и кофе.

Кофе се најчешће користе за пренос течних и расутих материјала као што су песак, малтер, угаљ, ситна руда, итд.

Грабилице су најраспрострањенији уређај за руковање расутим материјалима, поред претовара расутих материјала са гомиле користе се у лукама за претовар бродова, руда, у грађевинарству за ископ меког тла (на сувом и испод воде способност окопавања материјала је врло ограничена и зависи од сопствене тежине грабилице), за вађење речног муља, ређе се користе на површинским коповима. Грабилице су основни уређај за руковање расутим материјалима.



*Слика 1.1. Расут материјал [1]*

Физичко-механичке особине расутих материјала имају изузетно велики утицај на конструкцију уређаја за њихов транспорт. Код расутих материјала честице су ограничене покретљивости. Степен покретљивости зависи од унутрашњих сила трења као и од међусобне повезаности честица и карактеришу их следећа својства:

- гранулометријски састав,
- густина,
- влажност,
- угао природног пада,

- абразивност,
- корозивност,
- електрични набој и др.

Гранулаторни састав дефинише крупноћу комада и њихову количину у транспортованом материјалу. Одређује се методом просејавања. На процес транспортовања расутих материјала велики утицај има сортираност материјала. У зависности од коефициента сортираности, разликују се несортирани и сортирани материјали.

Под густином материјала подразумева се однос масе и запремине коју маса заузима. Код расутих материјала се дефинише насипна густина која зависи од густине комада, гранулаторног састава, влажности и других својстава. У зависности од густине материјали могу бити: лаки, средњи, тешки и веома тешки.

Материјали који поседују висок степен влаге као што је пиљевина могу проузроковати проблеме при транспорту. Слободна, површинска или комбинована влага је оно што доводи до проблема стишњавања и лошег течења материјала. Уопштено слободна влага изнад 5- 10% доводи до ризика. Сходно томе материјали који апсорбују влагу, по правилу стварају одређене проблеме. Када складишта расутог материјала нису покривена, материјал као што је со ће се згрудвати и потпуно онемогућити слободан ток при претовару. Други материјали као што је шећер или креч ће се згрудвати уз веома отежано или потпуно онемогућено остваривање тока у условима високе влажности. [1]

Угао природног пада материјала се дефинише као највећи угао нагиба конуса према хоризонталу који образује слободна површина расутог материјала. Дефинише се за случај када је материјал у стању кретања и у стању мировања. [1]

Абразивност робе представља особину расутих материјала да при кретању оштећују делове уређаја постепеним трошењем. Према степену абразивности материјали се деле на: неабразивне (брашно, овас, пшеница), мало абразивне (гипс, ситни креч, округли шљунак), средње абразивне (суви песак, суви цемент, шљака од каменог угља) и високо абразивне (суви туцани камен, кокс, железничка руда). [1]

Корозивност. Уређаји који се користе при раду са корозивним материјалима морају бити направљени од нерђајућег челика или морају бити заштићени антикорозивном бојом. [1]

Особине неких материјала доводе до могућности стварања електричног набоја. У овим условима реално је очекивати лепљење материјала за зидове уређаја. Како би се то спречило примењују се неки од облика заштите као што је превлачење површина уређаја антистатичким слојем или уземљење. [1]

## 2. Историјски развој уређаја за транспорт расутих материјала

Прва грабилица се појављује у 15. веку, а изумитељ је био Леонардо да Винчи (1452.-1519.)

Први познати податак о грабилици на механички погон датира из 1591. године. Прва грабилица намењена вађењу муља произведена је 1879. године. Најранији записи шпкaziју да су се прве грабилице за терет користиле у Европи 1890. године. Иако су основни принципи рада остали исти, дизајн грабилица драматично се поправио као резултат каснијих истраживања.

У даљем тексту су наведена нека од доступних сведочанстава која говоре о примени уређаја за транспорт расутих материјала.

Pfahl је 1912. испитивао утицај тежине грабилице од 1m до 2,25m на носивост грабилица. Закључио је да корисна носивост има линеаран однос са тежином грабилице. [2]



Слика 2.1. Леонардо да Винчи

Ninnelt 1927. врши истраживање слично Pfahl-овом и потврђује његове закључке. Niemann 1935. је експериментисао са моделима чељусту. Истраживао је тежину грабилице, облике кофа, механичка својства земље, носивост и силе у конопцу. Посебна пажња је посвећена ширини чељусту грабилице, што доводи до закључка да је носивост пропорционална ширини чељусту. Истраживање је такође довело до потврда рада Pfahl-a и Ninnelt-a. [2]

Tauber је 1959. спровео истраживање прототипа и модела грабилица. За разлику од Niemann-a је утврдио да проширење грабилице не мора увек довести до повећане носивости. Утврђено је да је оптималан однос ширине и распона грабилице између 0,6 и 0,75. [2]

Torke 1962. проучава циклус затварања чељусту у песку за три различита модела грабилице. Он је први експериментално решио пут затварања чељусту, након чега је реконструисан процес пуњења и силе у конопцима. Његови резултати су обећавали, иако није успео у предвиђању криве затварања. Важан закључак од Torke-a је да је носивост обрнуто пропорционална углу сечења. У затвореном положају, угао сечења би требао да буде што ближи хоризонталном положају. [2]

Wilkinson 1963. врши истраживања о различитим врстама грабилица и закључио је да су велики распони грабилица ефикаснији од оних са мањим распонима. Он је такође закључио да не постоји модел закона за грабилице и да су пропорције постојећих

грабилица најбоље могуће. Најбоља грабилица представља грабилицу која испољава обртни момент на земљиште сто је vise могуће посебно крајем циклуса затварања. [2]

Hure и Schusztar су 1965. истраживали утицај механичке особине тла као што је угао унутрашњег трења. Они су закључили да грабилице намењене за руковање грубим материјалима као што је угаљ би требало да буду веће и теже. [2]

Dietrich је 1969. тестирао 0,6 м грабилицу и измерио носивост за различите вредности тежина грабилице, угао сечења и величине зрна. Он је закључио да у тврдом материјалу 80% од силе затварања се користи за продирање у земљу, док се у меким материјалима користи само 30% од силе затварања. Однос ширина / распон требало би да буде између 0,6 и 0,7 што се подудара са Taubert-товим закључком, док угао сечења треба да буде око 11 до 12 степени са хоризонталом у затвореном стању. [2]

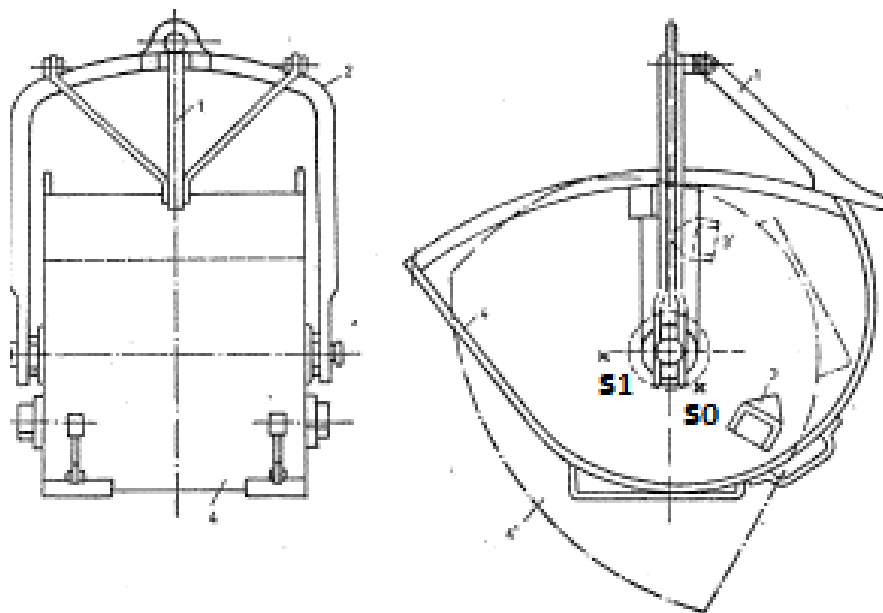
Gebhardt 1972. изводи емпиријску формулу за силе продирања у материјалима са величинама зрна од 30 до 50 мм. Величине и дистрибуција зрна су параметри у једначини, али су механичка својства тла као што су угао унутрашњег трења отсутни. Закључио је да су зуби корисни само у грубим материјала, док имају негативан ефекат у продирању финих материјала. [2]

Scheffler 1973. прави попис димензија грабилица и обраћа пажњу на њихов дизајн у неколико источноевропских земаља. Он закључује да већина грабилица не користи свој пуни потенцијал као и да се 80% од силе затварања користи за продор у грубим материјала којим се потврђује рад Dietrich-а. [2]

Ово су само нека од спроведених истраживања из којих можемо закључити да се својства грабилица стално побољшавају као и да ће се у будућности побољшавати.

### 3. Кофе

Кофе се примењују за преношење расипних материјала као што су земља, песак, шљунак, угаљ, ситна руда итд. Има их више типова: кофе које висе о куки и које се саме истоварају, оне са кашикама за чији је рад потребан специјалан механизам са два добоша, отворене, затворене, кофе које садрже додатне уређаје итд. На слици 3.1. приказана је кофа која се монтира на дизаличну куку и која се сама истовара.



**Слика 3.1** Кофа која виси на куки и сама се истовара [3]

Тежиште празне кофе која се сама истовара налази се у тачки  $S_0$ , која је испод ташке вешања кофе и са њене десне стране, због тога празна кофа заузима вертикалан положај и ослања се граничником на рам окачен о куку. Када се кофа напуни материјалом, тежиште прелази у тачку  $S_1$  лево од осе окретања услед облика кофе и она тежи да се окрене у леву страну. Полуга  $l$  спречава окретање кофе и када се она подигне, кофа се окреће и материјал се највећим делом проспе сам, док се остатак може одстранити лопатама. Како је сада тежиште испразњене кофе изнад осе окретања, то ће се кофа сама вратити у првобитни положај. Кофе оваквих конструкција изводе се од  $0,25$  до  $3m^3$  запремине. Оне се најчешће употребљавају за пуњење бункера. [3]

На следеће три слике (3.2.,3.3.,3.4.) приказана је кофа која се монтира на куку и која се сама истовара у три положаја:

1. У првом положају кофа је на тлу и спремна је за подизање, приказано на слици 3.2.



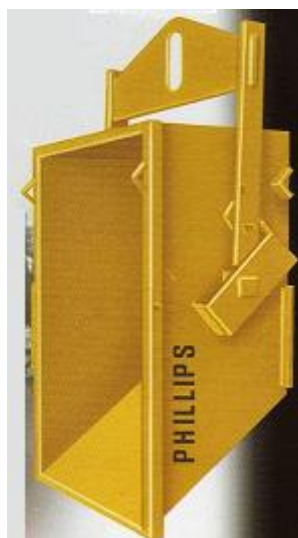
**Слика 3.2.** Кофа која се монтира на куку у првом положају [4]

2. У другом положају кофа је подигнута и транспортује се до одређеног места, приказано на слици 3.3.



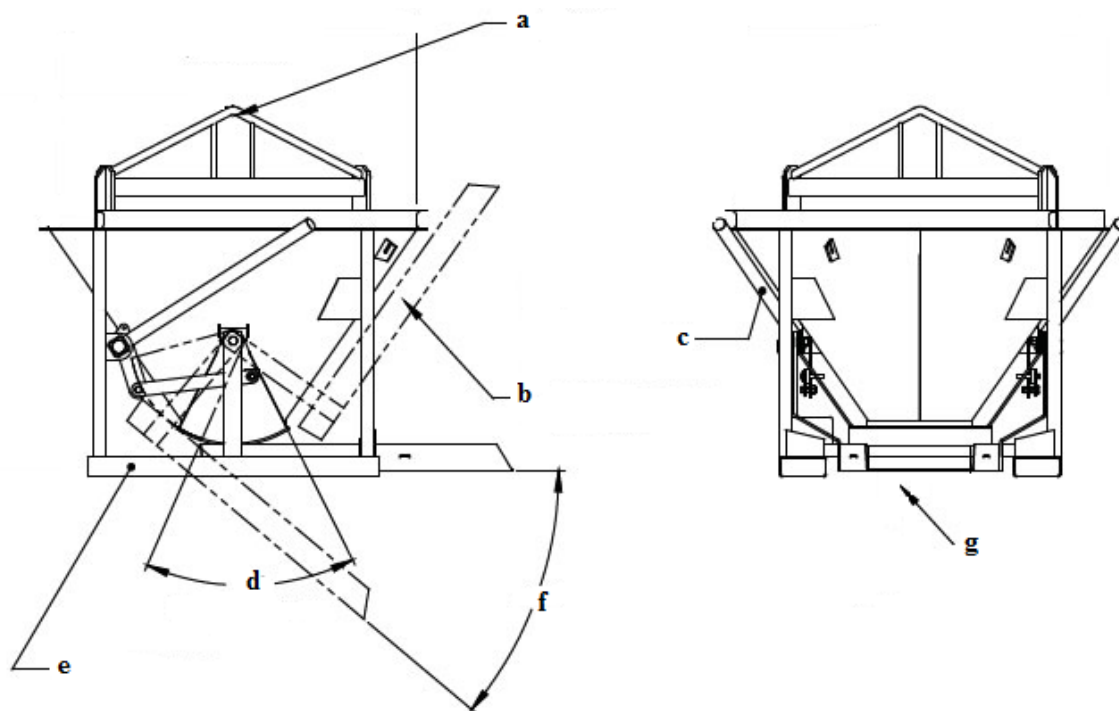
**Слика 3.3.** Кофа која се монтира на куку у другом положају [4]

3. У трећем положају кофа је транспортована до жељеног места и истовара материјал, приказано на слици 3.4.



**Слика 3.4.** Кофа која се монтира на куку у трећем положају [4]

Кофе се могу користити и за транспорт бетона. **Кофе за бетон** се праве у разним облицима и величинама. Најчешће имају пресек кружног облика, али постоје и кофе за бетон са правоугаоним пресеком. Запремине ових кофа су у опсегу од једне трећине кубног метра до 12 кубних метара. Зидови кофа за бетон су најчешће веома стрме, али могу бити и потпуно вертикални. [5]



Слика 3.5. Шема кофе за бетон [6]

Делови кофе за бетон:

- a-** место за качење куке
- b-** усмеривач бетона
- c-** ручица за отварање врата
- d-** угао отварања врата
- e-** постоље
- f-** угао усмеривача бетона у доњем положају
- g-** врата за истоварање бетона

Ове кофе се обично пуне директним испуштањем бетона из мешалице као што је приказано на слици 3.6.



*Слика 3.6. Пуњење кофе за бетон [7]*

Када је пуна кофа транспортована на жељено место она се истовара. Истоварање кофе за бетон се врши повлачењем ручице за отварање врата **c**, чиме се врата за истоварање бетона **g** отварају и усмеривач бетона **b** долази у доњу позицију. Кофе за бетон се израђују и без усмеривача бетона код којих бетон испада директно из вратанаца на жељено место. Отварањем и затварањем врата за истоварање бетона се може контролисати количина бетона која се истовара.



*Слика 3.7. Изглед кофе за бетон кружног попречног пресека [8]*

У зависности од количине бетона који треба транспортовати и од носивости дизалице кофе за бетон се могу поделити на лаке, стандардне и кофе за тешке услове.

Лаке кофе се праве за носивости од једне трећине кубног метра до 2 кубна метра и употребљавају се са лаким крановима.

Стандардне или кофе за општу намену су веће од лаких и изражују се од једне трећине кубног метра до 4 кубних метара запремине.

Кофе за тешке услове рада се користе за израду брана и других објеката где је потребна веома велика количина бетона. Запремине ових кофа иду до 12 метара кубних.

На слици 3.8. приказане су кофе разних облика.



*Слика 3.8. Кофе разних облика*

Кофе се саме не пуне материјалом већ је при њиховој примени потребно предвидети уређај за пуњење кофа.

## 4. Грабилице

Грабилице су основни помоћни уређаји код дизалица који преносе велике количине растреситог материјала. Оне се сопственом тежином заривају у материјал, захватају га, преносе на одређено место и тамо га истоварају. Оне транспортују материјал без накнадног рада ручног или механичког. Погонски механизми за вршење управљких функција се обично налазе на дизалици, ређе се налазе на самој грабилици. Потреба за масовним претоваром сировина условила је развој грабилица, па се на великим дизалицама може остварити капацитет претовара и преко 1000 t/h, у великим морским лукама, где се ови уређаји користе за претовар бродова.



*Слика 4.1. Претовар брода у луци*

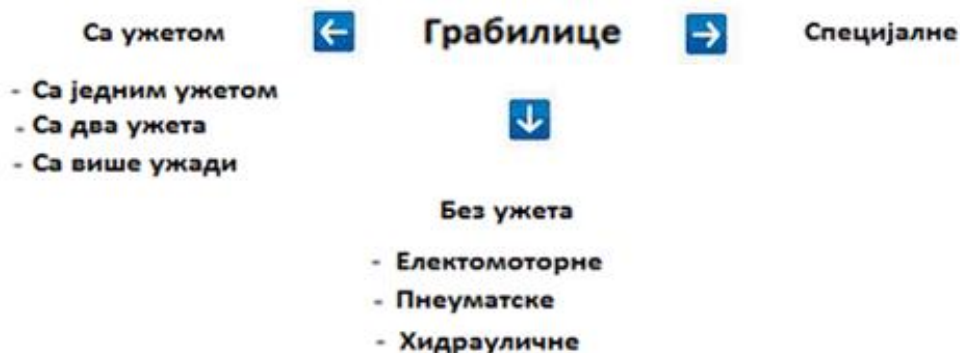
Грабилице на дизалицама су обично бруто масе 16 t и 32 t од чега 40% припада сопственој маси челичне конструкције. Највећа грабилица у Ротердамској луци има нето носивост од 50 t и ради са дизалицом која има укупну носивост од 85 t. Поред лучких дизалица грабилице се могу користити код разних конструктивних облика дизалица. Израђују се у великом опсегу запремина између 0,5 и 24 m<sup>3</sup>. Услови рада грабилице спадају у врло тешке. Код грабилица са два ужета су честе замене ужета за затварање челизсти. Сечива чељусти такође имају могућност замене код грабилица које се користе за транспорт материјала који се тешко грабе. [9]

## 4.1. Подела грабилица

У зависности од начина затварања чељусти граблице могу бити:

- са ужетом,
- без ужета,
- специјалне.

Подела је детаљније приказана на слици 4.2.

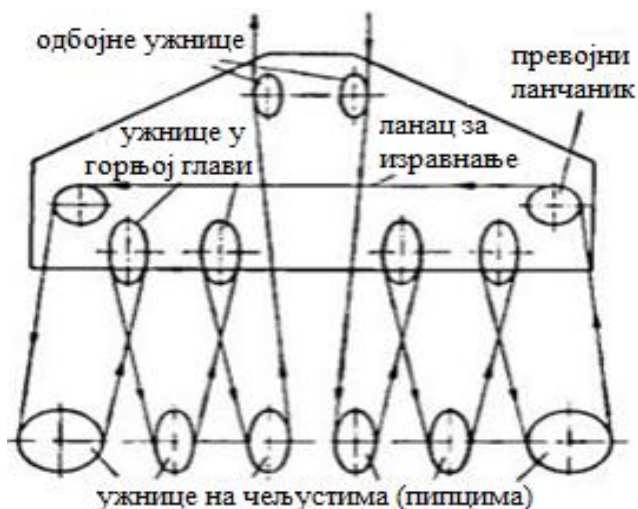


Слика 4.2. Подела грабилица према начину отварања чељусти

### 4.1.1. Специјалне граблице

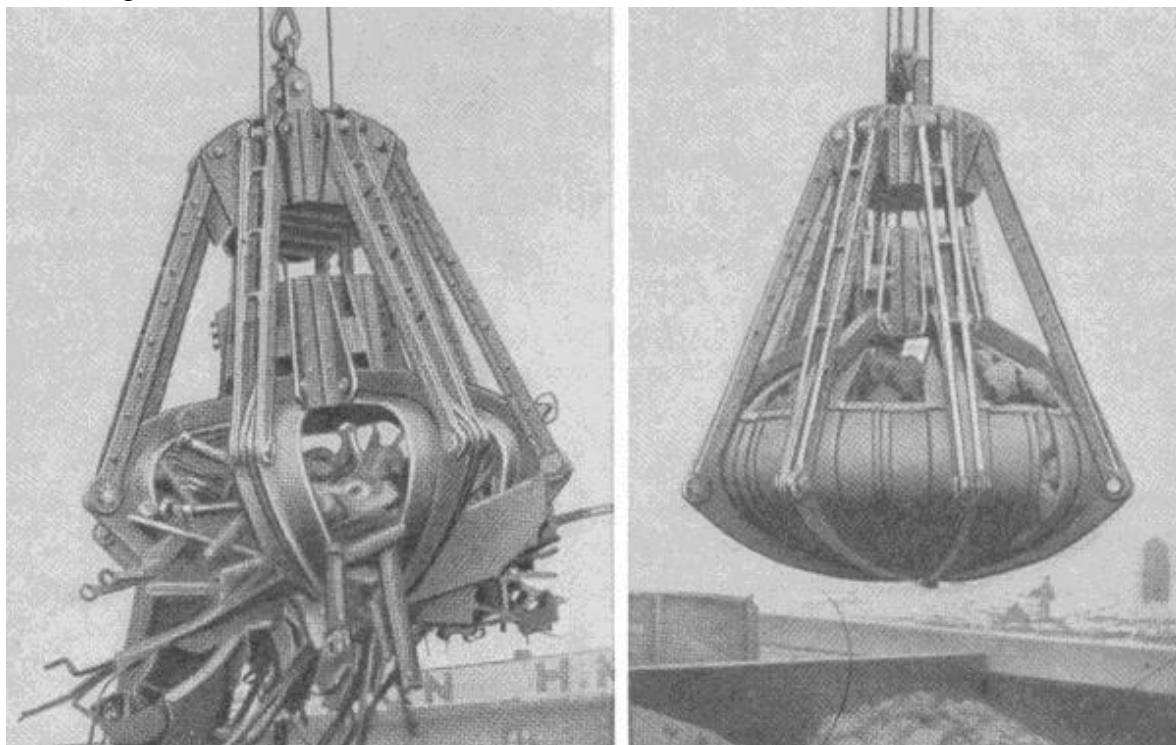
Специјалне граблице имају специјално израђене чељусти, а облик чељусти зависи од материјала који преносе.

За транспорт ситно комадног материјала (када испадање појединих комада не представља проблем) као што је отпадни материјал погодне су вишечељушне граблице („polip“). Код овог типа граблица извођење погона са ужетом за затварање је сложеније јер сваки „пипак полипа“ мора да има своју ужницу, па се погон чешће изводи хидраулички.



Слика 4.3. Шема котураче ужета за затварање полипа са ужетом [10]

Грабилице са више чељусти (полип грабилице) се чешће користе за подизање комадног, тешког и сабијеног материјала као што је старо гвожђе. Врхови чељусти на полип грабалицама су подложни хабању па су тако конструисане да се могу заменити када се потроше.

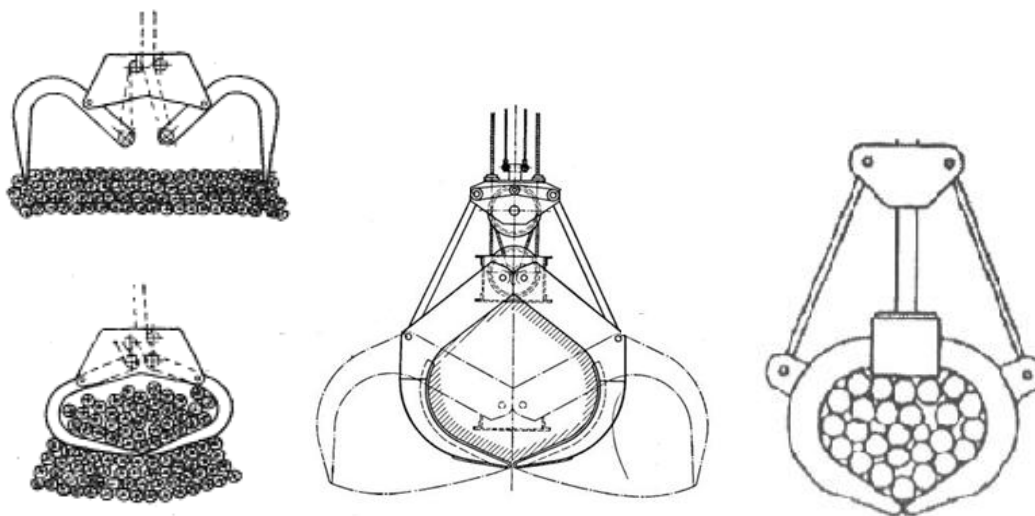


Слика 4.4 . Полип грабилица са ужетом [10]



Слика 4.5. Хидраулични полип [10]

Челјусти грабилице за комадне терете не морају да имају облик посуде као челјусти грабилице за расуте материјале, на пример код грабилице за захватање округле грађе или материјала у облику шипке јављају се челјусти у облику зуба.



**Слика 4.6.** Грабилица за пренос округле грађе [3]

Ове грабилице су идеалне за транспорт стабала, без обзира да ли је у питању једно или више мањих стабала, захвањујући одличним карактеристикама захватања. Облик челјусти је посебно прилагођен за ову врсту терета, приказано на слици 4.6.

Грабилице за пренос округле грађе могу бити са хидрауличким, пнеуматским, моторним погоном као и са два ужета.



**Слика 4.7.** Хидрауличка грабилица за пренос округле грађе на мобилном возилу [11]

Овакве грабилице се могу поставити на дизаличну конструкцију када се обично користе грабилице са два ужета и на мобилно возило где се најчешће користе грабилице са хидрауличним погоном, приказано на слици 4.7.

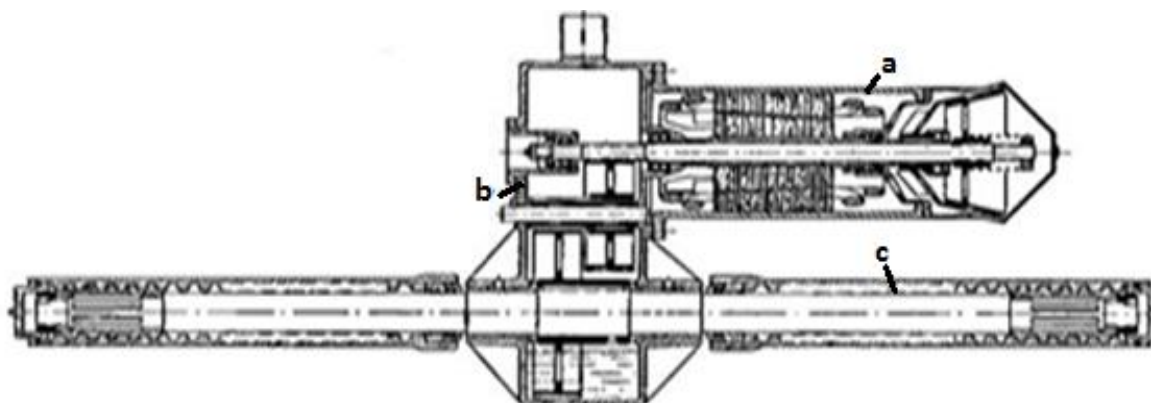


Слика 4.8. Изглед грабилице за округлу грађу [12]

#### 4.1.2. Грабилице без ужета

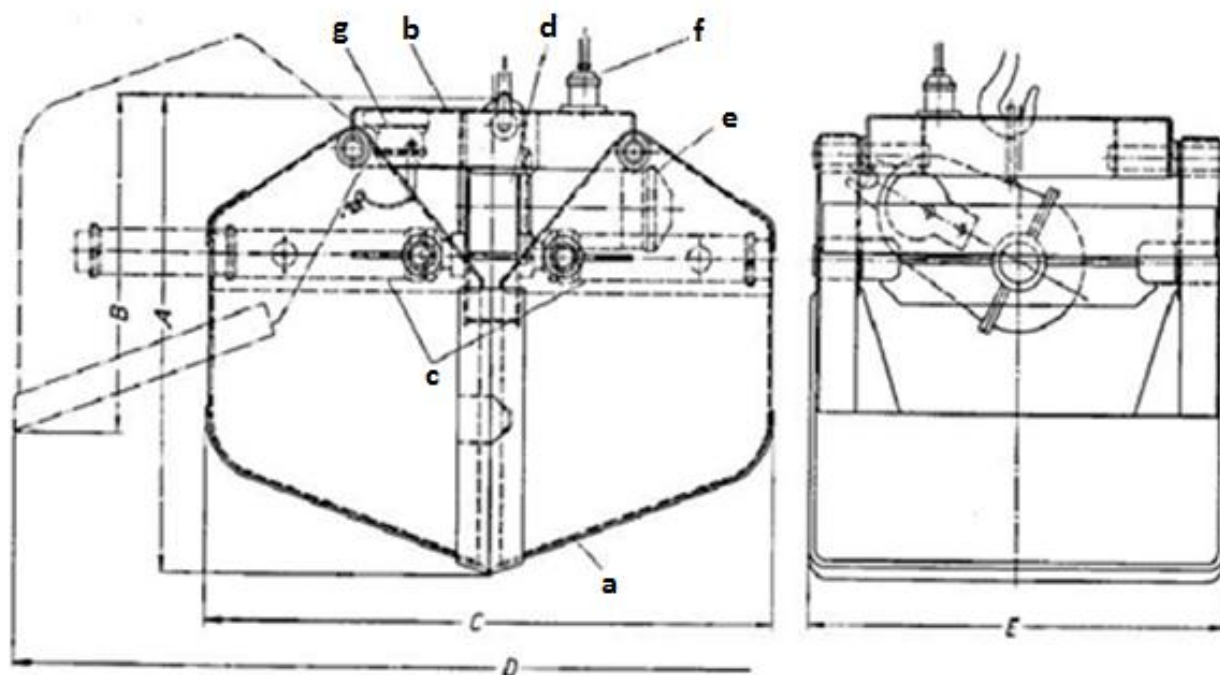
За рад грабилица са погоном затварања без ужета преостаје само погон дизања са ужетом, па се оне изводе као измењиво средство за захватање материјала. То омогућава коришћење лакше грабилице, али пошто се нови погон поставља на саму грабилицу њена маса се поново значајно повећава. Поред наведеног, потребан је довод енергије што захтева погон намотавања електричних каблова, хидрауличких или пнеуматских црева, уз повећану опасност од оштећења вода.

Електромоторне грабилице са механичким преносом имају електромотор којим се преко редуктора погони навојно вретено са супротним смером навоја на крајевима. Ти крајеви улазе у чауре са унутрашњим навојем које су зглобно везане за чељусти и на тај начин се обртањем навојног вретена чељусти отварају и затварају, односно шире и скупљају. Командовање је из кабине дизалице. Предност ових грабилица је у томе што се могу лако отворати и затварати жељеном брзином. Недостатак им је велика тежина.



Слика 4.7. Електромоторни погон грабилице са механичким преносом [10]

На слици 4.8. приказана је компактна конструкција грабилице запремине 2,5 m<sup>3</sup> која се качи на куку дизалице.



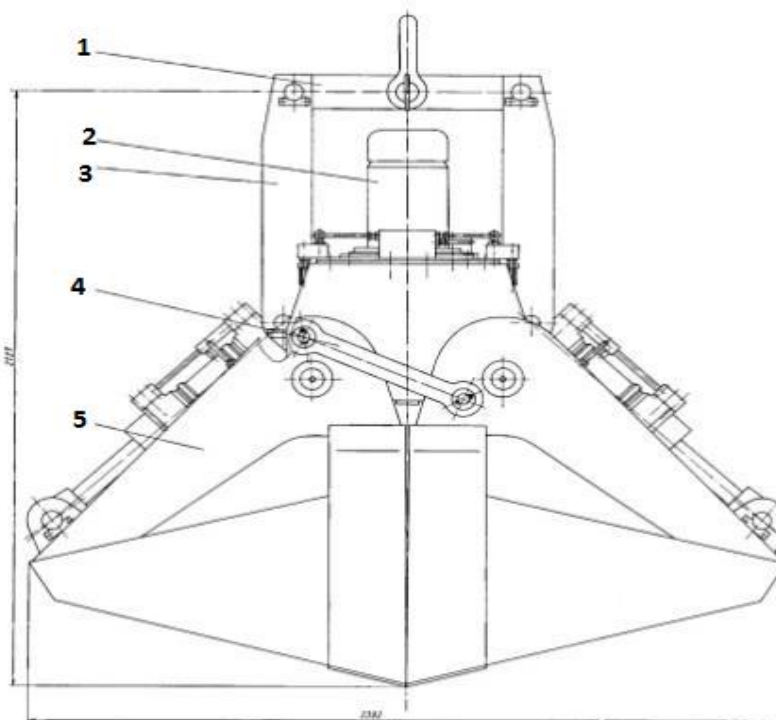
Слика 4.8. Електромоторни погон грабилице са механичким преносом [10]

- a-** Челоусти
- b-** Траверза
- c-** Навојно вретено (десни и леви навој)
- d-** Редуктор
- e-** Електромотор са конусним ротором
- f-** Електрична утичница напајања
- g-** Крајњи искључивач отварања челоусти

Код грабилица са хидрауличком погоном функција ужета је замењена хидроцилиндрима. Обично се користи по један цилиндар за сваку челоуст. Радни флуид под притиском може бити доведен са колица дизалице, том варијантом се добија лакша грабилица али не неопходан помоћни погон за кабал за управљање и постоји велика опасност од оштећења црева. Такође је могуће комплетан хидропогон (електромотор, пумпу, резервоар радног флуида итд.) сместити на самој грабилици чиме се у великој мери повећава маса грабилице.



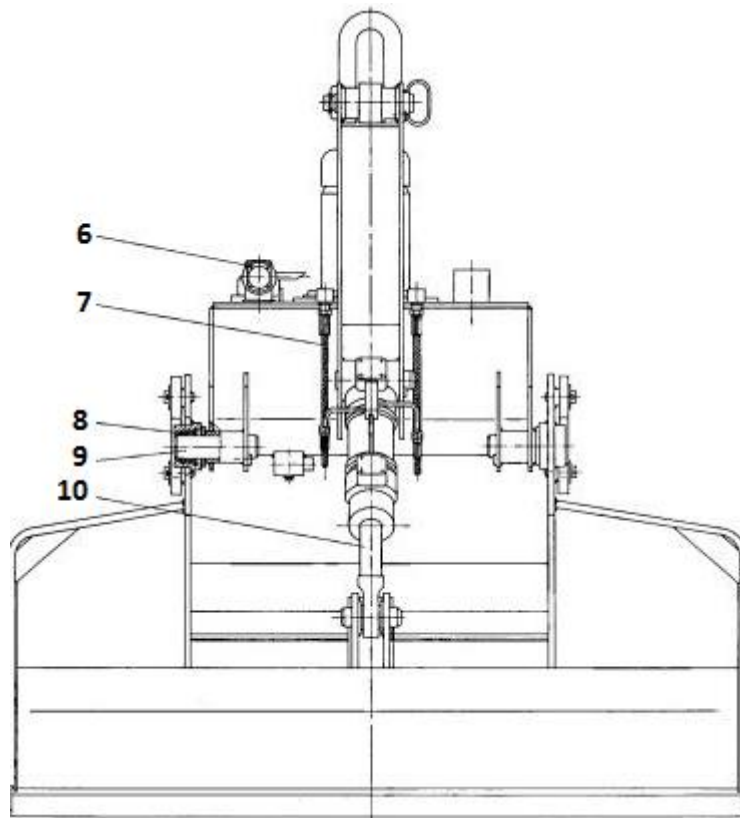
**Слика 4.9.** Спољно напајање хидрауличке грабилице [10]



**Слика 4.10.** Делови грабилице са хидрауличком погоном (двочелушна грабилица са хидрауличком погоном) [10]

Делови хидрауличке грабилице (Слика 4.10. и Слика 4.11.):

- 1- Носећа траверза
- 2- Електромотор
- 3- Рам
- 4- Полука за синхронизацију челоусти
- 5- Челоуст
- 6- Утичница за напајање
- 7- Цевни вод
- 8- Самоподесиви лежај
- 9- Осовиница челоусти
- 10- Хидроцилиндар



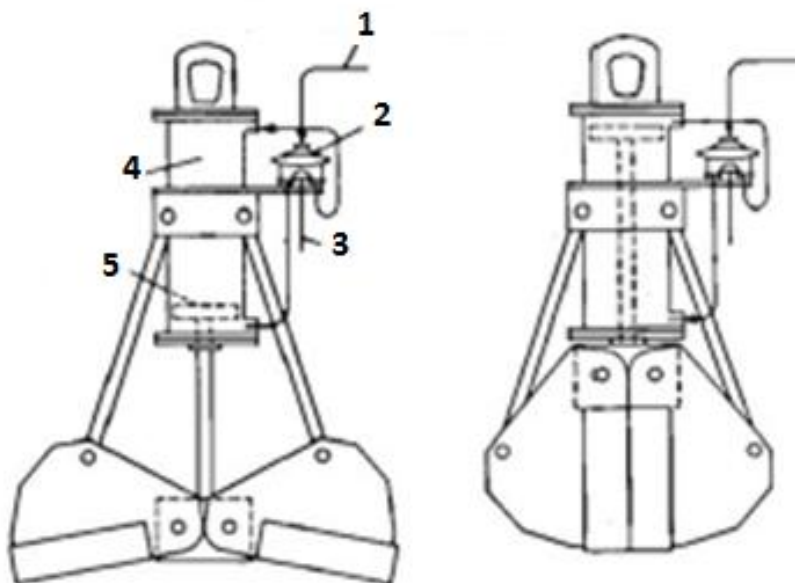
**Слика 4.11.** Делови грабилице са хидрауличком погоном (двочелушна грабилица са хидрауличком погоном) [10]

Хидраулички погон је заснован на преносу силе помоћу течности, најчешће минералним уљем. Принцип рада је следећи: постоји хидраулична пумпа која претвара механички рад у енергију хидрауличног флуида. Хидраулична пумпа се обично погони одговарајућим електромотором. Затим се флуид под притиском кроз цевни вод доводи до грабилице односно до хидроцилиндра који претвара енергију флуида у механички рад који се користи за отварање и затварање чељусти грабилице.



Слика 4.12. Изглед хидрауличне грабилице

Грабилице са пнеуматским погоном су обично мање носивости. Ређе су у употреби, по правилу тамо где већ постоји развод ваздуха у погону, у запаљивој или експлозивној средини.



Слика 4.13. Грабилица са пнеуматским погоном [10]

Делови пнеуматске грабилице (Слика 4.13.):

- 1- Главни вод ваздуха
- 2- Разводник
- 3- Испуст
- 4- Пнеуматски цилиндар
- 5- Клип

Принцип рада пнеуматске грабилице је веома сличан принципу рада грабилице са хидрауличким погоном. Главна разлика је у томе што се за погон пнеуматских грабилица користи ваздух док се код хидрауличких користи нестишљиви флуид. Ваздух под притиском главним водом ваздуха долази до разводника одакле се шаље у пнеуматски цилиндар у коме се притисак ваздуха претвара у механички рад преко клипа који се користи за отварање и затварање чељусти грабилице. Искоришћени ваздух се испушта напоље преко испуста пошто је он безбедан по околину што је једна од предности у односу на хидраулику која мора имати повратне цеви.

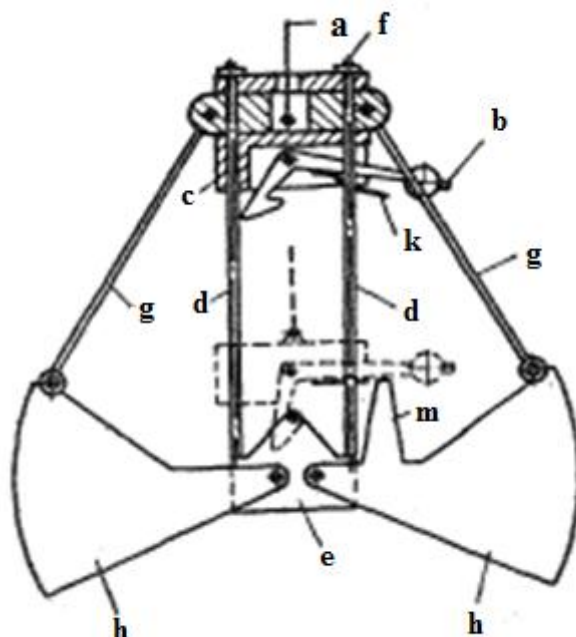


Слика 4.14. Изглед пнеуматске грабилице

#### 4.1.3. Грабилице са ужетом

На дизалицама код којих је потребна честа замена куке и грабилице користи се грабилица са једним ужетом која је развијена на тај начин да се лакше скида са дизалице. Оне су обично обешене о куку нормалне дизалице тако да се могу скинути када је завршен транспорт расутих материјала па се може наставити са дизањем комадних терета вешаних за куку.

То је постигнуто изостављањем ужета за дизање и целог његовог погона. Његову улогу у потпуности преузима уже за затварање, што значи да оба радна кретања (дизање или спуштање, отварање или затварање) обавља једно уже.



**Слика 4.15. Шема грабилице са једним ужетом [3]**

Главни делови грабилице са једним ужетом су:

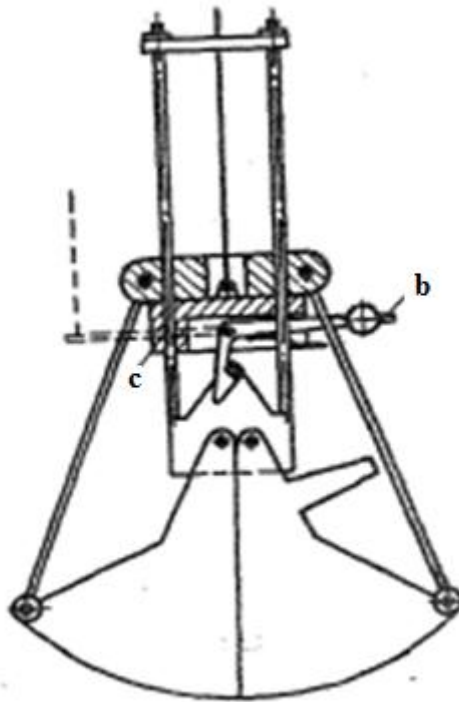
- a**- уже
- b**-тег
- c**-носач
- d**- вођице
- e**- доња глава
- f**- горња глава
- g**- полуге
- h**- чељусти грабилице
- m**- граничник
- k**- опруга

Са слике 4.15. се види да је уже **a** причвршћено за носач **c** који се може кретати по вођицама **d** које су чврсто везане за доњу главу **e**. По вођицама се може кретати и горња глава **f** која је везана за чељусти **h** полугама **g**. На носачу **c** зглобно је везана полуга **b** са тегом и опругом **k**.

На слици 4.15. је приказана празна грабилица у положају када се креће ка материјалу. Када се се чељусти грабилице спусте односно зарију у материјал, носач **c** се и даље спушта према доњој глави, све док при спуштању ужета полуга **b** не притисне своју опругу на граничник **m**. Под дејством тежине носача опруга се прислања уз полугу која се

заокреће око своје тачке окретања и својим доњим крајем качи се за куку доње главе (тачкасто приказано).

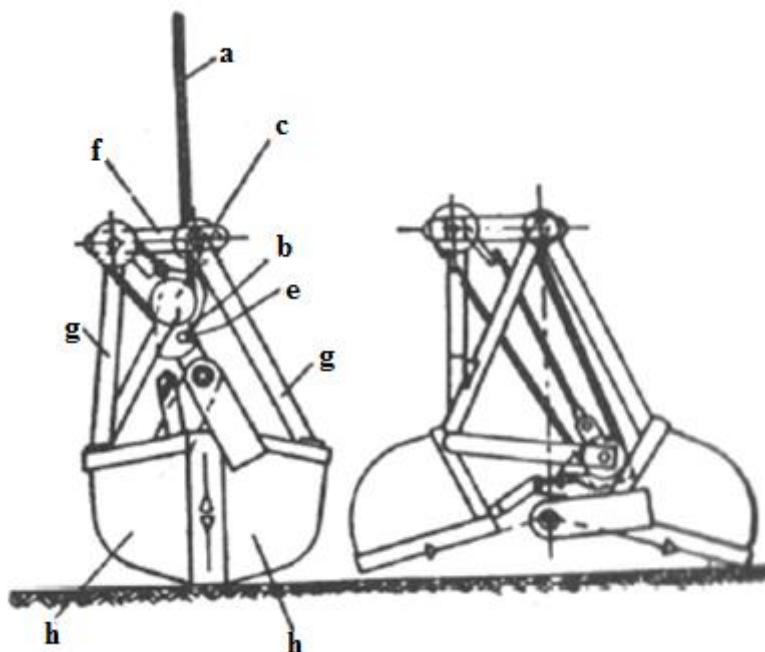
Када се подиже носач **c** он са собом подиже и дољу главу **e** при чему се чељусти затварају у току затварања захватају материјал и пуне се. У почетку дизања носача опруга **k** спречава да се доњи крај полуге **b** извуче из куке доње главе.



**Слика 4.16.** Шема грабилице са једним ужетом [3]

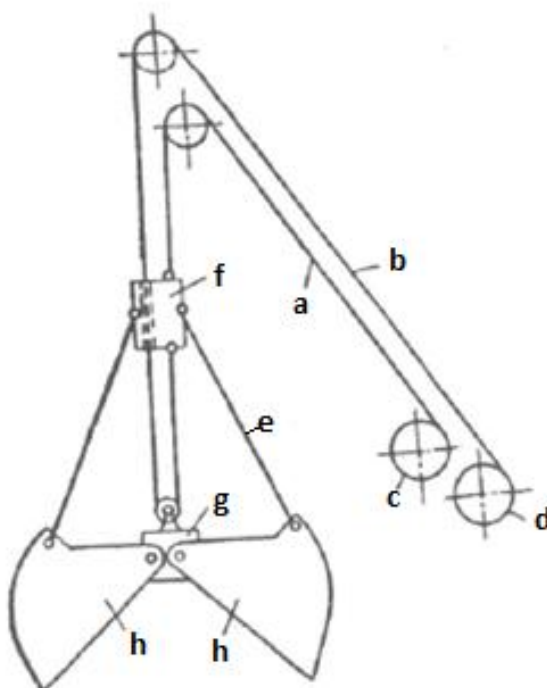
На слици 4.16. шематски је приказана затворена грабилица. Да би се грабилица са једним ужетом отворила треба је спустити на тло. Затим се треба попустити уже односно носач **c** како би се доњи део полуге **b** извукао из куке горње главе **e**. Када се поново намотава уже односно врши дизање чељусти грабилице се отварају и материјал се истовара. [3]

Полуга **b** се може извести и на другој страни тако да се на крају полуге веже помоћно уже, на тај начин је могуће отварање грабилице без спуштања на тло повлачењем помоћног ужета из кабине дизалице.



Слика 4.17. Конструкција грабилице са једним ужетом (ознаке као на претходној слици)  
[3]

**Грабилице са два ужета** у оне грабилице код којих се функција затварања чељусти и делимично дизање пуне грабилице врши једним ужетом, а другим ужетом се поред делимичног држања пуне грабилице обавља и њено држање на одређеном месту за време отварања чељусти. Из поменутих разлога погонска машина грабилице са два ужета мора имати два добоша који могу радити независно и заједно један са другим. Ако добоши раде заједно морају бити што боље синхронизовани.



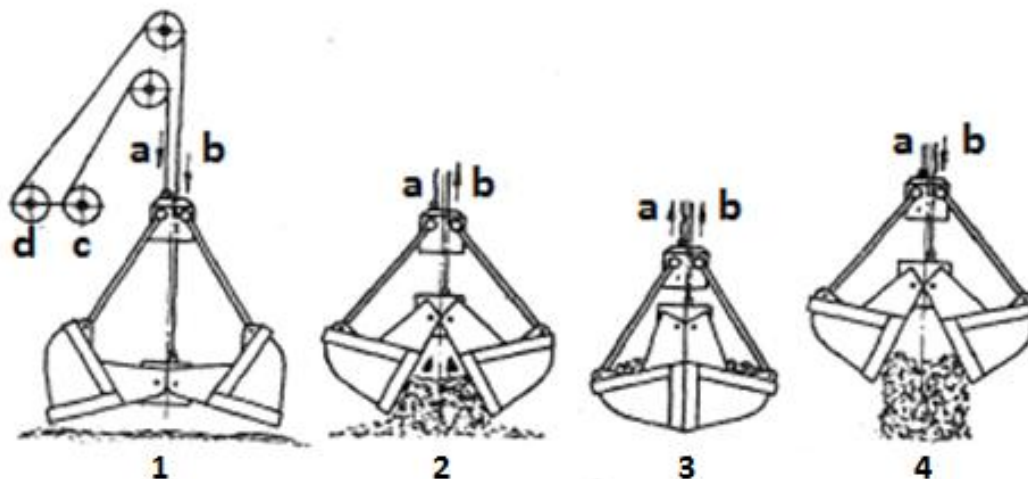
Слика 4.18. Шема грабилице са два ужета [13]

Основни делови грабилице са два ужета:

- a**- уже за дизање и држање
- b**- уже за затварање и дизање
- c**- добош за дизање и држање
- d**- добош за отварање и дизање
- e**- полуге
- f**- горња глава
- g**- доња глава
- h**- чељусти

Уже за дизање **a** прићвршћено је за горњу главу. На доњим крајевима полуга **e** су на по две полуге зглобно везани спољни крајеви сваке чељусти **h**. Унутрашњи крајеви чељусти имају по две зглобне везе са доњом главом **g**.

Принцип рада грабилице са два ужета приказан је на слици 4.19. На скици 1) приказан је изглед грабилице са отвореним чељустима када се грабилица спушта. Добоши **c** и **d** се обрћу у смеру спуштања грабилице односно у смеру казаљке на сату. Грабилица виси о ужету **a**, док је уже **b** благо отпуштено. Грабилица се спушта све док се њене чељусти не зарију у материјал. Када је грабилица спуштена на материјал почиње период затварања грабилице који је приказан на скици 2). Добош за затварање **d** окреће се у смеру обрнутом од казаљке на сату док други добош мирује. Од тренутка када се склопе чељусти грабилице наступа период дизања пуне грабилице што је приказано на скици 3). Поново се тада оба добоша окрећу у истом смеру, обрнутом од смера казаљке на сату. Терет који диже грабилица се може расподелити на оба ужета **a** и **b** која се морају навијати на добоше истом брзином јер ако би се уже за држање брже навијало на добош грабилица би почела да се отвара а материјал би се просуо пре времена. Након тога наступа период отварања пуне грабилице приказано на скици 4). Грабилица се отвара када се укочи добош **c**, цела тежина се ослони на уже **a**, док се добош **d** окреће у смеру спуштања. [3]

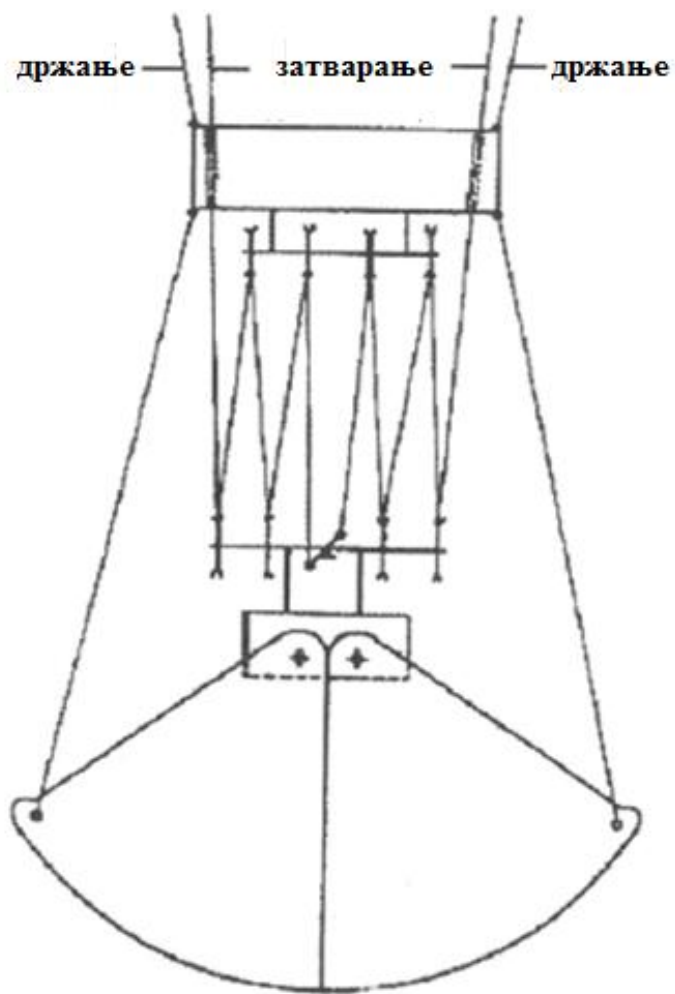


Слика 4.19. Принцип рада грабилице са два ужета [3]

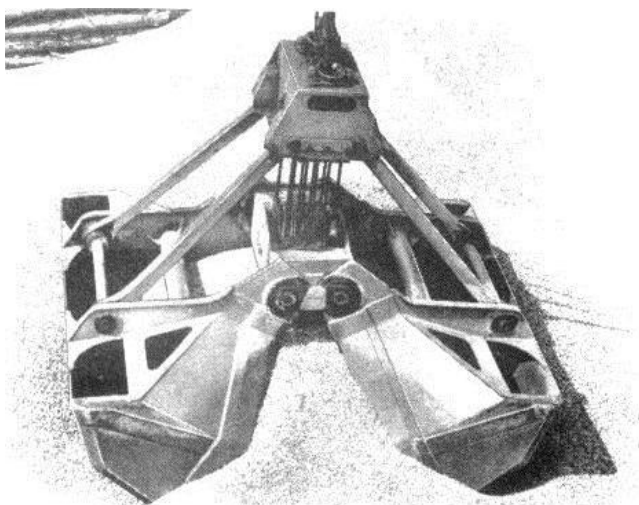
Маса грабилице не спада у користан терет, па се тежи томе да она буде што мања, како би се носивост дизалице искористила за транспорт сто веће масе корисног терета. Пошто грабљење материјала врши погон затварања па када чељусти наиђу на отпор као што је на пример тврд комад материјала мотор погона за затварање чељусти даје већи момент како би се савладало оптерећење и уже јаче повлачи. Када сила у ужету достигне вредност тежине грабилице са материјалом, уместо да настави да граби материјал, грабилица почиње да се диже и грабљење се прекида. Из овог примера се види да ће тежа грабилица да омогући јаче грабљење материјала због чега она не сме да буде ни превише лака. Маса грабилице мора да буде утолико већа уколико је материјал тежи за грабљење односно даје већи отпор разарању чељустима. Она износи од (0,3-0,6) носивости. Ово одступање од захтева да маса грабилице буде што мања је последица „нетранспортног“ задатка грабилице односно грабљења материјала.

Из тог разлога се поставља и котурача у погон затварања. Силу захватања материјала производе силе у свим крацима котураче сто значи да (приближно): котурача са и кракова ће до тренутка тренутка дизања грабилице остварити и пута већу силу резања него уже за затварање без котураче. Грабилице са два ужета обично имају  $2 \cdot (4 \div 6)$  кракова. У циљу смањења силе у ужету, из разлога што се тање уже лакше намотава, оба ужета се физички изводе са по два крака ужета, што ништа не мења у начину рада грабилице са два ужета.

На слици 4.19. није приказана котурача како би се једноставније објаснио принцип рада грабилице са два ужета. Принципијално грабилица са два ужета може да ради без котураче за затварање, тада је уже за затварање везано директно за доњу главу, али се најчешће користи верзија са котурачом да би се добила потребна сила за затварање чељусти у периоду затварања. Преносни однос котураче износи  $i = 3-6$ .



Слика 4.20. Шема грабилице са катурачом [13]



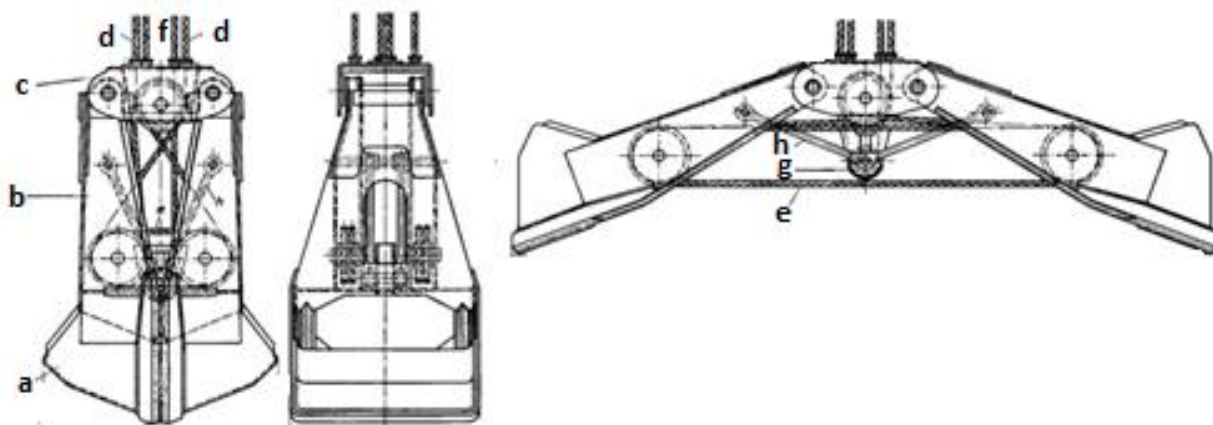
Слика 4.21. Изглед грабилице са два ужета [10]



**Слика 4.22.** Изглед грабилице са два ужета на пловном објекту [10]

Пуњење грабилице је боље ако је већа ширина грабљења. У циљу што бољег сакупљања остатка материјала при претовару вагона, бродова и складишта развијене су грабилице са великом ширином грабљења које се зову **трим грабилице**. Најчешће се израђују као грабилице са два ужета. Због свог облика са њима се постижу одлични резултати јер имају дубок захват а облик онемогућава блокирање грабилице. Ножеви су изражени од квалитетнијег материјала и отпорни су на површинско трошење.

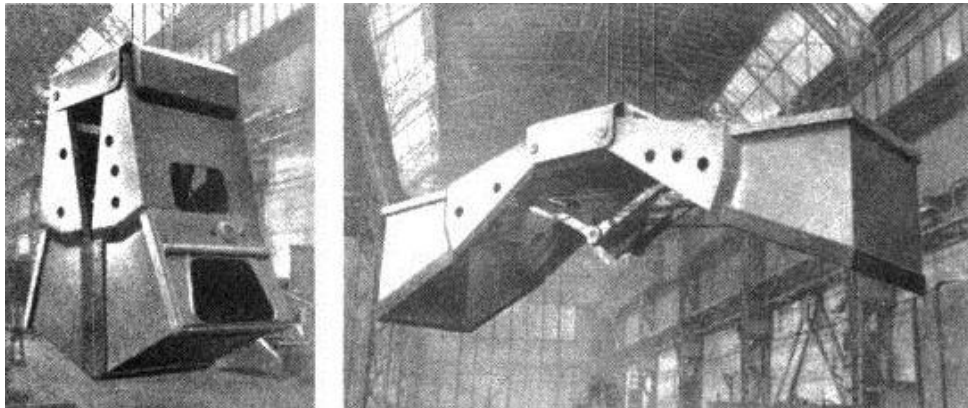
Специфичност ових грабилица, поред велике ширине грабљења је и готово хоризонтално кретање чељусти при затварању. Ова особина смањује могућност оштећења возила и елиминише потребу за корекцијом висине дизања што олакшава рад. Ове грабилице се често користе само на крају процеса претовара са циљем да се што боље покупи материјал из возила које се истовара. Применом ових грабилица у целом процесу претовара се може остварити већи капацитет и до 25%.



**Слика 4.23.** Шема трим грабилице [10]

Делови трим грабилице:

- **a**- Чeљусти
- **b**- држач чeљусти
- **c**- глава грабилице
- **d**- уже за затварање
- **e**- котурача ужета за затварање
- **f**- уже за дизање
- **g**- ужница за отварање
- **h**- полуга за отварање



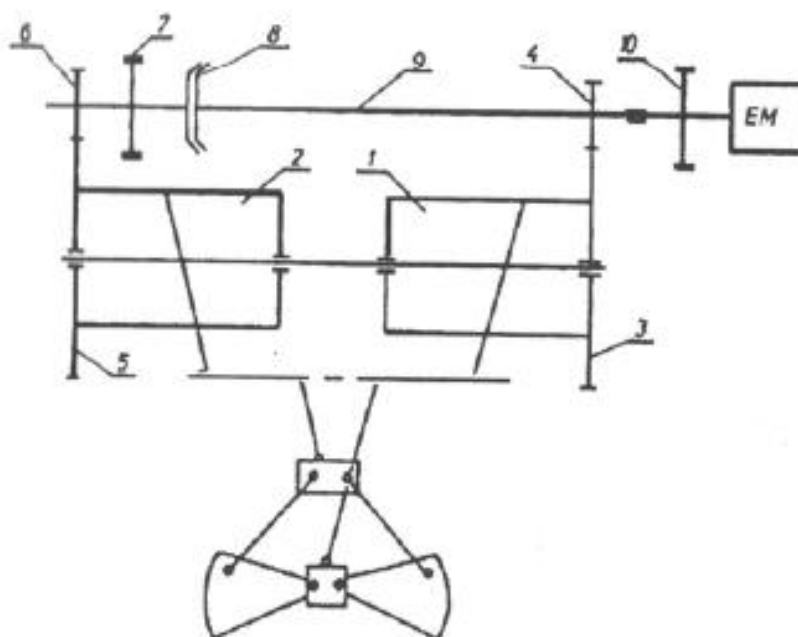
*Слика 4.24. Трим грабилица у отвореном и затвореном положају [10]*

## 5. Механизми за дизање грабилица

Дизалице са грабилицом морају имати механизам за дизање са два добоша који се могу заједно и независно један од другог, како би се обезбедиле све радне операције грабилице. По типу погона механизми за дизање могу бити са два и са једним електромотором.

### 5.1. Механизми за дизање са једним електромотором

На слици 5.1. приказана је шема механизма са једним електромотором.



Слика 5.1. Шема механизма са једним електромотором [13]

Делови механизма:

- 1- добош за затварање
- 2- добош за дизање
- 3- зупчаник
- 4- зупчаник
- 5- зупчаник
- 6- зупчаник
- 7- електромагнетна кочница
- 8- фрикциона спојница
- 9- вратило
- 10- електромагнетна кочница

Добош за затварање „1“ је везан за погонско вратило „9“ преко зупчаника „3“ и „4“, погонско вратило је везано за електромотор. За вратило је везан и добош за дизање „2“ преко зупчаника „5“ и „6“ и преко фриксионе спојнице „8“. Укључење и искључење фриксионе кочнице обавља електромагнет.

Поједине операције:

1. Спуштање пуне грабилице:

- фриксиона спојница „8“ је укочена,
- кочнице „7“ и „10“ су откочене,
- оба добоша се окрећу и одмотавају уже (грабилица је затворена).

2. Отварање чељусту грабилице

- фриксиона 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 чељусту грабилице и захватање терета

- фриксиона 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 чељусту грабилице захватају терет.

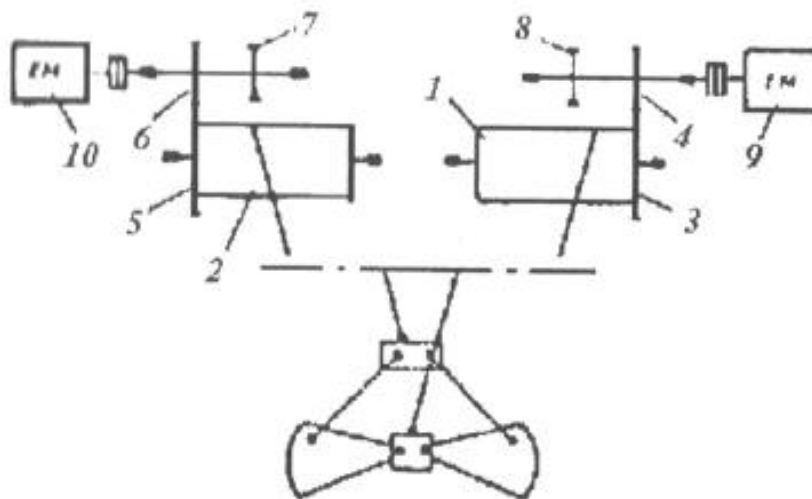
4. Дизање пуне грабилице

- после пуног затварања чељусту укључује се фриксиона спојница „8“, а кочница „7“ се откочује,
- добоши „1“ и „2“ се обрћу у смеру дизања, оба ужета се намотавају и грабилица се диже.

Недостаци ове конструкције грабилице су у компликованом управљању фриксионом спојницом и кочницама, као и у томе што је омогућено преоптерећење ужета за затварање или недовољно затварање чељусту грабилице што зависи од тога да ли се спојница раније или касније укључила.

## 5.2. Механизми за дизање са два електромотора

На слици 5.2. приказана је шема механизма за дизање са два електромотора.



**Слика 5.2.** Шема механизма за дизање са два електромотора [13]

Делови механизма:

- 1- добош за затварање
- 2- добош за дизање
- 3- зупчаник
- 4- зупчаник
- 5- зупчаник
- 6- зупчаник
- 7- кочница
- 8- кочница
- 9- електромотор
- 10- електромотор

Начин рада механизма:

### 1. Захватање материјала

- добош за затварање „1“ ради преко зупчаника „3“ и „4“,
- кочница „7“ је закочена,
- кочница „8“ је закочена.

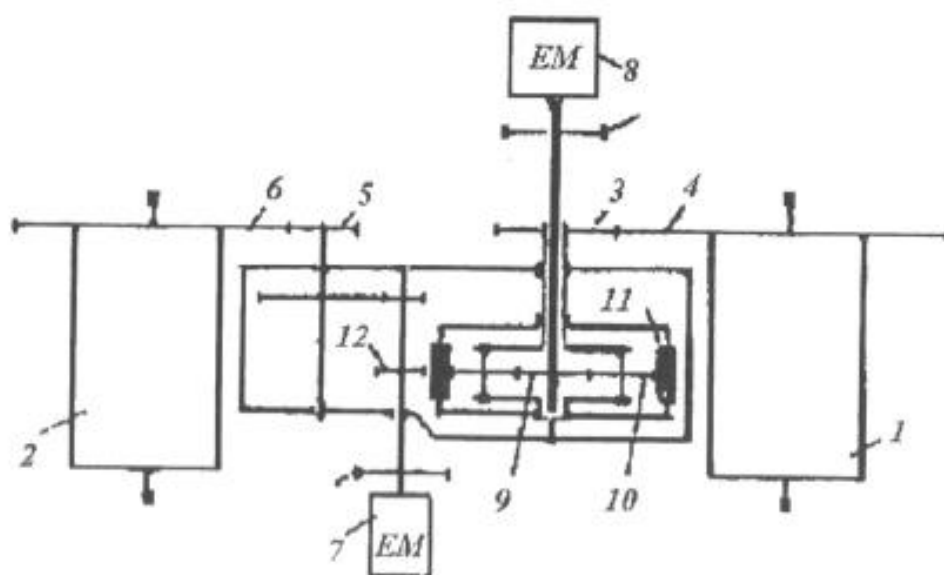
### 2. Дизање пуне грабилице

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

Оптерећење пуне грабилице се распоређује на оба електромотора.

### 5.3. Механизми за дизање са два електромотора и планетарним редуктором

На слици 5.3. приказана је шема механизма за дизање са два електромотора и уграђеним планетарним редуктором.



**Слика 5.3.** Шема механизма за дизање са два електромотора и уграђеним планетарним редуктором [13]

Главни делови овог механизма су:

- 1- добош за затварање
- 2- добош за дизање
- 3- зупчаник
- 4- зупчаник
- 5- зупчаник
- 6- зупчаник
- 7- електромотор
- 8- електромотор
- 9- зупчаник сунце
- 10- зупчаници тркачи
- 11- зупчасти венац
- 12- зупчаник
- 13- кочница

## 14- кочница

Принцип рада механизма за разне фазе рада грабилице:

## 1. Захватање материјала

- електромотор „7“ не ради,
- кочница „14“ је закочена,
- зупчасти венац „11“ је непокретан,
- уже за држање је затегнуто,
- електромотор „8“ се обрће у смеру дизања,
- кочница „13“ је откочена,
- зупчаник „9“ се обрће,
- зупчаници тркачи „10“ трче око зупчаника „9“ и окрећу зупчанике „3“ и „4“,
- добош за затварање се обрће.

## 2. Дизање пуне грабилице

- када је грабилица захватила материјал електромотор „8“ престаје са радом,
- кочница „13“ је закочена,
- зупчаник „9“ сунце мирује,
- кочница „14“ је откочена,
- електромотор „7“ почиње са радом у смеру дизања грабилице (намотавање ужета на добош)
- зупчаник „12“ обрће зупчасти венац „11“
- тркачи „10“ оптрчавају око непокретног сунца и покрећу зупчанике „3“ и „4“ и добош „2“.

## 3. Отварање пуне грабилице

- електромотор „7“ је заустављен,
- кочница „14“ је закочена,
- електромотор „8“ се окреће у смеру одморавања ужета,
- добош за дизање држи терет. Главе грабилице се одмичу и она се отвара.

## 4. Спуштање празне грабилице

- електромотор „8“ је укључен,
- кочница „14“ је откочена и све ради као код дизања пуне грабилице. Оба добоша раде у смеру одмотавања ужета.

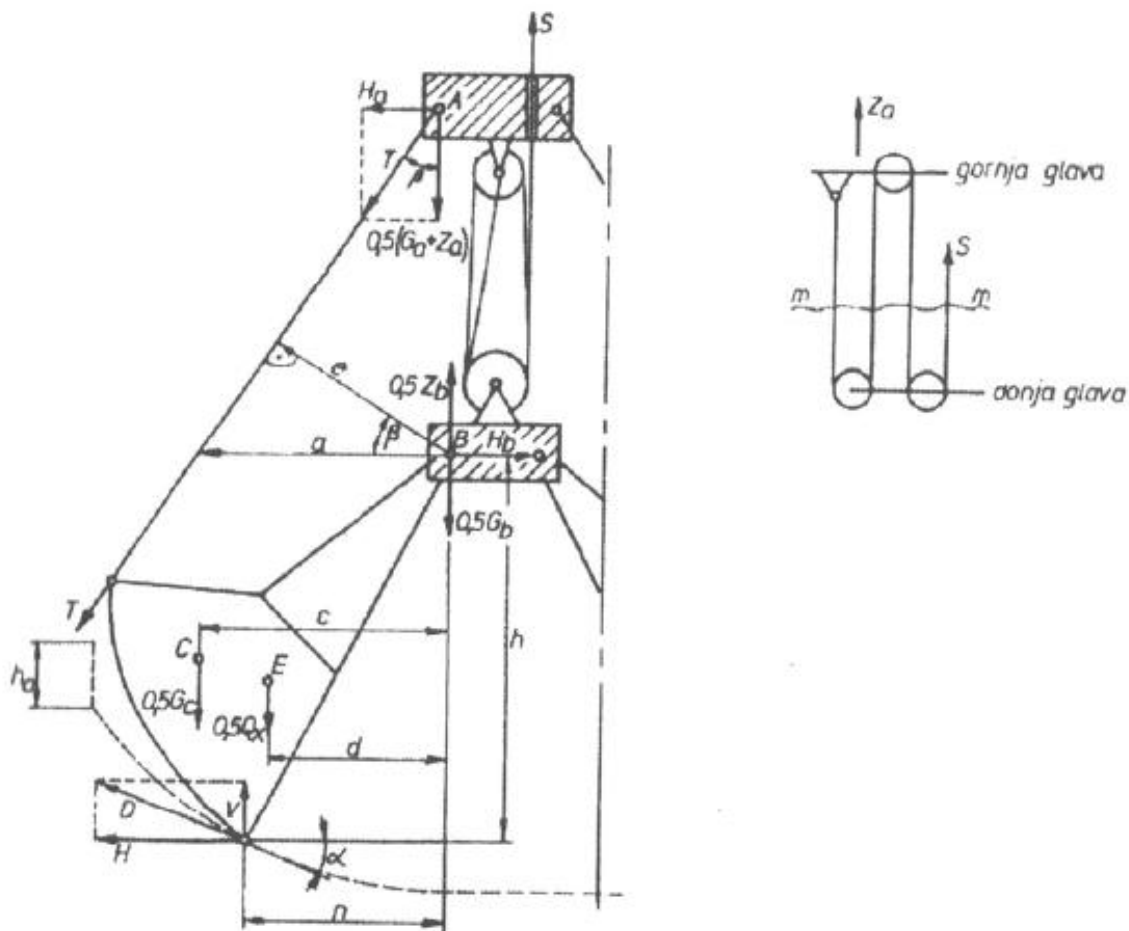
Снага електромотора за дизање и држање:  $P_7 = P$ .

Снага електромотора за затварање:  $P_8 = 0.5 \cdot P$ .

где је:  $P$ - снага за дизање пуне грабилице

## 5.4. Принцип порачуна грабилице

На слици 5.4. приказани су елементи за прорачун грабилице.



Слика 5.4. Елементи за прорачун грабилице [13]

Где су:

$G_A$  -тежина горње главе,

$G_B$  -тежина доње главе,

$G_C$  - тежина чељусти.

$Q_x$  - тежина терета који је захваћен,

$$Q_x = \xi \cdot Q_{max} \quad (5.1)$$

$$\xi < 1; \quad (5.2)$$

$Q_{max}$ -тежина терета пуне грабилице,

$m$  - број кракова котураче за затварање.

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

$$Z_b = S \cdot m \cdot \eta \quad (5.3)$$

Где је:

$S$  – сила у једном краку котураче за затварање.

$Z$  – укупна сила котураче за затварање која делује на горњу главу

Из слике 5.4. следи:

$$T = \frac{0.5 \cdot (Z_a + G_a)}{\cos \beta}; \quad \cos \beta = \frac{e}{a} \quad (5.4)$$

$$T = \frac{0.5 \cdot (Z_a + G_a) \cdot a}{e} \quad (5.5)$$

$$D = \sqrt{V^2 + H^2}; \quad V = D \sin \alpha \quad (5.6)$$

$$H = D \cos \alpha$$

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

$$\sum M_B = 0 \quad (5.7)$$

$$H \cdot h + V \cdot n - T \cdot e - 0.5 \cdot Q_x \cdot d = 0 \quad (5.8)$$

За равнотежу целе грабилице важи:

$$2 \cdot V + S = G_a + G_b + G_c + Q_x \quad (5.9)$$

$$G = G_a + G_b + G_c \quad (5.10)$$

Сада је:

$$2 \cdot V + S = G + Q_x \quad (5.11)$$

Па је:

$$V = 0.5 \cdot (G + Q_x - S) \quad (5.12)$$

Ако се замени у израз добија се:

$$H \cdot h + 0.5 \cdot n \cdot (G + Q_x - S) - 0.5 \cdot (Z_a + G_a) \cdot \frac{a}{e} \cdot e - 0.5 \cdot G_c \cdot c - 0.5 \cdot Q_x \cdot d = 0 \quad (5.12)$$

Коначно је:

$$H = 0.5 \cdot S \cdot \left[ \frac{a}{h} (m \cdot \eta - 1) + \frac{n}{h} \right] + 0.5 \cdot \frac{G_a}{G} \cdot \frac{a}{h} \cdot G + 0.5 \cdot \frac{G_c}{G} \cdot G \cdot \frac{c}{h} - 0.5 \cdot \frac{n}{h} \cdot G + 0.5 \cdot \frac{Q_x}{h} \cdot d - 0.5 \cdot \frac{n}{h} \cdot Q_x \quad (5.13)$$

Ако се уведу ознаке:

$$\psi_1 = \frac{a}{h} (m \cdot \eta - 1) + \frac{n}{h} \quad (5.14)$$

$$\psi_2 = \frac{G_a}{G} \cdot \frac{a}{h} + \frac{G_c}{G} \cdot \frac{c}{h} - \frac{n}{h} \quad (5.15)$$

$$\psi_3 = \frac{d}{h} - \frac{n}{h} \quad (5.16)$$

Сада је:

$$H = 0.5 \cdot [\psi_1 \cdot S + \psi_2 \cdot G + \psi_3 \cdot Q_x] \quad (5.17)$$

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

$$D = \sqrt{V^2 + H^2} \quad (5.18)$$

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

Сада је:

$$D' = H_{max} = 0.5[G \cdot (\psi_1 + \psi_2) + Q_x \cdot (\psi_1 + \psi_3)] \quad (5.19)$$

Сада ће бити дефинисан угао нагиба  $\alpha$ :

$$\tan \alpha = \frac{V}{H} = \frac{G + Q_x - S}{\psi_1 \cdot S + \psi_2 \cdot G + \psi_3 \cdot Q_x} \quad (5.20)$$

Види се да крива захватања зависи од S. Са повећањем S крива постаје положена и обим захваћеног материјала се смањује.

У почетном тренутку када је отворена, грабилица лежи на материјалу:  $Q_x = 0$ ;  $S = 0$  и  $\tan \alpha = 1/\psi_2$ . Надаље, затезање расте док величина D не постане довољна за савладавање отпора материјала.

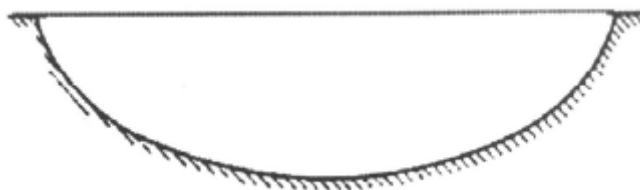
Када се израз реши по S добија се:

$$S = \frac{G \cdot (1 - \psi_2 \cdot \tan \alpha) + Q_x \cdot (1 - \psi_3 \cdot \tan \alpha)}{1 + \psi_1 \cdot \tan \alpha} \quad (5.21)$$

$$D = \frac{V}{\sin \alpha}, \quad V = 0.5 \cdot (G + Q_x - S) \quad (5.22)$$

Заменом се добија:

$$D = \frac{G \cdot (\psi_1 + \psi_2) + Q_x \cdot (\psi_1 + \psi_3)}{2 \cdot (\cos \alpha + \psi_1 \cdot \sin \alpha)} \quad (5.23)$$



**Слика 5.5.** Крива захватања материјала [13]

$$S_{max} = G + Q_{max} \quad (5.24)$$

$$a = 0; Q_x = Q_{max} \quad (5.25)$$

Обично се узима да је:

$$G_c \approx 0.5 \cdot G \quad (5.26)$$

$$G_a \cong 0.3 \cdot G \quad (5.27)$$

$$G_b \cong 0.2 \cdot G \quad (5.28)$$

$$k = \frac{G}{Q_{max}} \quad (5.29)$$

$$k = 0.75 \dots 1.2 \quad (5.30)$$

$$m = 3 \dots 6 \quad (5.31)$$

## 5.5 Прорачун грабилица

На основу принципа прорачуна грабилице који је приказан у претходној тачки, одрађен је прорачун конкретне грабилице.

Почетне вредности су:

$$G_a = 1,2t$$

$$G_b = 0,8t$$

$$G_c = 2t$$

$$\xi = 0.8$$

$$Q_{max} = 6t$$

$$a = 330mm$$

$$c = 325mm$$

$$d = 230mm$$

$$n = 250mm$$

$$h = 600mm$$

$$m = 4$$

$$\eta = 0,98$$

$$D = ?$$

Из слике 5.4 следи:

$$D = \sqrt{V^2 + H^2}; V = D \sin \alpha; H = D \cos \alpha \quad (5.32)$$

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

$$\sum M_B = 0 \quad (5.33)$$

$$H \cdot h + V \cdot n - T \cdot e - 0.5 \cdot Q_x \cdot d = 0 \quad (5.34)$$

За равнотежу целе грабилице важи:

$$2 \cdot V + S = G_a + G_b + G_c + Q_x \quad (5.35)$$

$$G = G_a + G_b + G_c \quad (5.36)$$

$$G = 1,2t + 0,8t + 2t = 4t \quad (5.37)$$

$$Q_x = \xi \cdot Q_{max} \quad (5.38)$$

$$Q_x = 0,8 \cdot 6t = 4,8t \quad (5.39)$$

Сада је:

$$2 \cdot V + S = G + Q_x \quad (5.40)$$

Па је:

$$V = 0.5 \cdot (G + Q_x - S) \quad (5.41)$$

Ако се замени у израз добија се:

$$H \cdot h + 0.5 \cdot n \cdot (G + Q_x - S) - 0.5 \cdot (Z_a \cdot G_a) \cdot \frac{a}{e} \cdot e - 0.5 \cdot G_c \cdot c - 0.5 \cdot Q_x \cdot d = 0 \quad (5.42)$$

Коначно је:

$$H = 0.5 \cdot S \cdot \left[ \frac{a}{h} (m \cdot \eta - 1) + \frac{n}{h} \right] + 0.5 \cdot \frac{G_a}{G} \cdot \frac{a}{h} \cdot G + 0.5 \cdot \frac{G_c}{G} \cdot G \cdot \frac{c}{h} - 0.5 \cdot \frac{n}{h} \cdot G + 0.5 \cdot \frac{Q_x}{h} \cdot d - 0.5 \cdot \frac{n}{h} \cdot Q_x \quad (5.43)$$

Уводе се ознаке:

$$\psi_1 = \frac{a}{h} (m \cdot \eta - 1) + \frac{n}{h} = \frac{0,33m}{0,6m} (4 \cdot 0,98 - 1) + \frac{0,25m}{0,6m} = 0,55 \cdot 2,92 + 0,417 = 2,023 \quad (5.44)$$

$$\psi_2 = \frac{G_a}{G} \cdot \frac{a}{h} + \frac{G_c}{G} \cdot \frac{c}{h} - \frac{n}{h} = \frac{1,2t}{4t} \cdot \frac{0,33m}{0,6m} + \frac{2t}{4t} \cdot \frac{0,325m}{0,6m} - \frac{0,25m}{0,6m} = 0,019 \quad (5.45)$$

$$\psi_3 = \frac{d}{h} - \frac{n}{h} = \frac{0,23m}{0,6m} - \frac{0,25}{0,6m} = -0,034 \quad (5.46)$$

Сада је:

$$H = 0.5 \cdot [\psi_1 \cdot S + \psi_2 \cdot G + \psi_3 \cdot Q_x] \quad (5.47)$$

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

Сада је:

$$D' = H_{max} = 0.5[G \cdot (\psi_1 + \psi_2) + Q_x \cdot (\psi_1 + \psi_3)] \quad (5.48)$$

$$D' = 0.5[40\,000N \cdot (2,023 + 0,019) + 48\,000N \cdot (2,023 - 0,034)] = 0.5[81\,680N + 95\,472N] = 88\,576N = 88,576kN \quad (5.49)$$

Угао нагиба  $\alpha$ :

$$\tan \alpha = \frac{V}{H} = \frac{G + Q_x - S}{\psi_1 \cdot S + \psi_2 \cdot G + \psi_3 \cdot Q_x} \quad (5.50)$$

У почетном тренутку:  $Q_x = 0$ ;  $S = 0$  и  $\tan \alpha = 1/\psi_2$ . Затезање расте док величина  $D$  не постане довољна за савладавање отпора материјала.

Када се претходни изра реше по  $S$  добија се:

$$S = \frac{G \cdot (1 - \psi_2 \cdot \tan \alpha) + Q_x \cdot (1 - \psi_3 \cdot \tan \alpha)}{1 + \psi_1 \cdot \tan \alpha}$$

$$= \frac{40\,000N \cdot (1 - 0,019 \cdot \tan 52,63) + 48\,000N \cdot (1 + 0,034 \cdot \tan 52,63)}{1 + 2,023 \cdot \tan 52,63}$$

$$= \frac{40\,000N \cdot 0,975 + 48\,000N \cdot 1,044}{3,649} = \frac{89\,112N}{3,649} = 24\,421N \quad (5.51)$$

Па се коначно може израчунати сила  $D$  преко  $V$ :

$$D = \frac{V}{\sin \alpha}, \quad V = 0,5 \cdot (G + Q_x - S)$$

$$D = \frac{0,5 \cdot (40\,000 + 48\,000N - 24\,421N)}{\sin 52,63} = \frac{31\,789N}{0,795} = 39\,986N = 39,986kN \quad (5.52)$$

## 6. Закључак

На основу наведеног у раду може се закључити да се за транспорт расутих материјала користе уређаји који образују облик посуде како би се омогућио транспорт ових материјала без просипања. У ове уређаје спадају кофе и грабилице. Кофе се ређе користе него грабилице јер је за њихово пуњење материјалом потребан додатни уређај, али је њихова констукција једноставнија. Предност грабилица је то што цео процес транспорта расутих материјала, од захватања до истоварања, могу самостално обавити без помоћних уређаја. Грабилице су одлично решење када су у питању расути материјали и због тога што се могу користити у комбинацији са већином дизаличних машина па чак и са мобилним возилима.

Код избора грабилица битне су особине материјала као што су величина и облик честице или комада, стање материјала, радни услови и транспортни капацитет који се треба остварити. Грабилице без ужади као што су хидрауличке грабилице се најчешће употребљавају на мањим објектима обично су то мобилна возила. У сличне сврхе се употребљавају и пнеуматске грабилице које раде на сичном принципу као хидрауличке. Грабилице са једним ужетом се користе у разне сврхе као што су прекрцавање житарица или транспотр расутих материјала у грађевинарству. Најзаступљенији вид грабилица су грабилице са два ужета које се обично користе за претовар бродова, вагона итд. Поред грабилица за расуте материјале постоје и специјалне врсте грабилица као што су полип и грабилице за округлу грађу које се користе за комадне материјале.

## Литература

- [1] [http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/8517/mod\\_resource/content/0/klasifikacija\\_robe\\_i\\_karakteristike\\_rautih\\_materijala.pdf](http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/8517/mod_resource/content/0/klasifikacija_robe_i_karakteristike_rautih_materijala.pdf), приступљено 11.09.2015.
- [2] [http://www.dredgingengineering.com/Dredging/media/LectureNotes/Miedema/2008\\_WEDA/Clamshell\\_weda2.htm](http://www.dredgingengineering.com/Dredging/media/LectureNotes/Miedema/2008_WEDA/Clamshell_weda2.htm), приступљено 04.09.2015.
- [3] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [4] [http://www.frankhggillco.com/Phillips\\_AutoDump\\_Buckets.html](http://www.frankhggillco.com/Phillips_AutoDump_Buckets.html), приступљено 19.09.2015.
- [5] [http://www.concreteconstruction.net/Images/Buckets,%20Cranes,%20Carts%20and%20Wheelbarrows\\_tcm45-340333.pdf](http://www.concreteconstruction.net/Images/Buckets,%20Cranes,%20Carts%20and%20Wheelbarrows_tcm45-340333.pdf), приступљено 20.09.2015.
- [6] <http://www.handlingequipment.co.nz/concrete-buckets/>, приступљено 17.09.2015.
- [7] [http://i.ytimg.com/vi/4IwtFL\\_1SHM/maxresdefault.jpg](http://i.ytimg.com/vi/4IwtFL_1SHM/maxresdefault.jpg), приступљено 17.09.2015.
- [8] <http://jcrane.net/accessories/concrete-buckets/>, приступљено 18.09.2015.
- [9] Милосав С. Георгијевић, Средства и уређаји за преношење терета, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1998.
- [10] Владић Јован, Основи транспортних машина – Машине и уређаји непрекидног транспорта (скрипта), Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010
- [11] <http://www.sennebogen.com/en/products/material-handler/sennebogen-723/mobile-hd-41.html>, приступљено 12.09.2015.
- [12] <http://www.ldhplant.co.uk/sales/ardenequipment/default.htm>, приступљено 07.09.2015.
- [13] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.