

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: 141/2015

Христина З. Стојадиновић

Кочнице у механизмима мосних дизалица

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Ненад Милорадовић, ванр. проф.

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Наведе улогу и област примене кочнице као важних уређаја у погонским механизмима дизалица.
- Опише врсте кочница које се користе при транспорту терета мосним дизалицама.
- Прикаже метод прорачуна и принцип избора кочнице код механизма за дизање терета
- Прикаже метод прорачуна и принцип избора кочнице код механизма за кретање колица и моста дизалице.
- За изабрани механизам и усвојени тип кочнице прикаже принцип прорачуна елемената кочнице 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] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Дизалице основе, Градина, Ниш, 1994.
- [4] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [5] Д. Шаљић, Транспортни уређаји - упутство за израду пројекта и збирка решених задатака, Машински факултет, Крагујевац, 1978.
- [6] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.
- [7] W. C. Orthwein Clutches and Brakes Design and Selection, Marcel Dekker, Inc., New York, 2004.

Крагујевац, септембар 2018. године

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, ванр. проф.

Резиме

У оквиру овог рада дат је кратак осврт на дизалице, њихову примену и класификацију. Детаљно су описане кочнице које се користе у механизмима мосних дизалица, начин њихове монтаже као и избор одговарајуће кочнице за неки дизалични механизам. За изабрану кочницу урађен је детаљан прорачун.

Кључне речи: мосна дизалица, кочница.

Summary

The aim of this final paper is to give a brief overview of the cranes, their application and classification. The brakes used in the mechanisms of the cranes, the manner of their assembly and the selection of the brakes for some of the crane's mechanisms are described in detail. For a specific brake, a detailed calculation has been made.

Keywords: overhead crane, brake.

Садржај:

1. Увод.....	1
2. Дизалице	3
2.1 Мосне дизалице.....	5
3. Кочнице.....	7
3.1 Класификација кочница на основу принципа рада	8
3.2 Класификација кочних механизма	11
3.3 Избор и монтажа кочница	12
4. Кочнице код мосних дизалица	16
4.1 Кочнице са папучама	16
4.2 Кочнице са траком	18
4.3 Кочнице са диском.....	21
4.4 Конусне кочнице	23
4.5 Кочнице са ламелама	27
4.6 Сигурносне кочнице	27
5. Прорачун кочнице са две папуче	29
6. Фрикциони парови.....	33
7. Закључак	35
Литература.....	36

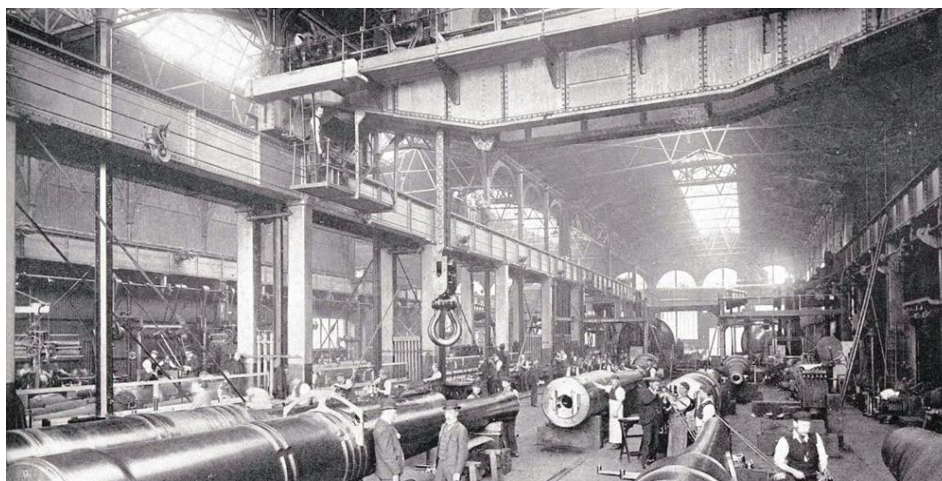
1. Увод

У релативно кратком временском периоду човечанство је од примитивних грађевинских помагала дошло до невероватне техничке развијености која му је олакшала и унапредила обављање многобројних послова. Без машина и опреме ниједна област савременог инжењерства не би могла да функционише.

Човек је свој опстанак у природи, прилагођавање животне средине сопственим потребама, као и напредак морао олакшати различитим техничким решењима. Дизалично-транспортна средства су позната човеку из далеке прошлости.

Развитком помагала за дизање терета, било је потребно и развити механизам за заустављање тог терета на жељеној висини и жељеном месту, такође било је неопходно коришћења тих уређаја због безбедности при раду. Из те потребе кренуо је развитак неких врста кочница.

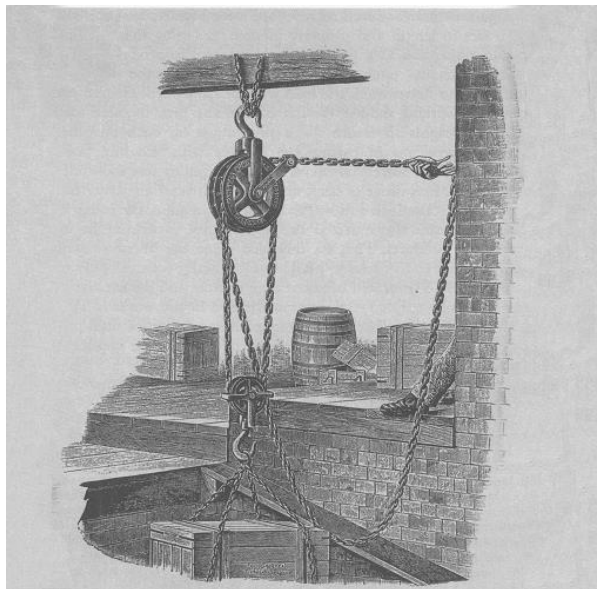
Године 1876. *Sampson Moore* у Енглеској је дизајнирао и испоручио први електрични кровни кран, који се користио за подизање оружја у Краљевском Арсеналу у Вулвичу у Лондону као један од најранијих дизалица на тржишту САД-а. Овај кран је био у употреби све до 1980. године, а сада је у музеју у Бирмингхаму, Алабама [1]. Током година важне иновације, попут Вестонове кочнице за оптерећење (која је сада ретка) и жичаре (која је и даље популарна), дошла су и нестала. Оригинална дизалица садржи компоненте спојене заједно у ономе што се сада зове подизна дизалица. Ове дизалице се користе за тешке примене као што је руковање челичним деловима великих маса и за кориснике који желе дуг живот и бољу издржљивост. Такође обезбеђују лакше одржавање. На слици 1.1 је приказана та мосна дизалица.



Слика 1.1 Прва електрична мосна дизалица, Енглеска, 1876. година [1].

Вестонова кочница појавила се 1840. године. Вестон кочницу изумео је *Thomas Weston* крајем 1800-их, још увек је основни елемент скоро свих покретних ручица (и многих електричних дизалица). Вестон систем је радио са дисковима трења који су функционисали као кочнице за осовину за утовар. Систем је имао више делова, што је

омогућило корисницима дизалице да одржавају контролу над оптерећењем у сваком тренутку. Ако постоји неуспех између односа са трењем, то неће утицати на контролу оператера. Овај систем је првобитни елемент свих покретних дизалица са ручним погоном, као и електричних дизалица. На слици 1.2, приказана је дизалица са *Weston Load* системом кочења [1].



Слика 1.2 *Thomas Weston* дизалица [1]

Дизалице које су се користиле углавном за вертикални транспорт терета биле су састављене из различитих механизма. Истицали су се главни елементи који се и данас користе као што су: кочнице, витла, елементи за качење терета, ужад, добоши, катураче. Сви наведени уређаји су се временом усавршавали и развијали и данас је стандардима прописан поступак за њихов избор и прорачун.

2. Дизалице

Дизалице представљају једну од најбитнијих машина у инжењерству и представљају средства која служе за транспорт терета у оквиру свог радног простора. Намењене су за дизање терета, спуштање терета и врше транспорт у хоризонталној и вертикалној равни. Оне данас постоје у многобројним варијантама и свака од њих је прилагођена за специфичне радне услове.

Понекад габарити носећих конструкција варирају у распону од најмањих конзолних дизалица које се користе у радионицама, до највиших, тешких, порталних дизалица које се користе за подизање великог терета, у фабрикама, грађевни и мостogradњи. Радне дизалице могу имати погонски електромотор, а дизалицом се може управљати преко прекидача који се налазе у кабини (ако је у питању тешка дизалица) или су прекидачи екстерно изведени па се може управљати и са земље. Дизалице са електричним погоном се по правилу крећу по шинама, док дизалице са погоном преко СУС мотора имају носећи рам и погонски систем сличан друмском возилу.

Велико поље примене и различити услови рада условили су више врста дизалица. Према конструктивном облику дизалице се могу класификовати у више група [2]:

- конзолне дизалице,
- грађевинске дизалице,
- мосне дизалице,
- рамне дизалице,
- порталне дизалице,
- полупорталне дизалице,
- аутодизалице и тако даље.

Са аспекта реализације логистичких процеса најзначајније су мосне, рамне и порталне дизалице. Ради бољег разумевања теме рада, направљен је кратак осврт на врсте дизалица са фокусом на мосне дизалице.

Конзолне дизалице су највећу примену пронашле у производним погонима за подизање терета велике масе. Најчешће се налазе унутар хала и њихов положај је такав да обезбеђује везу између материјала, полуфабриката и делова са радним столовима машина. Могу бити стубне или зидне, са ручним или електромоторним погоном. На слици 2.1. приказана је конзолна дизалица у свом радном окружењу.

Грађевинске дизалице се користе за подизање терета на терену, на којем се врши изградња. Обично се једна грађевинска дизалица поставља између два градилишта, која су у непосредној близини, како би снабдевала материјалом оба градилишта уз само једну монтажу. Њена конструкција је решеткаста, а за погон се најчешће користи електромотор. Може имати своју кабину, а такође се може маневрисати и са земље. На слици 2.2 приказана је грађевинска дизалица на градилишту.



Слика 2.1 Конзолна дизалица [3]



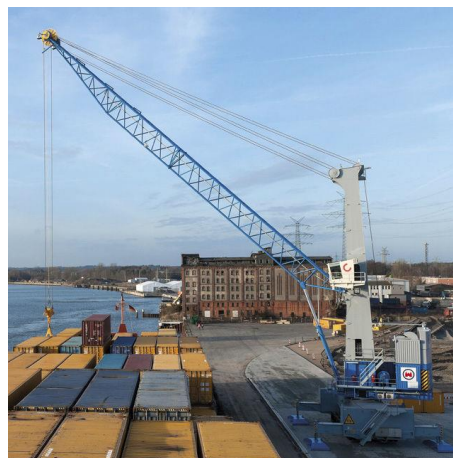
Слика 2.2 Грађевинска дизалица [4]

Рамна дизалица је првенствено намењена за реализацију различитих претоварних задатака са комадном и расутом робом на отвореном простору. Суштинска разлика између мосне и рамне дизалице је у томе што је шинска стаза за кретање, спуштена у ниво оперативне површине, а конструкција која носи главне носаче дизалице на шинску стазу ослања се преко четири ноге. Распон рамних дизалица се креће од 12 до 50 метара. Са развојем контејнерског транспорта рамна дизалица је нашла широку примену и у контејнерским терминалима [2]. На слици 2.3 приказана је рамна дизалица на контејнерском терминалу.

Порталне лучке дизалице су један од најстаријих конструктивних облика дизаличних постројења. Оне се састоје од просторног крутог рама (портала) и обртне надградње са покретном стрелом, слика 2.4. Портал се изводи са три или четири ослоња. Код лаких дизалица статички одређених портал је обично са три ослоња, док се код малих распона стрела (6 m) и велике носивости портали граде са четири ослоња. Овај облик дизалице се показао као веома погодан за претовар комадне и расуте робе у речним и поморским лукама [2].



Слика 2.3 Рамна дизалица [5]



Слика 2.4 Лучка дизалица [6]

2.1 Мосне дизалице

Мосна дизалица спада у веома заступљену врсту дизалице. Има облик моста и креће се по шинама изнад оперативне површине. Користи се за транспорт терета у производним халама, радионицама, ваљаоницама и слично.

Мосне дизалице имају 3 главне врсте кретања:

- дизање или спуштање терета,
- кретање колица и
- кретање моста.

Мосна дизалица се састоји од једне или две греде са два главна носача, моста и колица на којима је смештен механизам за дизање терета. Носивост може да варира у опсегу од 2.5 до 5000 kN, а распон од неколико метара до неколико десетина метара (50 m). На носачу се налазе шине по којима се креће дизалица. Главни носачи могу бити лимене или решеткасте конструкције. Елементи за дизање терета могу бити кука, електромагнет, грабилица итд. Брзина моста може бити до 30 m/min. Код лаких дизалица, мост се ослања на четири точка, по два са сваке стране, а код тежих дизалица број точкова је знатно већи [2]. Точкови се крећу по шинама, а спадање са њих спречавају ободи. На главним носачима су постављене шине по којима се крећу колица чије кретање омогућава електромотор. Колица могу бити лежећа и висећа. У главне елементе мосне дизалице поред моста и колица, убрајају се погонски и управљачки систем.

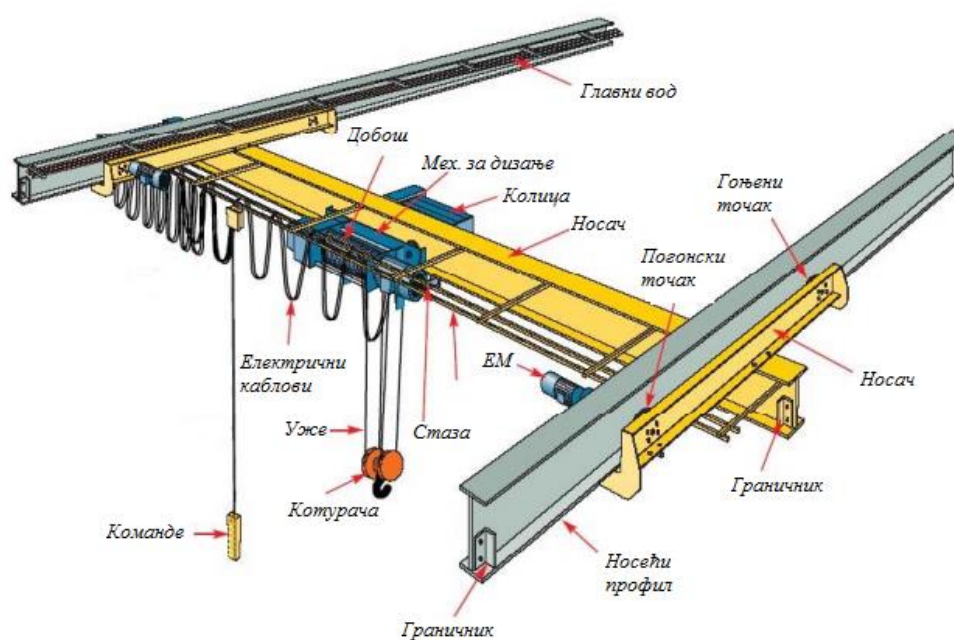
Погонски механизам за покретање колица, састоји се од [7]:

- електромотора,
- еластичне спојнице са кочницом,
- редуктора,
- преносног вратила,
- погонских и слободних точкова.

Погон може бити централни или одвојен. Између електромотора и редуктора је постављена спојница која се уједно користи и као кочница. Електромотор покреће добош на који се намотава уже које подиже терет. Добош има ослонце са сваке стране у лежајима који му обезбеђују обртање око своје осе. Управљање мосном дизалицом може се остварити са земље, из кабине или може бити аутоматско. На слици 2.5 налази се мосна дизалица намењена за производни погон у хали.



Слика 2.5 Мосна дизалица [8]



Слика 2.6 Основни елементи мосне дизалице [7]

Од свих елемената мосних дизалица, због своје поузданости и безбедности при раду, један од најбитнијих склопова представљају кочнице. О кочницама ће бити разматрано у следећем поглављу.

3. Кочнице

Код транспортних машина један од најодговорнијих склопова чине кочнице. Дизаличне машине су опремљене уређајима за кочење поузданог дејства којима се обезбеђује да се механизму за подизање оствари заустављање терета, посредством силе трења, и његово задржавање на жељеној висини, а када је у питању механизам за кретање, циљ је заустављање терета на одређеном месту.

Пораст производње и производних капацитета, довели су до потребе повећања брзине кретања као и масе терета који се преноси и зауставља, што је допринело стварању потреба за уградњом кочних уређаја на дизалицама. Кочнице обезбеђују безбедан рад ових машина такође и знатно утичу и на њихов капацитет.

За повећање капацитета механизма потребно је скратити период кочења. Међутим, рад при максималном успорењу није увек дозвољен, јер приликом интензивних кочења погонских елемената, настају силе кочења које знатно превазилазе допуштена статичка преоптерећења, због чега се при оштром кочењу, нарушава чврстоћа спојева, и тако се хабају спојнице, лежаји, зупчаници и точкови. Код дизалично-транспортних машина које раде са повећаним успорењем, може наступити проклизавање точкова механизма за кретање дизалице, што може довести до просипања растопљених метала који се транспортују, до љуљања терета и других нежељених појава које треба узети у обзир приликом одређивања величине момента кочења [9]. На слици 3.1. Приказана је кочница са две папуче у свом радном окружењу.



Слика 3.1 Кочница у радном окружењу [10]

3.1 Класификација кочница на основу принципа рада

Кочнице су неизоставни елемент сваког система који се креће. За безбедан и ефикасан рад неког механизма, поред уређаја за покретање мора да постоји и уређај за заустављање. Током развоја кочница, у зависности од радних услова, у масовну примену су ушле следеће врсте кочница:

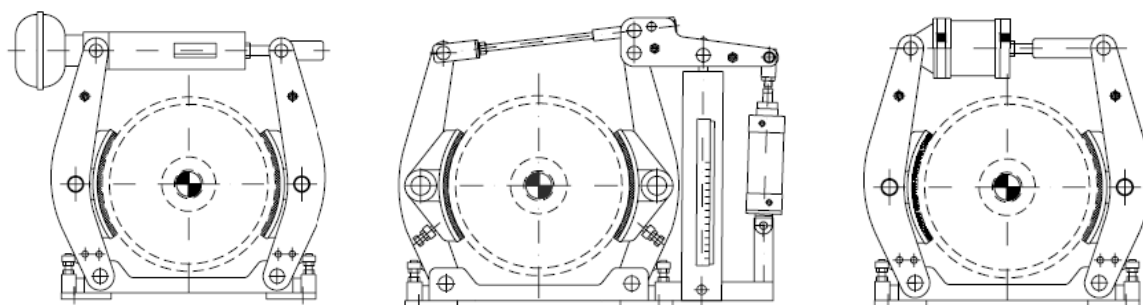
- механичке кочнице,
- пнеуматске кочнице,
- хидрауличне кочнице ,
- електрохидрауличке кочнице,
- електромагнетне кочнице.

Механичке кочнице:

Што се тиче механичких кочница, то је први систем кочења који се користио од самог почетка употребе кочница. Ради по једноставном принципу механичке полуге преко које се делује силом на неку површину која се креће. При њеном раду није присутан никакав флуид већ само полуга и кочиона површина. Овај систем се и данас користи за заустављање и успоравање, јер је поред једноставности конструкције и принципа рада, веома сигуран.

Пнеуматске кочнице:

Код пнеуматских кочница радни флуид је ваздух. Користе се код кранова и дизалица код којих је управљачки систем пнеуматски или је главни кочиони систем дизалице пнеуматски. Систем кочења се снабдева притиском ваздуха из боца под притиском. Притискањем папуче покреће се пнеуматски вентил који пропушта ваздух до сваке кочнице у истом тренутку, од дубине притиска полуге зависи сила кочења, односно, притисак у кочионим цилиндрима [11]. На слици 3.2 приказани су концепти извођења кочница са две папуче са пнеуматским подизачима.



Слика 3.2 Извођење пнеуматских кочница [12]

Како је ваздух променљивог састава, садржаја воде и слично, у систему кочења постоје вентили који одводе капљице воде из система и спречавају унутрашњу корозију. Такође степен сигурности постоји и код боца под притиском, а то су вентили на којима опруге задржавају ваздух до одређеног притиска, ако се тај притисак прекорачи, аутоматски опруга попушта и ваздух излази напоље. Овакав систем је компликованији, али је исто тако врло функционалан за кочнице.

Најпознатија је ваздушна кочница *Добривоја Божиха* (1885-1967) машинског инжењера са ових простора чија је кочница ушла, и задржала се на железничким вагонима широм света.

Хидрауличне кочнице:

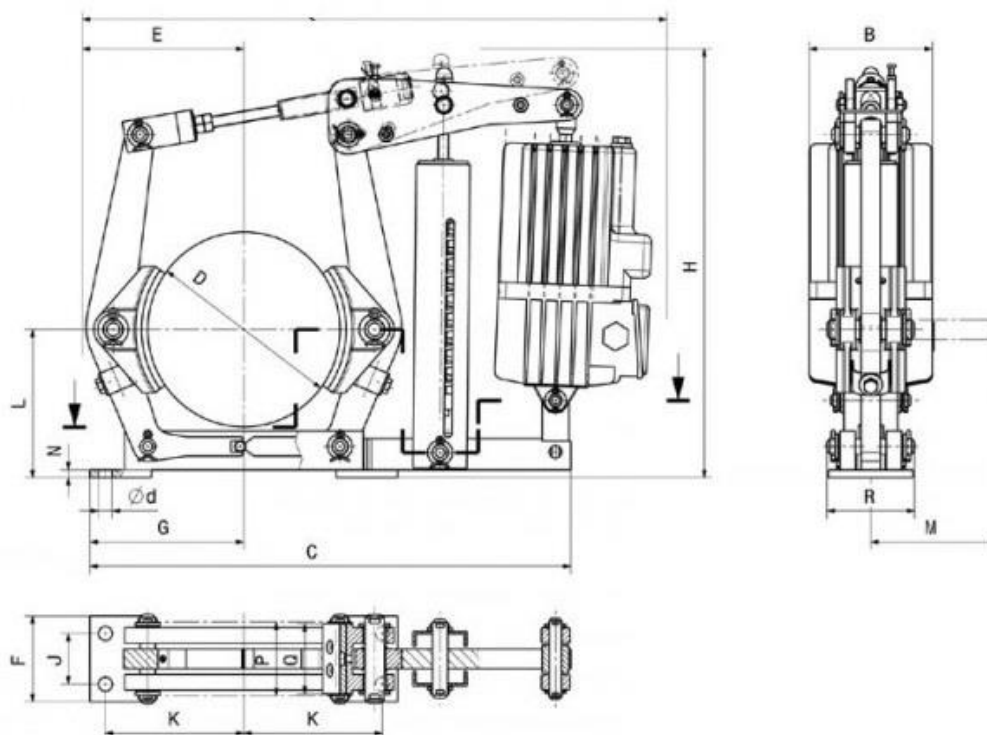
Основни елемент хидрауличних кочница је хидраулични цилиндар. Радни флуид ових кочница је кочионо уље велике вискозности. Користи се како у грађевини тако и у машинској индустрији. Принцип рада је веома сличан као код пнеуматских кочница, различит кочиони притисак се регулише папучом или полугом. Примењује се код добош кочница, диск кочница и кочница са траком. Од тога је највећу примену нашао код диск кочница као кочница за помоћно кретање, а не за дизање терета.

Овакав систем је херметички затворен и може да ради у врло тешким радним условима где су прашина, високе и ниске температуре [13].

Електрохидрауличке кочнице:

Кочница са електрохидрауличким подизачем чини јединствену целину која се комплетно уграђује на дизалицу и приказана је на слици 3.3 [13]. Саставни делови подизача су:

- кућиште са цилиндром,
- погонски трофазни асинхрони електромотор,
- центрифугална пумпа и
- преноси механизам.

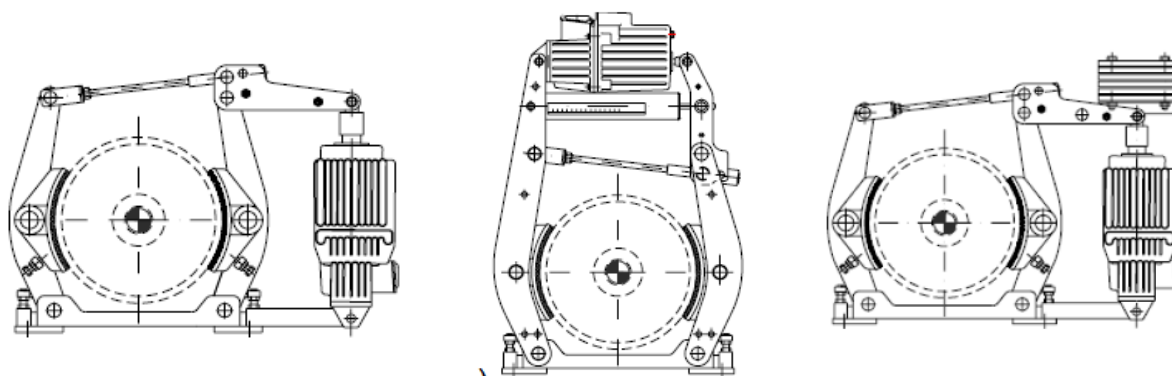


Слика 3.3 Склопни цртеж електрохидрауличне кочнице [14]

При упуштању електромотора погонског механизма у рад, активира се подизач, односно укључује се у рад електромотор и пумпа подизача. Створени притисак

потискује клип, клипњачу и делује на полуге кочнице, чиме се папуче одмичу од кочионог добоша. При заустављању кретања механизма, када се искључи електромотор, аутоматски се искључује и подизач. Снага кочења којом се враћа клип у почетни положај, док папуче не притисну кочиони добош, постиже се помоћу повратних опруга, чиме се избегавају ударна оптерећења на почетку и крају кочења.

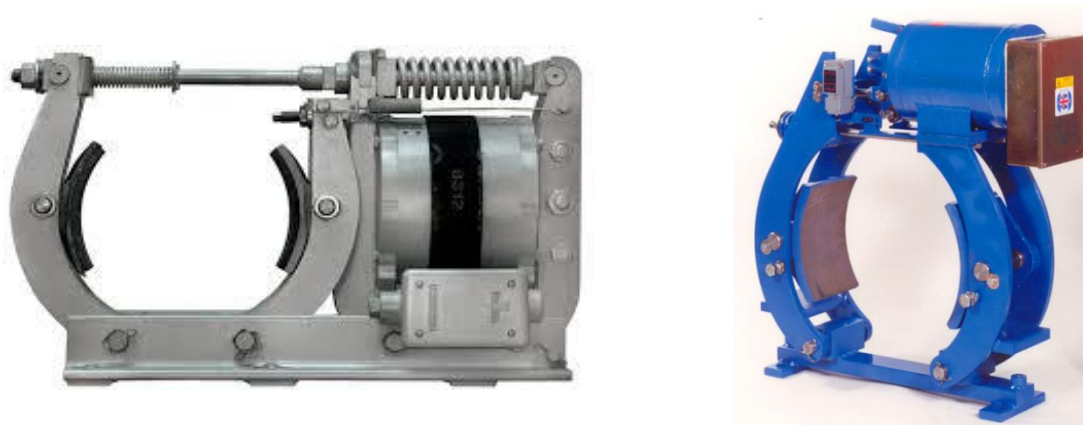
Меродавна величина за избор хидрауличког подизача је кочиона сила коју треба да оствари повратна опруга уграђена у подизач. Начини конструктивног извођења електрохидрауличких кочница приказани су на слици 3.4.



Слика 3.4 Извођење електрохидрауличких кочница са две папуче [12]

Електромагнетне кочнице:

Овакав тип кочница има широку примену, како код мосних дизалица тако и код електромотора сталих радних машина које захтевају брзо заустављање ротације. Ради на принципу активирања и гашења магнетног поља, тј. пропуштање струје кроз коло активирањем преко ручице. У мировању, кочница није под напоном. Састоји се од потисне опруге која потискује потисну плочу на кочни диск са фрикционим облогама, чиме се ротор блокира. У тренутку активирања, калем добија напон и електромагнет привуче потисну плочу савлађујући силу потисних опруга, кочни диск са фрикционим облогама који је аксијално покретан, ослобађа се кочне силе и ротор почиње да се окреће. Када је кочница под напоном, ротор се слободно окреће [13]. Електромагнетна кочница се монтира на излазно вратило електромотора. Има велики значај јер нема фрикционих елемената и површина које су у међусобном контакту тако да је њихово одржавање минимално. Веома су безбедне и ефикасне. Овакав тип кочнице је приказан на слици 3.5.



Слика 3.5 Извођење електромагнетних кочница [15]

3.2 Класификација кочних механизма

Према намени кочнице се могу поделити на:

- кочнице за спуштање,
- кочнице за кретање и
- кочнице за заустављање.

Кочнице за **спуштање** регулишу брзину спуштања терета и примају потенцијалну енергију терета који се спушта. Кочнице за **кретање** примају кинетичку енергију дизалице која се транслаторно креће и прекидају наставак кретања. Кочнице за **заустављање** служе да након престанка спуштања терета зауставе терет на одређеној висини.

Према трансформацији енергије кретања, кочнице се деле на:

- електричне кочнице и
- механике кочнице.

Електричне кочнице претварају енергију кретања у електричну енергију, док **механичке кочнице** енергију кретања трансформишу у топлотну енергију.

Према конструкцији радних елемената, могу бити:

- кочнице са папучама,
- кочнице са траком,
- кочнице са диском и
- конусне кочнице.

Према начину деловања:

- аутоматске
- кочнице које активира дизаличар.

Аутоматске кочнице су кочнице које се активирају тежином терета који се премешта, активирају се независно од воље дизаличара, такође искључују мотор механизма на коме је уграђена кочница. Могу бити са електромагнетним или електрохидрауличким погоном. **Кочнице које активира дизаличар** се могу укључити и искључити тако што се делује на уређај за управљање и кочница се активира независно од механизма.

Према смеру деловања могу бити:

- управљачка кочница
- кочница за спуштање терета и регулатори брзине

Управљачка кочница зауставља механизам на крају кретања, док **кочница за спуштање терета и регулатори брзине** ограничавају брзину кретања у одређеним границама.

Према начину деловања силом управљања:

- кочнице нормално затворене,
- кочнице нормално отворене и
- кочнице комбинованог дејства.

Кочнице нормално затворене су кочнице чије се укључивање остварује константни дејством спољашње силе (силом опруге, тежином специјалног терета за укључивање кочнице), а искључивање се врши тако што се искључи погонски механизам. **Кочнице нормално отворене** су кочнице код којих се отварање, односно искључивање остварује константном силом која делује споља, док се укључивање врши силом за управљање радом кочнице. **Кочнице комбинованог дејства** у нормални условима раде као кочнице нормално отворене, док у хаваријским условима раде као нормално затворене [9].

Класификација кочница према начину остваривања силе активирања:

- кочнице са радијалним притиском (кочнице са папучама и кочнице са тракама),
- кочнице са аксијалним притиском (диск кочнице и конусне кочнице).

3.3 Избор и монтажа кочница

При избору кочнице, потребно је размотрити неколико фактора као што су момент кочења, време заустављања или брзина успоравања, монтажа кочнице, као и врста окружења у којем ће кочница радити.

Електро шеме неких савремених механизма за дизање омогућавају значајно смањење брзине дизања у тренутку активирања кочнице. У том случају, механичка кочница остаје јединствено средство за заустављање механизма при прекиду довода електричне енергије. Прорачун кочница оваквих механизма дизалица, потребно је урадити према величини укупног момента кочења и при томе се не сме узети у обзир могућност смањења момента кочења на рачун искоришћења електричних кочница [9]. Приликом одређивања момента кочења, морају бити познати:

- врста рада који обавља механизам,
- режим рада механизма,
- конструктивни и прорачунски подаци: маса терета који треба пренети, маса одговарајућих елемената, моменти инерције елемената механизма, брзина кретања, преносни однос и степен искоришћења,
- место уградње кочнице у кинематској шеми механизма (у зависности од изабраног места уградње, величина момента кочења је различита, мења се у зависности од преносног односа преносника, од радног уређаја добоша, точкова за премештање дизалице, до кочнице),
- момент увијања M_t који делује на вратило кочнице приликом кочења, а који се одређује тако што се узимају у обзир губици у елементима механизма од радног уређаја, до вратила кочнице,
- број обртаја вратила кочнице.

Уколико се користе кочнице за регулисање брзине (кочнице са траком), потребно је знати и смер убрзања кочионог добоша приликом кочења.

Уместо уградње добоша кочнице, обично се препоручује брзоходно вратило механизма, односно улазно вратило у редуктор, на коме делује најмањи момент увијања, кочница развија мали момент кочења и тако има најмање габаритне мере и најмању силу кочења. У том случају се као добош кочнице може користити једна од половина спојнице која повезује мотор са редуктором. Ако се на механизму примени спојница са уређајем за пригушење (гуменим прстеновима, вијцима, опругама), тада се за кочиони добош може искористити само половина спојнице која се налази на вратилу редуктора. На слици 3.2, приказан је пример монтаже кочнице на излазном вратилу електромотора.



Слика 3.6 Пример монтаже кочнице [16]

Кочнице се постављају на вратилу електромотора, јер је на том месту најмањи обртни момент. Због сигурности при раду, за кочиони добош се користи онај обод еластичне спојнице који се налази до редуктора. Кочиони момент кочнице [17]:

$$M_K = M'_{st(K)} = k \frac{Q D \eta}{2 i_k i_r} \quad (3.1)$$

где су:

k – степен сигурности, којим се узима у обзир утицај занемарених инерцијалних сила и који треба узети из табеле 3.1 [17].

$M'_{st(K)}$ – момент статичких отпора редукован на вратило електромотора, рачунат за случај кочења.

Табела 3.1 Вредност степена сигурности кочнице у зависности од погонске класе [17].

Погонска класа	1	2	3	4
Степен сигурности	1.5	1.75	2.0	2.5

Потребна кочиона сила је:

$$F_{K0} = \frac{M_K}{\mu_K D_K} \cdot \frac{n l}{m H} \quad (3.2)$$

где су:

M_K – кочиони момент

D_K – пречник кочионог добоша

μ_K - коефицијент трења облоге папуче о кочни добош који зависи од врсте одабраног фрикционог материјала за облогу папуче

Ако је опруга заједно са откочним магнетом постављена на месту дејства силе F_{KO} , тада ће стварна сила у опрузи бити :

$$F_K = F_{OPR} = \frac{F_{KO}}{\eta_K} - G_{KT} \quad (3.3)$$

где су:

η_K - степен искоришћења кочног механизма ($\eta_K = 0,90 \text{ \% } 0,95$),

G_{KT} - тежина калема откочног магнета.

Код кочница код којих се користи сила тега, тежина тега се може добити преко обрасца:

$$F_K = G_T = F_{KO} \frac{m}{l_O \eta_K} - G_{KT} \frac{e}{l_O} \quad (3.4)$$

Откочни електромагнет се бира на основу рада који треба да изврши при откочивању (сабијањем опруге или подизање тега):

$$A = F_K \cdot h \quad (3.5)$$

где су:

h - ход тега или сабијање опруге и износи $h=2,2 \frac{\lambda}{i}$, где је зазор између папуче и кочионог добоша у откоченом положају, док је i преносни број кочионог полужног механизма.

Електромотор треба да изврши рад A и да има ход h за око 30-40 % већи од напред израчунатог. Вучна сила мора да буде $F_e=F_{opr}$ (кочница са опругом), односно $F_e=G_t \cdot l_o/t$ (кочница са тегом). Поред до сада наведеног кочница се проверава и на загревање. Механизми кочења се примењују према параметрима који су добијени прорачуном. У табели 3.2 и 3.3 су дате различите врсте кочница за различите параметре кочења.

Табела 3.2 Параметри за избор кочнице са две папуче [17].

D mm	Mk Nm	b mm	b ₁ mm	b ₂ mm	h mm	a ₁ mm	a ₂ mm	d ₂ mm	λ mm	$\underline{h}$	$\underline{l}$	$\underline{m}$	$\underline{n}$
160	80	60	55	55	130	115	120	14	0,75	200	100	190	55
200	160	75	70	55	160	140	145	14	1	240	120	195	65
250	320	95	90	65	190	170	180	18	1,25	280	140	200	75
315	630	118	110	80	230	212	220	18	1,25	360	180	240	85
400	1250	150	140	100	280	260	270	22	1,6	400	200	300	90
500	2500	190	180	130	340	320	325	22	1,6	500	250	360	95

630	5000	236	225	170	420	390	400	27	2	630	315	450	100
710	7100	265	255	190	470	440	450	27	2	710	355	500	100

Табела 3.3 Параметри за откочне електромагнете [17]

Ознака	Највећи рад [J]	Ход [cm]	Вучна сила [N]	Тежина калема [N]
КТМ-100	1,6	2	80	20
КТМ-101	4,0	4	100	28
КТМ-102	10	5	200	45
КТМ-103	17,5	5	350	97
КТМ-104	35	5	700	198
КТМ-6	69	6	1150	330
КТМ-7	112	8	1400	420

Све кочнице, независно од конструкције, морају да испуне одређене задатке:

- морају да остваре довољан момент кочења према задатим условима рада,
- морају се брзо затварати и отварати,
- морају имати довољну чврстоћу и трајност елемената у односу на конструкцију кочнице у целини,
- конструкција мора бити једноставна,
- ниска цена,
- могућност обављања визуелне контроле, регулације и замене похабаних и оштећених елемената, као и стабилно подешавање,
- потребно је обезбедити поуздан рад кочионог уређаја уз минимално хабање радних елемената,
- потребно је да кочница буде минималне масе и габаритних мера,
- температура на површини трења у процесу рада не сме прећи граничну температуру

4. Кочнице код мосних дизалица

Кочнице су обавезан и веома битан елемент свих дизалица, па тако и мосне дизалице. Када се мосном дизалицом преноси опасан терет, та дизалица мора имати две независне кочнице. Кочнице механизма за дизање морају имати коефицијент сигурности кочења најмање 2, а остале кочнице до 1.5 [9]. Као што је наведено у поглављу 3.3, кочнице код мосних дизалица се могу сврстати у неколико подела.

По намени, кочнице које се користе на мосним дизалицама могу се поделити на:

- кочнице за спуштање,
- кочнице за кретање и
- кочнице за заустављање.

Према врсти погона, могу се поделити на:

- Аутоматске кочнице и
- Кочнице са управљањем.

Аутоматске кочнице представљају уређај за кочење који аутоматски кочи у тренутку прекида погонске енергије на механизму за кочење или престанка силе за дизање терета.

Под кочницама за управљање, подразумева се уређај за кочење којим се остварује кочење ручним или ножним деловањем на механизам полуге ручне, пнеуматске или хидрауличне кочнице [9].

Према конструкцији кочнице мосних дизалица се могу поделити на кочнице:

- кочнице са папучама,
- кочнице са траком,
- кочнице са диском,
- кочнице са конусом и
- кочнице са ламелама.

4.1 Кочнице са папучама

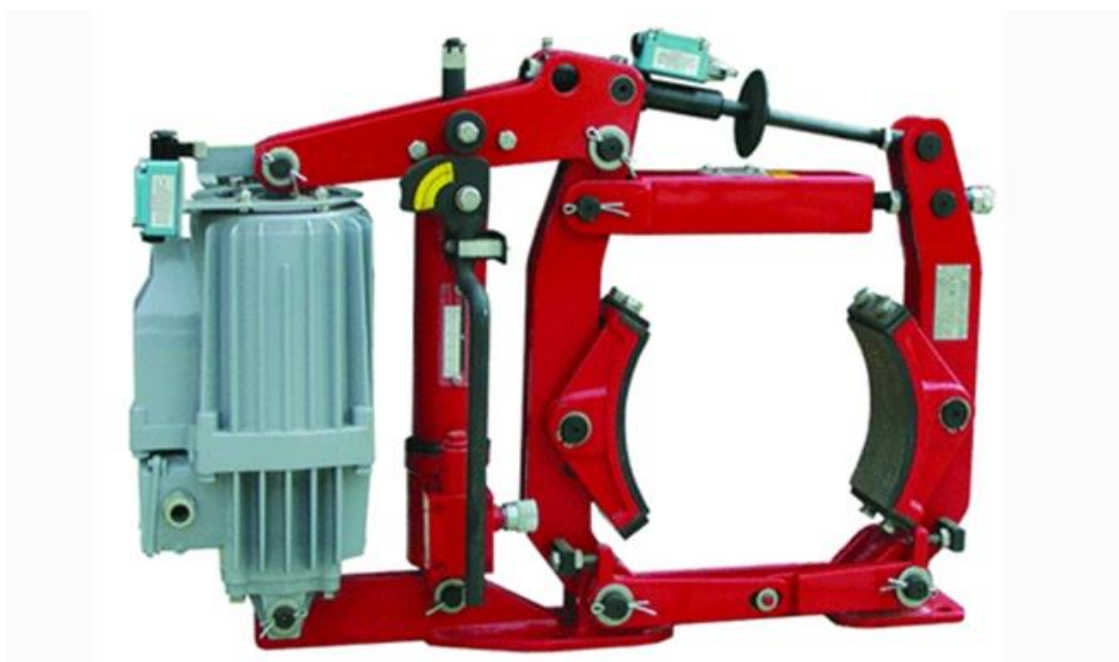
Код кочница са папучама, кочење се остварује трењем између обртног дела кочнице и папуче. Примењује се код механизма да дизање и кретање код дизалица. Спадају у кочнице са радијалним притиском. Могу бити са унутрашњим и са спољашњим папучама. Са унутрашњим папучама најчешће се користе код моторних возила, док се кочнице са спољашњим папучама користе код дизаличних уређаја.

Постоје две врсте кочница са папучама:

- кочнице са једном папучом
- кочнице са две папуче.

Због једностраног притиска кочнице са једном папучом на вратило кочног добоша, вратило кочног добоша се преоптерети на савијање и зато се код дизаличних машина са моторним погоном, искључиво примењују кочнице са две папуче [18].

Кочнице са две папуче састоје се од две папуче које се полугама притежу уз површину кочног добоша. Притезање папуче уз кочни добош се остварује силом која се преко полуга преноси до папуча. Услед силе која делује на врх полуге, између папуче и кочног добоша, јавља се сила трења посредством које се онемогућава даље кретање [19]. На слици 4.1, приказана је кочница са две папуче.



Слика 4.1 Кочница са две папуче [20]

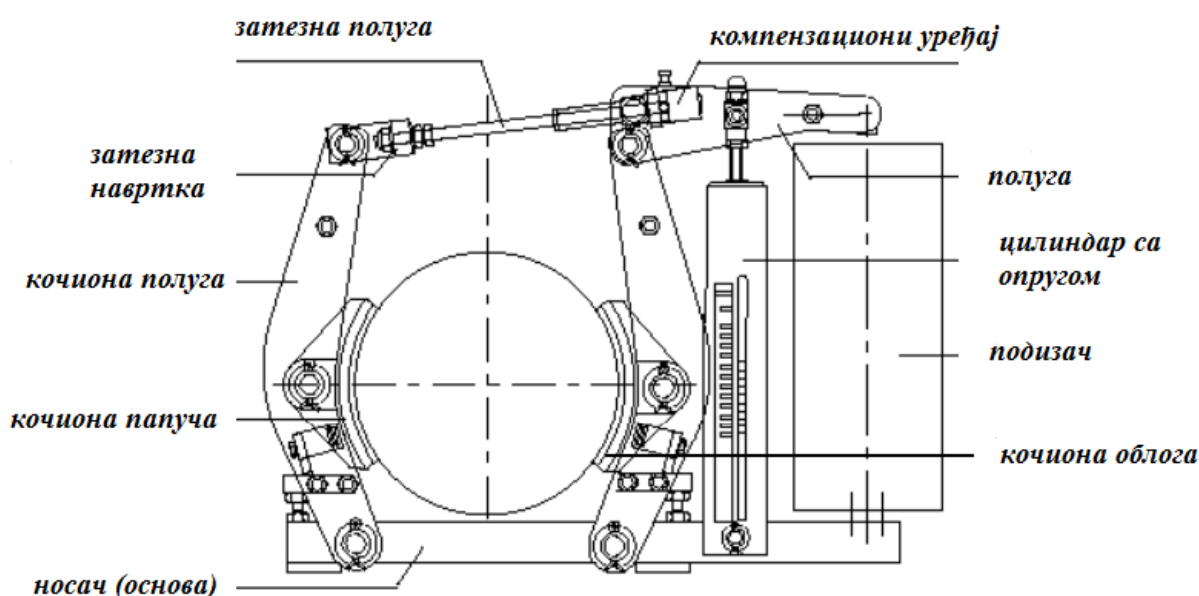
Постоји неколико различитих типова двопапучних кочница које се разликују у полужном систему и типу откочног уређаја. Најчешће се код мосних дизалица користе двопапучне кочнице са електро-хидрауличним подизачем.

Кочница заједно са хидруличним подизачем чини целину која се заједно уграђује на дизалицу.

Саставни делови подизача су [11]:

- кућиште са цилиндром испуњеним уљем,
- погонски трофазни асинхрони електромотор,
- ротодинамичка (центрифугална) пумпа,
- преносни механизам (клип, клипњача, регулациони вентил и повратне опруге).

На слици 4.2, обележени су основни елементи кочнице са две папуче.



Слика 4.2 Кочница са две папуче са својим елементима [21]

При упуштању електромотора у рад, аутоматски се активира подизач. Створени притисак уља потискује клип и клипњачу, делујући на опруге кочница, чиме се одмичу папуче кочионог добоша.

При заустављању кретања механизма, када се искључи електромотор, аутоматски се искључује и подизач. Снага кочења, којом се враћа клип у почетни положај, док папуче не притисну кочиони добош, постиже се помоћу опруга, чиме се избегавају удари на почетку и на крају кочења. За кочење се највише употребљавају подизачи са већ уграђеном повратном опругом [11].

4.2 Кочнице са траком

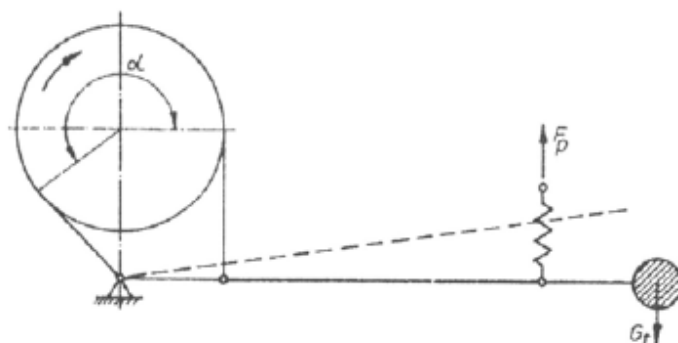
Код кочница са траком, кочење се остварује еластичном траком која је пребачена преко кочног добоша. Да би се повећао коефицијент трења између добоша и траке, она се облаже фрикционим материјалом (феродофибером, дрветом, кожом) [19]. На слици 4.4, приказана је тракаста кочница.



Слика 4.4 Тракаста кочница [21]

Према конструктивном извођењу, тракасте кочнице се деле на:

1. Просте – Проста тракаста кочница се састоји из кочионог добоша преко кога је пребачена трака, која је једним својим крајем причвршћена за покретну траку на раму машине, док је другим крајем зглобно везана за обртну полуку, а на крају полуге се налази тег чијом се тежином омогућава кочење. На слици 4.5, налази се шематски приказ прости тракасте кочнице.



Слика 4.5 Шематски приказ прости тракасте кочнице [9]

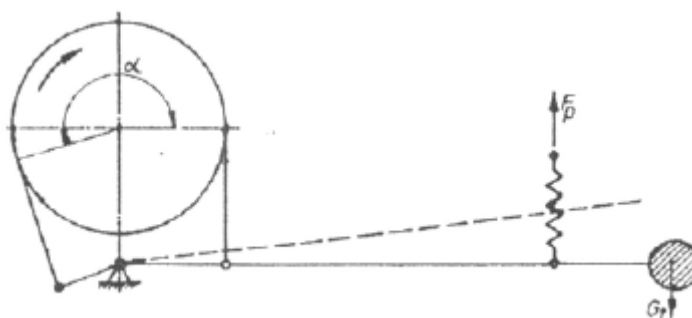
где је:

α – угао обухвата траке

F_p – сила откочивања

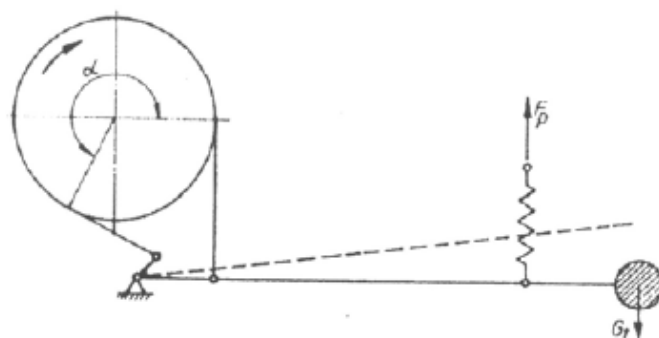
G_t – тежина тега

2. Диференцијалне – Диференцијална тракаста кочница добија се када се оба краја траке зглобно вежу кочионом полугом са обе стране тачке окретања полуге. У том случају, сила у делу траке која наилази на добош, ствара момент истог знака као и тег за кочење. На слици 4.6, приказана је шема диференцијалне тракасте кочнице.



Слика 4.6 Шематски приказ диференцијалне тракасте кочнице [9]

3. Сумарне (збирне) – Код сумарних тракастих кочница, оба краја траке су спојена полугом са исте стране осе окретања. Она никада не може да буде самокочећа и њен кочни моменат је мањи од кочних момената простих и диференцијалних тракастих кочница. На слици 4.7, приказана је шема збирне, односно сумаране, тракасте кочнице.



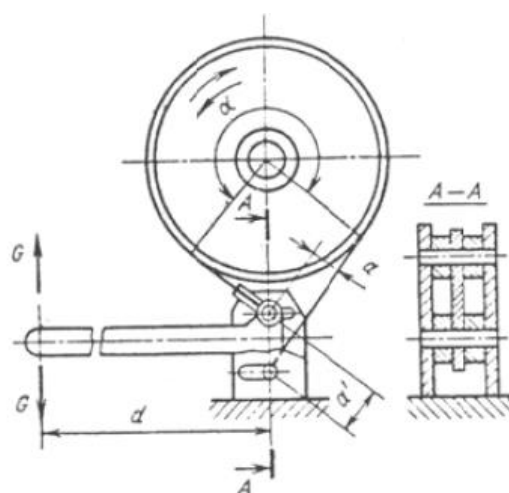
Слика 4.7 збирна (сумарна) тракаста кочница [9]

Кочница двосмерног дејства је тип просте тракасте кочнице код које је један или други крај траке непокретан, у зависности од смера окретања кочног добоша и у том крају траке јавља се највећа сила у траци. На слици 4.8 приказана је тракаста кочница двосмерног дејства.



Слика 4.8 Тракаста кочница двосмерног дејства [22]

На слици 4.9, види се да су моменти кочења, који се рачунају као код просте тракасте кочнице, једнаки при окретању кочног добоша у било ком смеру, ако су краци полуга a и a' једнаки. Момент кочнице се остварује тежином тега или силом у опрузи [9].



Слика 4.9 Шематски приказ кочнице двосмерног дејства [19]

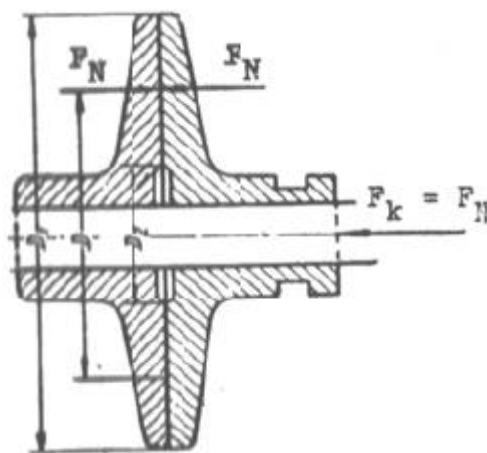
У поређењу са сумарном тракастом кочницом истих геометријских карактеристика, сила на полузи при кочењу кочницом двосмерног дејства је мања.

4.3 Кочнице са диском

Диск кочнице се могу применити на свим механизима дизалица, па тако и на мосне дизалице. Потребан момент трења добија се међусобним притиском дискова који су непокретни уз дискове који се обрћу заједно са кочионим вратилом. Фрикциони материјал је са обе стране диска и има облик две папуче које притискају диск.

Око 90% површине кочионог диска, у процесу кочења, се не налази у контакту са фрикционим материјалом и ваздух ту слободно опструјава, чиме се повећава одавање топлоте у односу на кочнице са папучама. Повећање одавања топлоте повећава поузданост те кочнице и радни век фрикционог пара. Диск кочница једне димензије може да се користи за дискове различитих пречника. Радни век фрикционих облога дискова у поређењу са доброш кочницама, при раду у истим условима је минимално дупло већи.

Кочнице са диском су гранични случај конусне кочнице код којих је угао $\alpha=90^\circ$. На слици 4.10, приказана је шема кочнице са диском.



Слика 4.10 Шематски приказ кочнице са диском [19]

Код ових кочница подужна сила је:

$$F_K = F_N \sin 90^\circ = F_N = \frac{F_O}{\mu} \quad (4.1)$$

где су:

F_N – алгебарски збир нормалних притиска на површини конуса,
 F_O – обимна сила на средњем обиму површине конуса,
 μ – коефицијент трења између радних површина [19].

Да би се смањила подужна сила за кочни моменат, повећава се број кочних површина. Када се преко ручице d делује на део e , дискови се притежу један уз други. При томе се на површини сваког диска јавља моменат трења:

$$M_K = m \cdot F_K \cdot \mu \cdot \frac{D_{sr}}{2} \quad (4.2)$$

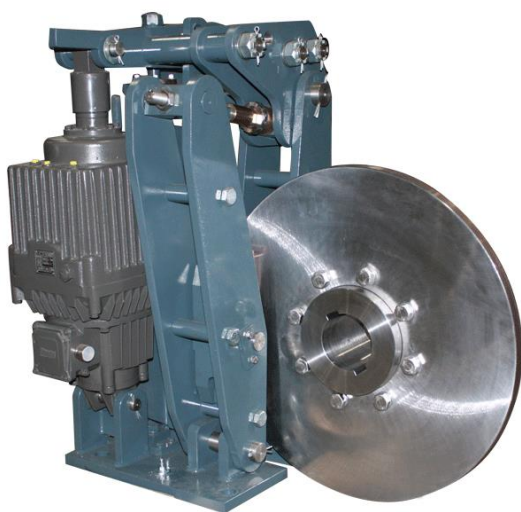
m – број додирних површина

$$F_K = \frac{2 M_K}{m \mu D_{sr}} \quad (4.3)$$

Имају доста добрих карактеристика као што су [9]:

- могућност остваривања већих момената кочења при релативно малим габаритима, а да уместо тога повећа број дискова,
- могућност да се обезбеди заштита диск кочнице од утицаја спољашње средине чак до потпуне херметичности,
- постизање равнотеже кочнице јер радијалне силе не делују на вратило, већ се аксијалном силом може затворити кочница унутар кочионог уређаја, па сила кочења не настаје на вратилу и у лежајима машине,
- равномерно хабање фрикционог материјала.

На сликама 4.9 и 4.10, приказана су карактеристична решења диск кочница.



Слика 4.9 Електромагнетна диск кочница [23]



Слика 4.10 Хидрауличка диск кочница код механизма за главно дизање терета [24]

Индустријски кочни системи овог типа који су у најчешћој примени су хидраулични, пнеуматски и електрични. Приказани су на слици 4.11.



Слика 4.11 Хидрауличне, пнеуматске и електричне верзије [24]

За остварење потребног кочног момента, за веће носивости могуће је користити две или више кочница, слика 4.12.

Диск кочнице се разликују од кочница са папучама и тракастих кочница по томе што сила којом се притиска кочни елеменат, папуча и трака, уз кочни добош, не делује управно на осу окретања, већ по дужини осе [9]. Са механизмом за подизање терета уграђују се диск или добош кочнице између мотора и погонског вратила редуктора. Сигурносна кочница се везује за добош кочницу механизма за подизање. У случају да се нешто деси при спуштању терета, центрифугални прекидач активира сигурносну кочницу. Раније су се као сигурносне кочнице користиле тракасте кочнице, док се данас као сигурносне кочнице обично користе диск кочнице. На слици 4.13, приказана је диск кочница при раду на мосној дизалици. Дискови се изводе као пуни или као самовентилирајући.



Слика 4.12 Систем са две кочнице [24]

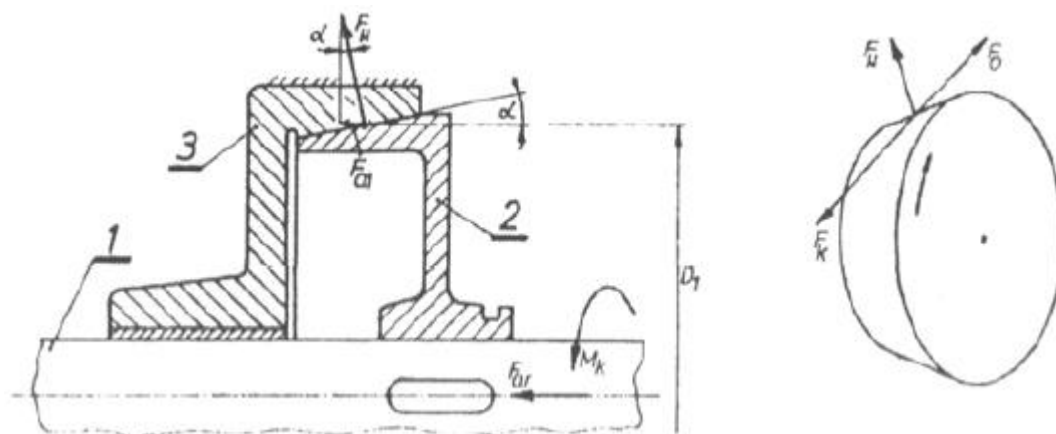


Слика 4.13 Диск кочница у свом радном окружењу [17]

4.4 Конусне кочнице

Конусне кочнице састоје се од конуса везаног клином за вратило, и непокретног дела који има конусну површину [19].

Кочење се остварује тако што се помоћу механизма аксијално помера део и ствара се сила трења између покретног и непокретног конуса, посредством фрикционе облоге које се налази између њих и остварује чврст контакт без проклизавања. На слици 4.14, налази се шематски приказ конусне кочнице.



Слика 4.14 Шематски приказ конусне кочнице [9]

$$F_N \cdot \mu = F_K \quad (4.1)$$

где су:

F_K – сила кочења,
 μ – коефицијент трења између дискова.

$$M_K = F_K \cdot \frac{D_1}{2} \quad (4.2)$$

$$F_{ar} = F_{a1} + F_{a2} \quad (4.3)$$

где су:

F_{ar} – потребна аксијална сила која треба да делује на диск 2,
 F_{a1} – потребна аксијална сила за остварење F_N ,
 F_{a2} – потребна аксијална сила за превлачење главчине диска 2 преко клина.

$$F_{a1} = F_N \cdot \sin \alpha \quad (4.4)$$

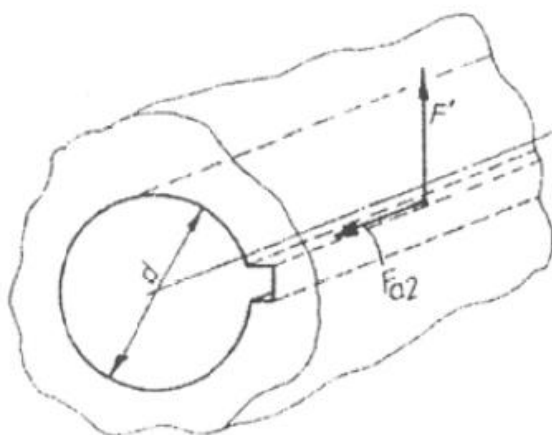
Из једначине (4.2) следи:

$$F_K = \frac{2 \cdot M_K}{D_1} \quad (4.5)$$

$$F_N = \frac{F_K}{\mu} = \frac{2 \cdot M_K}{D_1 \cdot \mu} \quad (4.6)$$

па је:

$$F_{a1} = \frac{2 \cdot M_K}{D_1 \cdot \mu} \cdot \sin \alpha \quad (4.7)$$



Слика 4.15 Прорачунска шема за одређивање F_{a1} [9]

Према слици 4.15 је:

$$F' \cdot \frac{d}{2} = M_K \quad (4.8)$$

$$F' = \frac{2 \cdot M_K}{d} \quad (4.9)$$

$$F_{a2} = F' \cdot \mu = \frac{2 \cdot M_K}{d} \cdot \mu \quad (4.10)$$

$$F_{ar} = \frac{2 \cdot M_K}{D_1 \cdot \mu} \sin \alpha + \frac{2 \cdot M_K}{d} \cdot \mu_1 \quad (4.11)$$

где су:

μ – коефицијент трења између дискова

μ_1 – коефицијент трења између главчине и клина

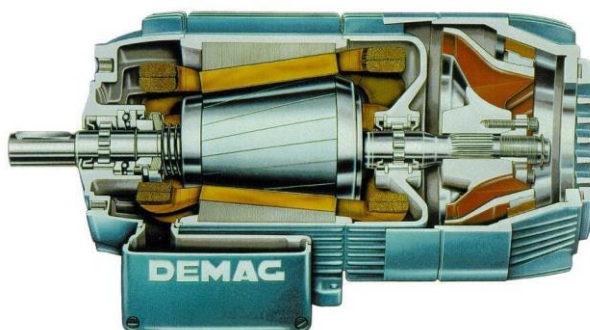
$\alpha=15^\circ$ - због заклињавања.

Момент кочења који се остварује код конусних кочница је већи од кочног момента диск кочнице, али је мањи од кочног момента кочнице са више дискова. Сила активирања мора да буде два пута већа од радне силе због нагиба површина. У случају када је угао нагиба конуса $\tan \gamma < \mu$ сила деактивирања мора да буде од 1,5 до 2 пута већа због забрављивања кочнице,

Овакав принцип кочења се веома разликује од свих претходно поменутих, код оваквих кочница, угаона брзина тачака варира у распону од најмањег до највећег пречника конуса. У делу где је пречник највећи, угаона брзина је највећа, и обрнуто.

На слици 4.16, приказан је кочни мотор са конусним ротором код кога се кочница не контролише посебно, већ је чврсто повезана са ротором. То значи да су синхронизовани пуштање мотора у рад и кретање, као и искључивање мотора и кочење. Предности су велика енергија кочења, дуг век трајања кочионе облоге са обзиром да се топлота коју ствара кочница одмах отпушта, нису потребне посебне

контроле и додатни прекидачи са обзиром да се кочница аутоматски укључује и искључује и многе друге [25].

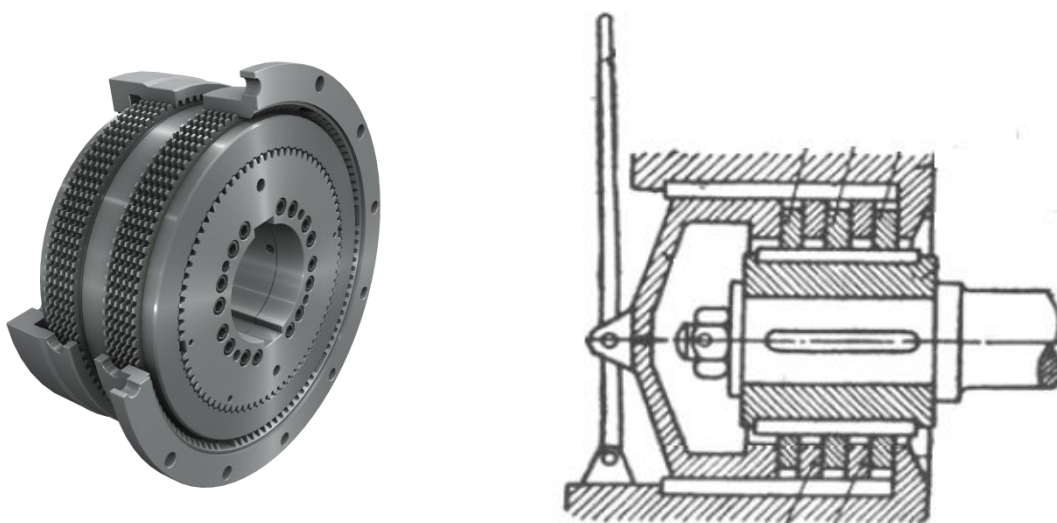


Слика 4.16 DEMAG кочни мотор са конусним ротором [25]

За ефективан рад ових кочница основни услов је да површине по којима делује сила трења буду фино обрађене јер свака мала неравнина негативно утиче и изазива проклизавање. Такође битно је да између површина нема течности, уља или мазива. Овакав систем кочења је најчешће затворен баш из разлога да уље којим се подмазују преносници и клизне површине не би прошло до конусних елемената и изазвао проклизавање. За веће угаоне брзине се користе мањи углови конусних површина. Систем кочења је компактан јер се везује са погонско вратило са задње стране. Радни век је дуг уз минимална одржавања у виду обраде конусних површина, редовне промене фриксионог елемента и промене лежајева.

4.5 Кочнице са ламелама

На неким механизмима су радни услови такви да захтевају примену кочница са већим бројем ламела. Како би се смањила подужна сила, на вратило се поставља више ламела кружног облика и формира се ред. На исти начин се код неких универзалних машина уграђује систем који служи за покретање и служи као спојница. Принцип рада кочница са ламелама је приказан на слици 4.13. када се преко ручице, полугом делује на притискивач ламела, ствара се трење између ламела и унутрашњих површина притискивача, тада се окретање зауставља, враћањем ручице у почетни положај површине се одвајају од ламела и систем неометано ради [19].



Слика 4.13 Кочница са ламелама [19]

4.6 Сигурносне кочнице

Сагласно прописима из области заштите на раду сви механизми за дизање терета на су опремљени уређајем за заштиту руковаоца од неконтролисаног окретања котура под дејством тежине терета. Такви уређаји се називају сигурносне кочнице. Оне могу бити изведене на различите начине. Код примитивнијих система за ручни погон су то биле најчешће опруге које су гурале клин по назубљеном сегменту. Такав систем је назван систем са „скакавцем,, (слика 5.1) У случају да терет крене да okreће котур у супротном смеру, клин би заглавио између зубаца назубљеног елемента и тако би зауставио кретање.

Уређаји се још производе као сигурносне ручице. Постоје два типа оваквих ручица:

Први тип сигурносне ручице је директно спојен са кочницом за заустављање терета. При спуштању терета сигурносном ручицом овог типа, потребно је деловати на ручицу константном силом. Брзина терета одговара брзини обртања ручице.

Други тип се примењује код оних механизма за дизање, код којих је према захтевима производних услова, потребно обавити спуштање терета која је већа од брзине дизања. Сигурносна ручица другог типа се повезује са кочницом тако да се нормално затворена кочница размиче притиском на ручицу. При томе механизам

добиа могућност да се погони деловањем тежине тега. Обртање ручице није потребно при спуштању тега.

Регулисање брзине се обавља тако што се регулише сила притиска на ручицу. Ако се на ручицу притисне великом силом, може да настане веома брзо спуштање терета које је немогуће зауставити. Да до тога не би дошло, обично се уграђују регулатори брзине [9].



Слика 5.1 Систем сигурносне кочнице са скавцем [19]

Код савремених дизалица најчешће улогу сигурносних кочница имају редуктори са великим преносним односом и они обезбеђују закочење терета на висини. Постоје и други типови сигурносних кочница са опругама које у моменту попуштања радне кочнице активирају систем за блокирање кретања.

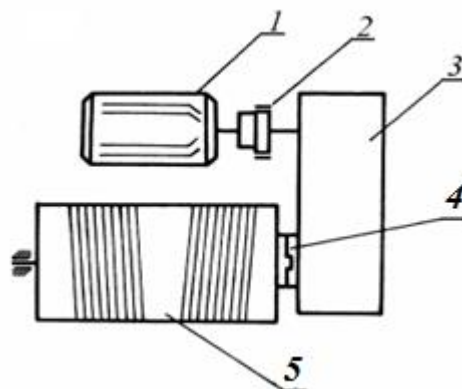
5. Прорачун кочнице са две папуче

Кочнице са две папуче имају веома широку примену у индустрији, па ће овде бити приказан прорачун и избор кочнице потребне за дизање терета масе $m=5000\text{ kg}$ на висину $H=20\text{ m}$.

Кочница се налази у саставу механизма за дизање терета који је приказан на слици 5.1. Шема механизма, на основу које се врши прорачун и усвајање потребне кочнице је дата на слици 5.2.



Слика 5.1 Усвојени механизам за дизање терета



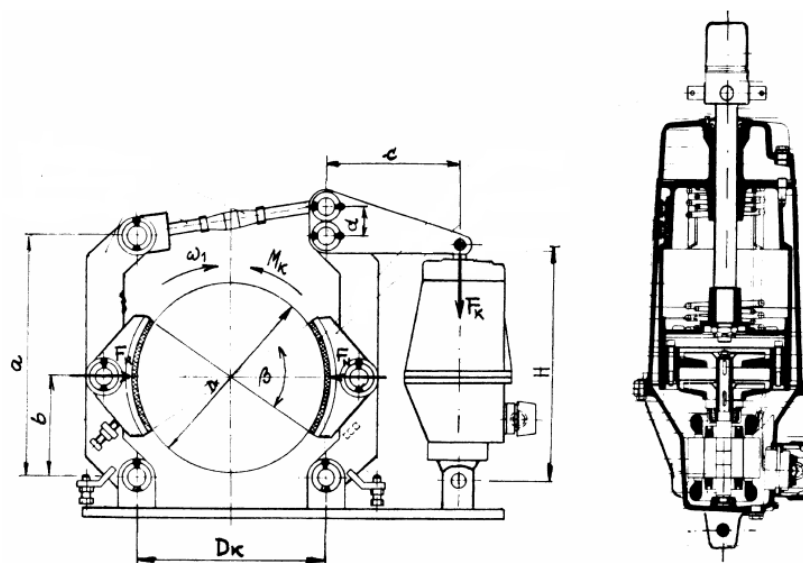
Слика 5.2 Шема механизма за дизање терета [21]

- 1-електромотор,
- 2-еластични редуктор са кочницом,
- 3-хоризонтални редуктор,
- 4-спојница,
- 5-добош.

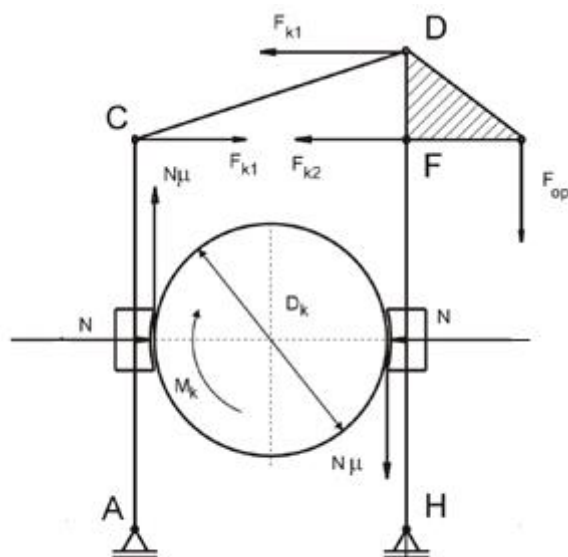
Кочница се поставља на вратилу електромотора јер на том месту има најмањи обртни момент. Из сигурносних разлога за кочни добош се користи обод спојнице који се налази до редуктора. На слици 5.3 приказана је кочница са две папуче са хидрауличним подизачем. Дејство кочница је аутоматизовано помоћу специјалних откочних уређаја – подизача, који могу да буду електромагнетни, пнеуматски, електрохидраулични и други.

Познати су следећи подаци:

- пречник добоша механизма за дизање, $D_d=450\text{ mm}$
- преносни однос редуктора за дизање терета, $i_r=109,5$
- преносни однос котураче, $i_k=2$



Слика 5.3 Кочница са две папуче са хидрауичним подизачем [11]



Слика 5.4 Шема сила које делују на кочницу са две папуче [21]

Рачунски момент кочења је:

$$M_k = k_k \cdot M'_{st(k)} \quad (5.1)$$

$$M_k = k_k \cdot M'_{st} \cdot \eta^2 \quad (5.2)$$

$M'_{st(k)}$ – момент статичких отпора редукованих на вратило ЕМ за случај кочења

M'_{st} – погонски момент ЕМ потребан за савлађивање отпора устаљеног кретања

$k_k = 2$; –степен сигурности кочнице из табеле 1.40 [28]

$$M'_{st} = \frac{Q \cdot D_d}{2 \cdot i_k \cdot i_r \cdot \eta} = \frac{122625 \cdot 0,450}{2 \cdot 2 \cdot 109,55 \cdot 0,8} = 157,4 \text{ Nm} \quad (5.3)$$

$$M_k = k_k \cdot M_{st}' \cdot \eta^2 = 2 \cdot 157,4 \cdot 0,8^2 = 201,472 \text{ Nm} \quad (5.4)$$

На основу израчунате вредности M_k усваја се из табеле 1.41 [28], ознака 266 009

Механичка кочница са две папуче:

$$i_{ko\check{c}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 10,45 - \text{преносни однос кочнице} \quad (5.5)$$

$$a = 280 \text{ mm};$$

$$b = 125 \text{ mm};$$

$$c = 210 \text{ mm};$$

$$d = 45 \text{ mm};$$

a, b, c, d – димензије полуге, усвојене из табеле 1.41 [28],

$D_k = 250 \text{ mm}$ – пречник кочног добоша (табела 1.41)

$\eta_k = 0,9 \div 0,95 = 0,9$ – степен корисности полужја кочнице,

$\mu_k = 0,5$ – коефицијент трења облоге папуче о кочни добош (табела 1.44) [28]

За механичку кочницу са две кочне папуче, потребна рачунска сила кочења је:

$$F_k = \frac{M_k}{i_{ko\check{c}} \cdot \mu_k \cdot D_k \cdot \eta_k} = \frac{201,472}{10,45 \cdot 0,5 \cdot 0,250 \cdot 0,9} = 171,37 \text{ Nm} \quad (5.6)$$

Избор хидрауличног подизача:

На основу израчунате силе F_k из табеле 1.42 [28], усвојен је ЕВ С20 20/50 номиналне силе 200 N, а нормалне повратне силе 195 N, и дозвољеног одступања 35 N. Подаци из табеле:

- примање снаге: 0,15 kW

- маса: 8,5 kg

- време подешавања: 0,45 s

Провера кочнице:

Стварна нормална сила на кочном добошу:

$$F_N = F_k \cdot i_{ko\check{c}} \cdot \eta_k = 171,37 \cdot 10,45 \cdot 0,9 = 1611,73 \text{ N} \quad (5.7)$$

Стварни кочни момент:

$$M_k = F_N \cdot \mu_k \cdot D_k = 1611,73 \cdot 0,5 \cdot 0,250 = 201,46 \text{ Nm} \quad (5.8)$$

Стварни степен сигурности:

$$k_k = \frac{M_k}{M_{st} \cdot \eta^2} = \frac{201,46}{157,4 \cdot 0,9^2} = 1,58 \quad (5.9)$$

Провера кочних облога:

При раду кочнице долази до њеног загревања. Једна од метода за проверу оптерећености и трајности кочнице састоји се у томе да се израчунају специфични притисак и специфична снага кочења и упореде са дозвољеним вредностима.

Специфични притисак:

$$A_p = \frac{\pi \cdot D_k \cdot \beta}{360} \cdot B = \frac{\pi \cdot 0,250 \cdot 70}{360} \cdot 0,09 \quad (5.10)$$

$= 0,137 \text{ m}^2$; – површина облога

$$p = \frac{F_N}{A_p} = \frac{1611,73}{0,137} = 0,0117 \text{ MPa} \quad (5.11)$$

$$D_k = 250 \text{ mm};$$

$$\beta = 70^\circ - \text{обухватни угао облога папуча,}$$

$$l_5 = 95 \text{ mm} - \text{усваја се из табеле 1.39}$$

$$B = l_5 - 5 = 95 - 5 = 90 \text{ mm} - \text{ширина облога.}$$

Критична брзина на ободу кочног добоша:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_m}{60} \cdot k = \frac{\pi \cdot 0,160 \cdot 975}{60} \cdot 1,15 = 9,39 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (5.12)$$

$$\text{где је: } k = 1,1 \div 1,2 = 1,15$$

Специфична снага кочења:

$$p \cdot v_k \leq (p \cdot v_k)_{\text{doz}} \quad (5.13)$$

$$(p \cdot v_k)_{\text{doz}} = 250 \left[\frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 2,5 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$p \cdot v_k = 0,0117 \cdot 9,39 = 0,109 \text{ MPa}$$

$$2,5 \text{ MPa} \geq 0,109 \text{ MPa}$$

Услов је задовољен.

Облик, мере и материјал кочних папуча које се употребљавају у кочницама индустријских дизалица, дефинисан је стандардом [28, 29].

6. Фрикциони парови

Трење је појава која се јавља током кочења између кочионих елемената у машинским системима. Код кочионих система оно је основа њиховог процеса функционисања. Сила трења представља силу кочења система и остварује се у контакту елемената фрикционог пара, тако да је фрикциони пар извршни елемент кочионог система. На интензитет силе трења фрикционог пара утиче велики број чинилаца: сила притиска, (нормална сила), коефицијент трења, материјал елемената фрикционог пара, радни услови и др. Фрикциони пар чине кочна (фрикциона) облога (папуча или трака) и извршни орган кочнице диск или добош, чија се површина користи за кочење.

Најважније карактеристике фрикционих парова који се користе код механичких кочница су: висок коефицијент трења, одговарајућа нормална сила на контактну површину а тиме и сила трења. Да би делови кочнице имали што је могуће мање димензије потребно је да фрикциони материјали имају: велику отпорност на смицање, отпорност на топлоту, отпорност на хабање, мале промене коефицијента трења, неосетљивост на уље и воду.

Фрикциони материјали се могу поделити на:

- природне фрикционе материјале,
- фрикционе материјале са органским везивом,
- синтероване материјале.

Природни фрикциони материјали немају карактеристике повољне за примену код механичких кочница. Фрикциони материјали са органским везивом се састоје од сировине, пуниоца, везива и адитива који имају утицаја на коефицијент трења. Они су или пресовани или ваљани. Најчешће коришћена сировина је раније био памук, због велике чврстоће и отпорности на високу температуру. У међувремену је коришћен азбест који је имао добра фрикциона својства али је забрањен за употребу због канцерогеног дејства.

Пуниоци су: талк, графит, глина, метални оксиди, сулфиди, калцијум карбонат и др.

Квалитет кочења зависи највише од материјала од којег су направљени кочни елементи. Фрикциони материјал је у спрези са одговарајућим металним паром који се најчешће добија ливењем и након тога обрадом стругањем. У зависности од потрошње метални елементи се могу обрађивати и након хабања. Површине које служе за кочење морају бити фино обрађене, јер свака неравнина негативно утиче на кочење и изазива проклизавање. Што се тиче папуча кочница, на њима се налазе пакнови који су најбитнији елементи код кочења, њихов радни век мора да буде у складу са прописаним роком трајања у зависности од дебљине слоја и радних сати кочења. Велики утицај на кочење такође има и радна температура, трење има такву особину да ослобађа велику количину топлоте. Из тог разлога метални делови морају бити од

квалитетног материјала који се добро понаша на наглој промени температуре како не би дошло до деформације кочионих површина.

Фрикциони пар током монтаже мора бити добро усаглашен са својим металним елементом и не сме да има неповољних међусобних утицаја. У откоченом положају фриксиони елемент не сме да има контакт са металним елементом, у том случају би се јавила сила кочења током подизања и кретања терета код дизалица и додатно би оптеретила електромотор [26].

7. Закључак

У уводном делу рада истакнут је значај кочница као важних и одговорних уређаја у механизмима за дизање терета и кретање колица и дизалица. Описана је њихова улога у процесу дизања терета, наведене главне поделе, начин уградње, принципи рада и области примене.

У посебном поглављу кратко су наведени карактеристични типови дизаличних машина а детаљније је описана мосна дизалица. Такође, приказан је кратак осврт на историјски развој појединих група дизалица.

Ниједан већи производни погон не би могао да функционише без мосне дизалице којом се преносе терети веома великих маса са једне на другу страну хале, радионице и сличних објеката у машинској индустрији. Разни типови дизалица су се користили кроз историју за многе радове, од почетка развоја човечанства па све до 1800-их година када је направљен први кран у Енглеској. Технологија транспорта се данас непрекидно развија. Тако су се кроз време развијали многи типови дизалица које су служиле за различите намене. Све те дизалице састојале су се од различитих елемената и склопова, па је тако дошло и до развоја кочница. Кочнице служе да при транспорту терета зауставе терет на жељеној висини. Током рада дизаличних колица, дејством кочница, колица се заустављају на жељеној позицији на носећој конструкцији мосне дизалице. Такође, кочницама се управља у процесу хоризонталног кретања комплетног моста дизалице и врши његово заустављање.

Са обзиром да постоји велики број разноврсних дизалица различитих намена, које раде у различитим срединама и другачијим радним условима, развила се потреба за великим бројем типова кочних механизма. Од једноставних механичких кочница до разних електрохидрауличних модерних диск кочница или кочница са папучама. Зато кочнице можемо данас да видимо у многим облицима и величинама јер се оне развијају у складу са развојем механизма у којима раде.

За дефинисање полазне податке и усвојени тип кочнице извршен је избор и прорачун елемената кочнице која ради у саставу механизма за дизање терета. Усвојена је кочница са две папуче с обзиром да је једна од заступљенијих типова кочница јер је карактерише једноставна конструкција, лако одржавање и ефикасан рад.

Литература

- [1] <http://www.granada-cranes.co.uk/1876-first-electric-overhead-crane-system-in-england/> приступљено 19.8.2018.
- [2] Милорад Видовић, Основне механизације претовара, https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/5384/mod_resource/content/0/Dizalice.pdf приступљено 20.8.2018.
- [3] <http://www.demag.rs/sr/linije-proizvoda/konzolne-dizalice> приступљено 20.8.2018.
- [4] <http://www.kigo.rs/proizvodi/gradjevske-dizalice-potain/> приступљено 20.8.2018
- [5] <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=15546> приступљено 20.8.2018.
- [6] <http://www.directindustry.com/prod/konecranes/product-16156-1881416.html> приступљено 22.8.2018.
- [7] Ненад Милорадовић, Основи транспортних машина, Факултет инжењерских наука, предавање број 9, http://moodle.mfkg.rs/pluginfile.php/83160/mod_resource/content/2/OTM_9.pdf приступљено 22.8.2018.
- [8] <https://www.webgradnja.hr/katalog/19413/abus-mosne-dizalice-s-jednim-mostom/> приступљено 23.8.2018.
- [9] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [10] <https://kor-pak.com/product/overhead-crane-brakes/> приступљено 25.8.2018.
- [11] Р. Мијајловић, З. Марковић, М. Јовановић, Дизалице, основе, Градина, Ниш 1994.
- [12] <https://roemer-foerdertechnik.de/> приступљено 1.9.2018.
- [13] <https://pintschbubenzer.de/en/> приступљено 3.9.2018.
- [14] <https://www.hindon.com/te-710-121-6-te-drum-brakes-fail-safe-thruster-released-din-15435.html> приступљено 8.9.2018.
- [15] <http://www.directindustry.de/prod/ametec-factory-automation/product-29998-129600.html> приступљено 16.9.2018.
- [16] <https://www.cranesdq.com/crane-brakes-and-crane-brake-system.html> приступљено 8.9.2018.
- [17] Д. Шаљић, Транспортни уређаји - упутство за израду пројекта и збирка решених задатака, Машински факултет, Крагујевац, 1978.
- [18] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992. /02_Ostic_kosnice_1992.pdf/
- [19] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [20] <https://www.cranesdq.com/crane-brakes-and-crane-brake-system.html> приступљено 11.9.2018.

- [21] Ненад Милорадовић, Основи транспортних машина, Факултет инжењерских наука, предавање број 7,
http://moodle.mfkg.rs/pluginfile.php/109567/mod_resource/content/1/OTM_7.pdf
приступљено 10.9.2018.
- [22] <http://www.directindustry.com/prod/jiangxi-huawu-brake-co-ltd/product-157876-1630023.html> приступљено 17.9.2018.
- [23] <https://www.magnetekmh.com/Products/Brakes/Brakes/Heavy%20Duty%20Disc%20Brakes> приступљено 6.9.2018.
- [24] <http://brakes.ca/brakes/disc-brakes/> приступљено 5.9.2018.
- [25] https://www.mhe-demag.com/products/conical_rotor_motor_type_kb приступљено 17.9.2018.
- [26] Тодоровић Ј: Кочење моторних возила, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1988.
- [27] SRPS M.D1.240:1972 *Индустријске дизалице - Кочнице са две кочне папуче - Прикључне мере*, Институт за стандардизацију Србије.
- [28] SRPS M.D1.250:1968 *Индустријске дизалице - Кочне папуче*, Институт за стандардизацију Србије.
- [29] SRPS M.D1.251:1969 *Индустријске дизалице - Облоге кочних папуча*, Институт за стандардизацију Србије.