

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Основи транспотних машина

Број индекса: 41/2012

Ђорђе Д. Петронијевић

ВЕРТИКАЛНИ ПОДИЗАЧИ ТЕРЕТА

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 уради следеће:

- Истакне улогу и област примене подизача при транспорту терета.
- Прикаже кратак осврт на историјски развој вертикалних подизача терета.
- Наведете општу класификацију, опише подизаче терета и истакне њихове главне карактеристике.
- Прикаже метод прорачуна и за изабрани тип подизача 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, 05.03.2015.

Ментор:
Др Ненад Милорадовић, доцент

Садржај

РЕЗИМЕ	2
1.УЛОГА И ОБЛАСТ ПРИМЕНЕ ПОДИЗАЧА	3
2.ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ВЕРТИКАЛНИХ ПОДИЗАЧА ТЕРЕТА.....	5
3.КЛАСИФИКАЦИЈА И ГЛАВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВЕРТИКАЛНИХ ПОДИЗАЧА	7
3.1 Теретни подизачи	7
3.1.1 Теретни лифтови.....	8
3.1.2 Скипови	12
3.1.3 Стубни подизачи	13
3.1.4 Принцип прорачуна теретних подизача.....	15
3.2 Подизне платформе	16
3.2.1 Подизне платформе за подизање радника	17
3.2.2 Хидрауличне подизне ауто платформе.....	20
3.2.3 Подизне платформе специјалне намене	22
3.2.4 Принцип прорачуна подизних платформи	24
4.ПРОРАЧУН ВЕРТИКАЛНОГ ГРАЂЕВИНСКОГ ПОДИЗАЧА.....	28
5.ЗАКЉУЧАК	30

РЕЗИМЕ

Циљ овог рада је упознавање са вертикалним подизачима и предностима њиховог коришћења. У првом делу рада описане су улога и област примене самих подизача. Затим је приказан кратак осврт на историјски развој, после чега је извршена класификација и опис главних карактеристика вертикалних подизача. У завршном делу рада приказан је пример прорачуна једног вертикалног подизача.

Кључне речи: вертикални подизачи, лифтови, платформе, терет.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to introduce the reader with vertical lifters and the benefits of their use. First part describes the role and area of lifter's application. Then it gives a short overview of the historical development, after which the classification and description of the main characteristics of vertical lifters is described. In the final part, the paper shows an example of the calculation of the vertical lifter.

Keywords: vertical lifters, lifts, platforms, cargo.

1. УЛОГА И ОБЛАСТ ПРИМЕНЕ ПОДИЗАЧА

Савремена индустријска предузећа, складиштни простори, нарочито високорегална складишта, грађевинарство-посебно високоградња, бродоградилишта, рударски копови, ливнице, железаре, не могу да се замисле без вертикалних подизача. У свим овим областима разноврсни лифтови за подизање терета и људи, подизне платформе, стубни подизачи, виљушкар имају значајну улогу.

Процес подизања терета присутан је у готово свим фазама производног процеса. Другим речима, подизање терета и са тим везана употреба вертикалних подизача, представља елемент структуре ширих система, као што су транспортни, складишни и производни. Из тог разлога је примена вертикалних подизача за обављање утоварно-истоварних радова, за вертикално подизање терета, материјала и људи неминовна. Како су места производње и складиштења робе у највећем броју случајева просторно одвојена, у индустрији се јављају захтеви за употребом горе поменутих система. Увођење нових технолошких унапређења нуди много предности у односу на традиционалне начине подизања терета. На тај начин, поред многих других предности, остварује се и већи економски ефекат, као и смањење потребе за великим бројем радника неопходних за послове утовара и истовара.



Слика 1.1. Примена подизача у складиштима [1]

У зависности од своје конструкције и карактеристика, постоји много различитих типова подизача. Избор зависи претежно од карактеристика терета и то пре свега врсте терета, количине, габарита терета и сл.

Вертикални подизачи представљају системе са цикличним дејством што подразумева да се премештање робе реализује у циклусима, по принципу „део по део“. Циклус рада ових система састоји се из једне продуктивне (радни орган система је

оптерећен – реализује се „користан рад”) и једне непродуктивне фазе (радни орган система је неоптерећен – реализује се „некористан рад”, који има функцију враћања система у позицију поновног захватања терета). Овакви системи у односу на системе са континуалним дејством имају предност у великој носивости. [2]

Данас се за подизање терета све више користе подизне платформе специјално дизајниране према облику посла који обављају.

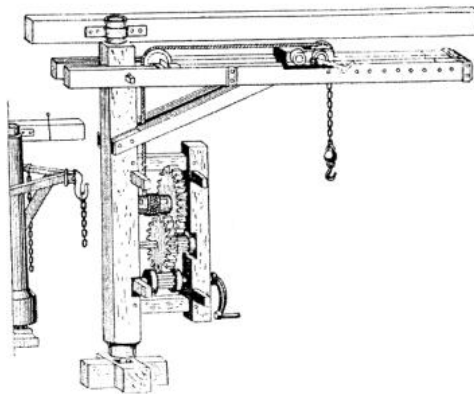


Слика 1.2 Виљушкар [2]

2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ВЕРТИКАЛНИХ ПОДИЗАЧА ТЕРЕТА

Човек се и при веома ниском степену развоја цивилизације, неизбежно сукобљавао са проблемом подизања и премештања терета. Проблем је решаван примитивним направама и уређајима које су се системски усавршавале због нараслих потреба. Познато је да су људи древних цивилизација подизали колосалне грађевине и архитектонске споменике од џиновских стена у Асирији, Вавилонији, Египту, Грчкој и Риму помоћу једноставних направа.

Први документи који сведоче о направама и уређајима за дизање терета датирају неколико хиљада година од данашњих дана у једном кинеском рукопису у коме је приказан цртеж бунарског ђерма за наводњавање. У Асирским рукописима из VII века пре нове ере могу се видети примене клинова, полуга и ваљака. У старом Египту, ваљци, стрме равни и полуге користили су се као саставни делови методологија грађења. Преко стрмих пешчаних равни које су обложене радним површинама облика танких камених плоча, подизани су камени блокови, обелисци и колосалне статуе чије су масе достизале 700 t. За грађење пирамида Египћани су примењивали вишестепено подизање применом разнокраких полуга. Знатно већи развој добили су уређаји за подизање терета у старој Грчкој. Помињу се ваљци, полуге, катураче, дизалице за подизање терета са сталним и променљивим дохватом, специјалне полуге са куком за привлачење и превртање бродова и слично. У XV, XVI веку и касније јављају се разноврсне дизалице за подизање терета, као ручна дизалица са зупчастом полугом (слика 2.1), обртна дизалица за истовар бродова, покретна грађевинска дизалица, багер и сл.



Слика 2.1 Средњовековна дизалица на ручни погон [3]

Средњи век намеће потребу да се помене име уметника Леонарда да Винчија, који је за собом оставио велики број скица које су претече данашњих теретних подизача. [2]

Основна карактеристика целокупног раздобља до почетка индустријске револуције јесте да се за реализацију операција подизања терета углавном користи људска снага, а механизација се примењује само при руковању теретима за чије манипулисање та снага није била довољна. [2]

Нагли развој индустрије у другој половини деветнаестог и почетком двадесетог века наметнуо је и брзи развој транспортних машина за преношење и подизање делова, робе и материјала. То је истовремено и почетак фабричке производње, односно модерне индустрије какву данас познајемо. Потребу за подизањем све већих количина материјала и робе и све сложеније технолошке захтеве морале су да прате и испуњавају машине прекидног транспорта.

Данас нема области индустрије у којој се више или мање не примењују вертикални подизачи:

- у индустријским халама за подизање материјала, делова, ремонт машина,
- у железарама за складиштење руде или у саставу технолошког процеса железара,
- у ливницама за преношење одливака и материјала,
- у лукама за утовар и претовар робе,
- у грађевинарству, хидро и термо електранама, складиштима итд.

3. КЛАСИФИКАЦИЈА И ГЛАВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВЕРТИКАЛНИХ ПОДИЗАЧА

Вертикални подизачи се одликују великом разноврсношћу с обзиром на област примене. Они служе за подизање терета или људи на различите висине. Према својој конструкцији могу се поделити на покретне (најчешће погоњене електромотором), и непокретне (у форми лифтова), док се према врсти терета који подижу могу поделити на грађевинске и путничке.

3.1 Теретни подизачи

Теретни подизачи представљају дизаличне машине за премештање терета (расутог или комадног) у кабини, на подизној платформи, у кошу, кавезу или у специјално обликованој посуди као могућем захватном уређају. При премештању терета захватни уређај се премешта дуж крутих шина, као вођица.

Дизање се може обавити како у вертикалном смеру кретања захватног уређаја (вертикални подизачи), тако и у косом – нагнутом смеру – који је близак вертикалном смеру кретања (коси подизачи). У зависности од положаја и места уградње шина вођица клизачи могу бити у возном окну у коме се шине вођице учвршћују унутар возног окна које је ограђено чврстом конструкцијом са свих стана или се шине вођице учвршћују, демонтажном везом, на конструкцију стуба који је обично решеткасте конструкције (квадратног или правоугаоног попречног пресека).

Грађевински подизачи представљају теретне подизаче и не смеју се користити за подизање људи (осим подизних ауто платформи). Најчешће се примењују у грађевинарству, у високоградњи. У завршним стадијумима градње, при допремању грађевинских материјала на горњу етажу, понекад се уграђују стационарни подизач унутар возног окна објекта, а предвиђа се за опслуживање објекта и у каснијој експлоатацији. [3]

Управљачки уређаји на теретним подизачима могу да буду аутоматизовани тако што се на почетној и крајњој станици линије кретања теретног подизача постављају прекидачи којима се искључује погон обртања моторног витла након достизања платформе одговарајуће крајње станице. Преко крајњих прекидача који се напајају помоћном струјом прекида се напајање електромотора електричном струјом. Према прописима, погон подизача мора да буде опремљен уређајем – прекидачем на аутоматско искључивање мотора када се кабина подизача нађе у крајњим радним положајима. [3]

Брзина подизања кавеза вертикалног теретног подизача са теретом не сме да буде већа од 1.5 m/s , а брзина спуштања празног кавеза (са механизмом за дизање са фрикционим витлом) не сме прећи 3 m/s . Убрзање не сме бити веће од 0.5 m/s^2 .

Подизачи су мање погодни у експлоатацији од дизалица, будући да се подизни терет допрема само на једно место. Због тога се теретни подизачи примењују само на

местима на којима је неопходан вертикалан транспорт, а такође и у таквим случајевима када је материјал потребно допремити унутар грађевинског објекта у изградњи (када се обављају завршни радови). У таквим случајевим се подизачем материјал допрема кроз прозорске отворе, а примена дизалица у таквим случајевима је немогућа. [3]

Постоји много различитих врста теретних подизача међу којима су најзаступљенији:

- теретни лифтови
- стубни подизачи
- скипови
- виљушкари и др.

3.1.1 Теретни лифтови

Лифтови представљају кабине које се крећу по вођицама постављеним у отворима за лифтове. Теретни и малотеретни лифтови своју употребну вредност проналазе у производним погонима, магацинским просторима, мега маркетима, хотелима, лабораторијама и многим другим радним местима. Ови типови лифтова користе се за подизање терета у затвореном или отвореном простору, са спрата на спрат или за полуспратно подизање терета. По начину погона они се деле на електричне, хидрауличне и ручне (механичке). Највећу примену имају електрични лифтови.

Брзине кретања теретних лифтова се крећу у границама од 0.15 – 1.0 m/sec. Код нормалних лифтова кабина се диже челичним ужетом, које се навија на добош механизма за дизање. Да би се смањила снага електромотора за дизање кабина лифта је везана са противтегом. [4]



Слика 3.1. Теретни лифт [5]

У зависности од потреба утовара и истовара, као и саме тежине терета који лифтови подижу, теретни лифтови се израђују у 3 основна дизајна:

- са два стубна носача, који омогућава утовар и истовар типа „С” (утовар и истовар се врше са исте стране) или типа „Z” (утовар се врши са једне стране, док се истовар врши са супротне)

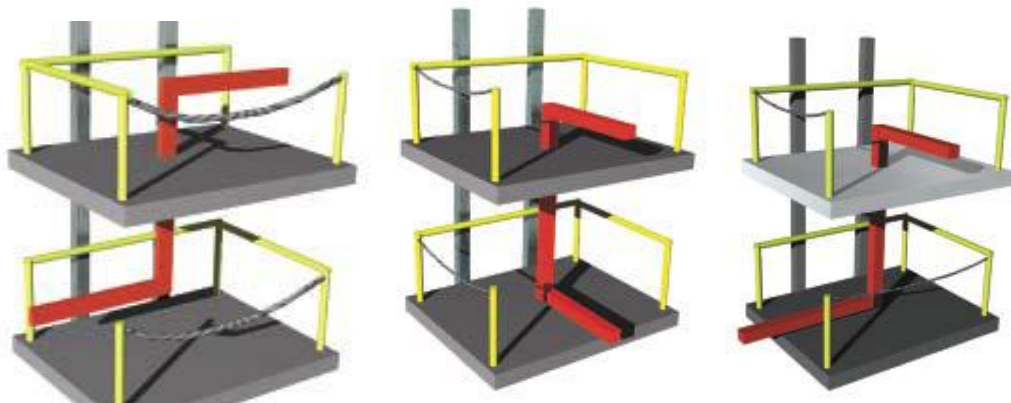


Слика 3.2. Шема типа „С” [6]



Слика 3.3. Шема типа „Z” [6]

- конзолни, који поред два наведена типа, омогућава и утовар и истовар под углом од 90° (при чему се утовар врши са једне стране, док се истовар врши под углом од 90° у односу на почетну позицију)

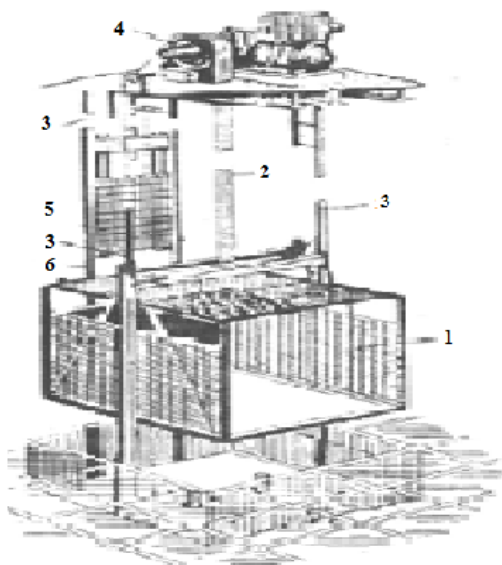


Слика 3.4. Шеме могућих варијанти теретних лифтова конзлног типа [6]

- са четири стубна носача, омогућава утовар и истовар свих наведених типова



Слика 3.5. Шеме могућих варијанти четворостубних теретних лифтова [6]



Слика 3.6. Шема теретног лифта: (1) кабина, (2) челична ужад, (3) вођице, (4) погон, (5) противтега, (6) вођице противтега [4]

Тежина противтега, у циљу уградње електромотора најмање снаге, одређује се из услова једнакости снаге при дизању кабине са пуним теретом и при спуштању празне кабине:

$$(G_t + G_k - G_{tg}) \cdot v = (G_t - G_k) \cdot v \quad (3.1)$$

одакле је

$$G_{tg} = G_k + \frac{G_t}{2} \quad (3.2)$$

где су:

G_k – сила теже кабине;

G_{tg} – сила теже противтега;

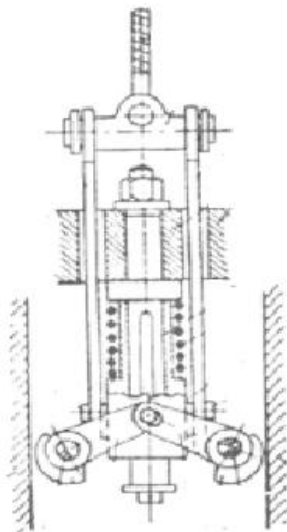
G_t – сила теже корисног терета;

v – брзина кретања кабине.

Отпори трења у вођицама и у котурима, као и тежине ужади, занемарени су у овом случају, као мале величине.

Кабина лифта, која служи искључиво за пренос терета може бити обешена само за једно уже, док се кабине путничких лифтова вешају најмање са два ужета.

Сви лифтови су снабдевени са хватачима, који аутоматски заустављају кабину лифта при кидању ужета.



Слика 3.7. Аутоматски хватач [4]

Поред аутоматских хватача, лифт је снабдевен специјалном аутоматском апаратуром, која дозвољава да се врата окна лифта могу отворити само кад је кабина у правилном положају. Исто тако специјални контакти дозвољавају да се машина лифта стави у погон само ако су врата окна добро затворена. Крајњим исључивачима је обезбеђен граници ход кабине лифта. [4]

Све лифтовске машине морају имати кочнице са електромагнетним откочивачима. Регулатори брзине не дозвољавају повећање брзине више од 40% од нормалне.

Снага електромотора мора да савлада тежину терета и отпоре у вођицама котурима и у погону. Ако се на η означи степен корисности којим су обухваћени сви поменути отпори, то је снага мотора дата обрасцем:

$$P = \frac{(Gt + Gk - Gtg) \cdot v}{\eta} \quad [\text{kW}] \quad (3.3)$$

Све силе су дате у kN, и брзине у $\frac{m}{s}$.

Општи степен корисности може се узети у границама $\eta = 0.7 - 0.8$.

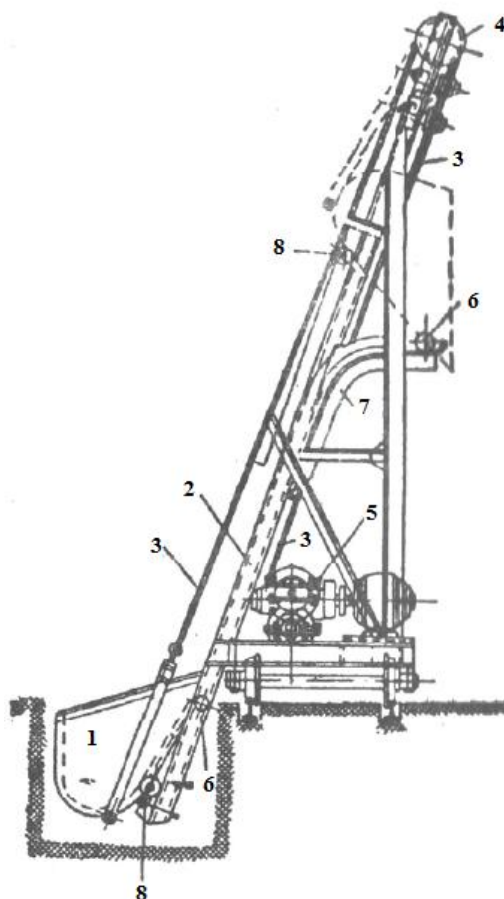
3.1.2 Скипови

Скипови (или кофасти) подизачи служе за подизање свих врста расипног материјала на одређену висину вертикално или косо под неким углом према хоризонталу.



Слика 3.8. Скип транспортер [7]

На слици 3.9 приказана је шема једног косог покретног скиповог подизача. Он се састоји из кофе (1) која се креће по вођицама (2), кофа се креће помоћу ужета (3) које се, савијајући се преко котура (4) наставља на добош машине за дизање (5). Горњи точкови кофе (6) котрљају се по унутрашњој страни вођица (2); задњи точкови (8) крећу се по горњој површини вођица. При дизању кофе предњи точкови (6) са вођице (2) прелазе на вођицу (7), док се задњи точкови крећу праволинијски по вођици (2). Захваљујући таквом кретању, положај кофе на крају кретања је такав (приказан тачкасто на слици) да се њен садржај сам испразни.



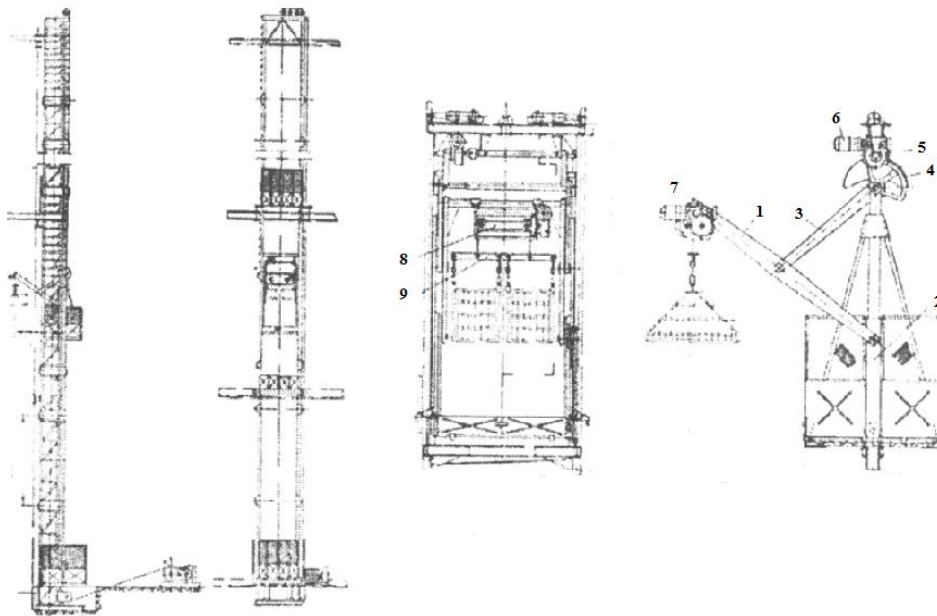
Слика 3.9. Шема кофастог подизача [3]

У зависности од покретљивости целокупног подизача, скипови се могу поделити на покретне и непокретне.

Код непокретних скипових подизача, често се кофа скипа ауоматски пуни материјалом из бункера, који кофа сама отвара при свом ходу ка полазном положају.

3.1.3 Стубни подизачи

Стубни подизачи најчешће се уграђују споља у односу на објекат који се гради, (слика 3.10), али, уколико објекат има степенести облик, стубни подизачи се тада постављају изнутра. Стубни подизачи са две вођице, као и подизачи са једном вођицом састоје се из засебних секција које нарастају и прате објекат који се гради. [3]



Слика 3.10. Шема стубног подизача са две вођице [3]

На сваком спрату објекта, на месту уградње подизача, налазе се врата којима се затвара прилаз, односно улаз кроз отвор.

Кавез подизача, Слика 3.10, због могућности лакшег и бржег утовара и истовара, може да буде опремљен специјалним подизним уређајем, нпр. У облику елиптичне клацкалице. Тада се нога портала (1) слободно премешта у вођици (2), а средња тачка је везана са обртном полугом (3). Други крај полуге (3) је у облику назубљеног сектора (4) који се принудно обрће преко пужног редуктора (5) и електромотора (6). На горњем крају портала (1) остварена је веза са пужним витлом (7), са добошем (8), на коме је обешена траверза (9).

Обртањем полуге (3) глава портала (1) премешта кабину попречно, задржавајући је на сталном нивоу. Ово даје могућност при извлачењу портала бочно у односу на објекат да се преузме подигнути терет преко траверзе, а приликом премештаја портала унутар објекта, да се изручи терет из кабине.

У процесу подизања кабине терет се распоређује око њене вертикалне осе.

На траверзу подизача се могу окачити носачи са опекама, крупним каменим блоковима, кофе са бетоном и малтером и, шта више, при довољној ширини портала: терети велике дужине, дрвена грађа, цеви итд.

За допремање посебно дугачких терета на стубним подизачима се примењује специјални конзолни кошеви (кавези) са колицима која се извлаче напред. Телескопска колица и хватач омогућавају да се оствари знатан дохват у оба смера, чиме се омогућава, како подизање терета велике дужине, тако и уношење таквих терета у објекат који се гради.

3.1.4 Принцип прорачуна теретних подизача

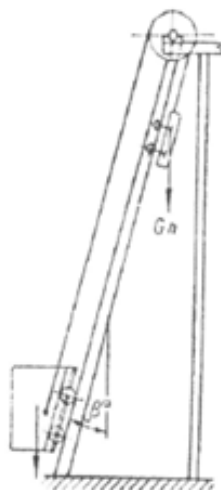
Општи прорачун грађевинских подизача се завршава одређивањем силе отпора подизања коша (платформе), избором ужета и витла подизача одређивањем потребне снаге електромотора и кочнице, а такође и одређивањем времена неустаљеног кретања подизача, приликом пуштања у погон, као и при заустављању, односно пређеног пута подизача у неустаљеним режимима рада електромотора. Посебно треба тачно прорачунати зауставни пут кочења коша (платформе) подизача који се мора тачно зауставити наспрам отвора на прилазу возном окну.

У општем случају, при премештању коша подизача тежине G_k , са теретом Q који се креће на точковима по нагнутим шинама вођицама (са углом нагиба β према вертикали) и при делимичном уравнотежавању коша и терета противтегом, тежине G_p , сила отпора премештања коша подизача може се одредити из израза:

$$F_w = (G_k + Q) \cos \beta + \varphi(G_k + G_t) \sin \beta - G_p \cos \beta + \varphi G_p \sin \beta = (G_k + Q - G_t) \cos \beta + \varphi(G_k + Q + G_p) \sin \beta \quad (\text{kN}) \quad (3.4)$$

где је:

φ – коефицијент отпора премештања коша и противтега; одређује се на исти начин као и код механизма за премештање дизалице.



Слика 3.11. Шема теретног подизача [3]

Код вертикалних подизача је $\sin \beta = 0$ ($\beta = 0$), а кош често клиза дуж вођица. У том случају се губици због трења клизања због могућег ексцентричног размештања терета на подизној платформи узимају у обзир преко коефицијента трења клизања између точкова и шина $\mu \approx 0,15 \dots 0,20$, односно:

$$F_w = G_k + Q - G_p + \mu(G_k + Q + G_p) = (G_k + Q)(\mu + 1) + G_p(\mu - 1) \quad (3.5)$$

Тежина противтега се усваја у границама:

$$Gp = Gk \dots (Gk + \frac{Q}{2}) \quad (3.6)$$

Уколико се усвоји витло са погонском ужетњачом са бројем ужади m на ужетњачи, односно преко којих је обешена кабина, прорачунска сила затезања сваког ужета се одређује из израза:

$$Suž = \frac{(Gk+Q)(\cos \beta + \varphi \sin \beta)}{m} \quad (3.7)$$

$$Suž = \frac{(Gk+Q)(\mu+1)}{m} \quad (3.8)$$

Момент на погонској ужетњачи износи:

$$Mp. už = Fw \frac{Dp. už}{2} \quad (3.9)$$

За грађевински вертикални подизач без противтега израз за одређивање Fw се упрошћава:

$$Fw = (Gk + Q)(\mu+1) \quad (3.10)$$

Сила затезања у грани ужади која се намотава на добош витла (обично се намотавају два ужета код таквих механизма) одређује се из израза:

$$Sd = \frac{Fw}{m \cdot \eta k} \quad (3.11)$$

где су: m – број кракова катураче, односно ужади која се намотава на добош ($m=1\dots 2$)

η – степен корисности катураче.

Момент на добошу, а такође и параметри електромотора и кочнице, одређују се општим методама наведеним приликом прорачуна механизма за дизање терета.

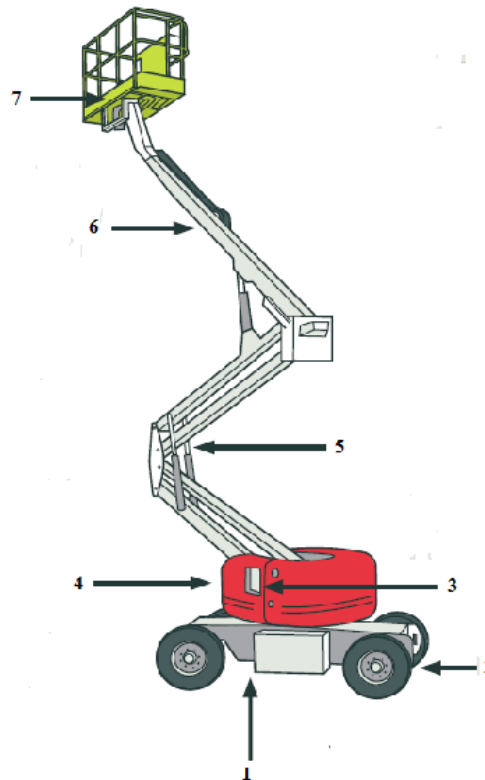
3.2 Подизне платформе

Један од типова вертикалних подизача јесу и подизне платформе које се користе при обављању спољашњих и унутрашњих ремонтних радова, приликом подизања радника са опремом, као и осталих врста терета чије је подизање најједноставније извршити помоћу наведеног, а такође и за уређивање и чишћење високих унутрашњих просторија, нпр: железничких станица, позоришта, метрополитена, великих јавних објеката итд. [8]

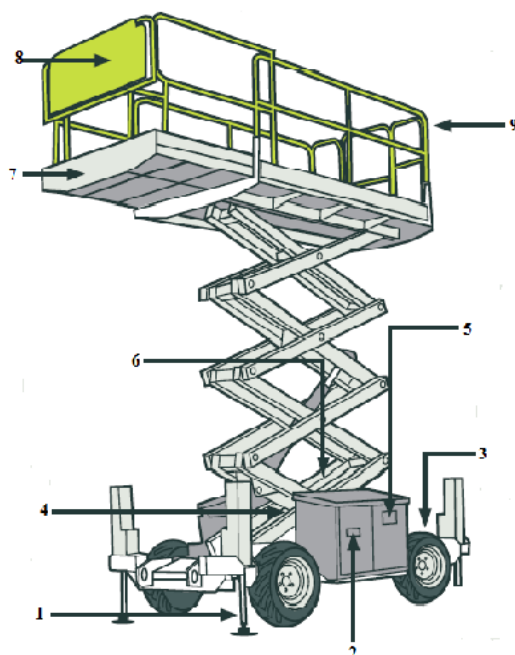
3.2.1 Подизне платформе за подизање радника

Намена овог типа подизних платформи је подизање радника са алатом, уређајима и инструментима, као и ремонтним материјалом, на потребну висину. Због потреба премештања, подизна платформа мора имати како добру стабилност, тако и, због потребе улаза кроз врата у унутрашњост објеката, мора имати и малу висину у транспортном положају, као и малу ширину. Због тога се подизне платформе израђују из више секција које се телескопски извлаче и остварују нарастање носеће челичне конструкције. За премештање подизних платформи користе се точкови – пнеуматици који приликом подизања платформе морају да буду ослобођени, а да се ослањају возила са подизном платформом обавља преко два или четири стабилизатора (хидраулична или механичка – преко завојног вретена).

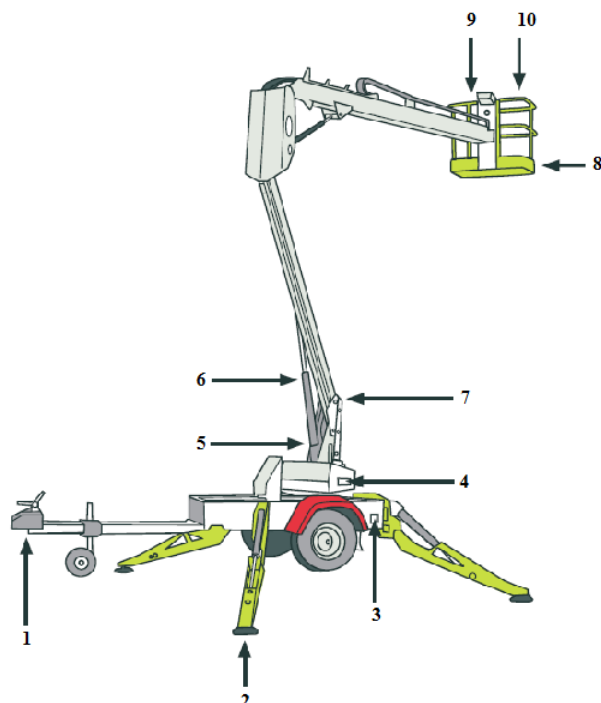
Постоји много типова подизних платформи чији се одабир врши у зависности од врсте посла за који се користе, као и од приступачности, облика терена и других фактора.



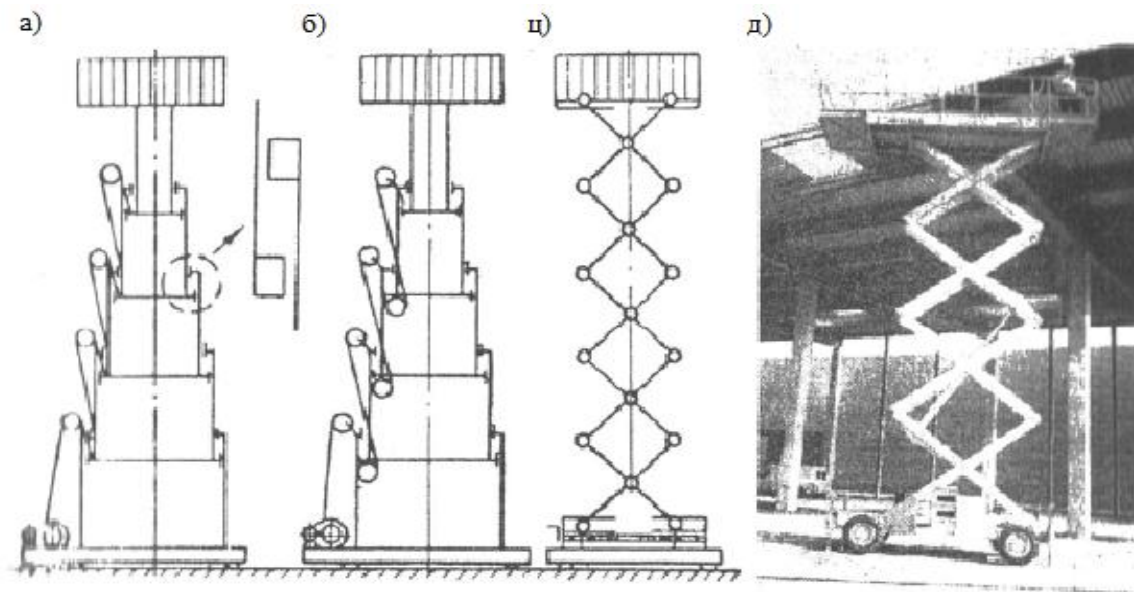
Слика 3.12. Подизна платформа са телескопском стрелом: (1) постолје, (2) точкови са гумама отпорним на убоде, (3) контроле са земље, (4) извор напајања (електрични или моторни), (5) цилиндри са противтегом, (6) стрела (права или под углом), (7) корпа са неклизајућим подом и улазном капијом [9]



Слика 3.13. Подизна платформа са системом полуга облика маказа: (1) стабилизатори, (2) серијски број, (3) точкови са гумама отпорним на убоде, (4) извор напајања, (5) контроле са земље, (6) ручни вентил за хитно спуштање, (7) платформа, (8) контроле на платформи, (9) сигурносна решетка [9]



Слика 3.14. Подизна платформа са телескопском стрелом: (1) кука за вучу, (2) монтирани стабилизатори, (3) серијски број, (4) контроле са земље, (5) извор напајања, (6) цилиндри са противтегом, (7) ручни вентил за хитно спуштање, (8) платформа, (9) контроле на платформи, (10) сигурносна решетка [9]



Слика 3.15. Шематски приказ телескопске подизне платформе: а) и б) - са секцијама облика решеткастих стубова; ц) - са системом полуга облика маказа; д) – са системом полуга облика маказа са хидрауличним погоном [3]

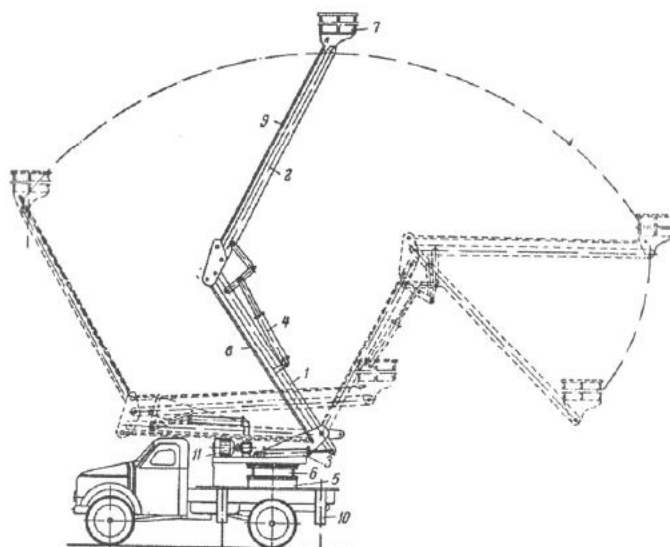
Телескопске подизне платформе (Слика 3.15. а) и б)), се састоје из низа решеткастих стубова који телескопски улазе један за другим. Уместо решеткастих стубова могу се применити, такође, и цеви. Крајња унутрашња секција носи платформу за раднике са прстенастом оградом. У угловима су постављене папуче преко којих се сваки стуб ослања на претходни телескопски стуб. Због обезбеђења сталног ослањања по висини у две тачке, горња папуча је учвршћена на спољашњем стубу, а доња на унутрашњем телескопском стубу. Ове папуче истовремено представљају ослоње који не дозвољавају излаз узастопних секција (једних из других). Подизање секција се обавља ужетом. Примењују се два система за дизање: са истовременим, а и са наизменичним, узастопним начином извлачења секција.

У првом случају свака секција се везује одсечком ужета са претходним, при томе је уже обмотано преко котура и причвршћено на претходну секцију; у другом случају је уже редно везано међусобно за све секције, услед чега се најпре подиже најлакша, унутрашња секција, а за њом редно све остале. [3]

Подизање се обично обавља ручним витлом, а код тежих подизних платформи подизање се обавља применом електромотора за погон витла.

3.2.2 Хидрауличне подизне ауто платформе

Управљање хидрауличном подизном платформом остварује се преко електрохидрауличних разводника, хидрауличне пумпе, цевовода и цревовода и хидрауличних цилиндара, све у циљу одржавања хидрауличне подизне платформе (7) у хоризонталном положају, за одређени дохват и одређену висину дизања платформе, као и за одређени угао обртања обртне платформе на постољу (5). Подизна платформа заузима хоризонталан положај преко спона (8 и 9), које образују заједно са полугама (1) и (2) зглобни паралелограм.



Слика 3.16. *Хидраулична подизна ауто платформа са зглобном конструкцијом полужног механизма за дизање и промену дохвата [3]*

У радном положају шасија возила је ослоњена на хидрауличне преносне ослонце – стабилизаторе (10). У транспортном положају сви уређаји се склапају и не излазе из допуштеног габарита возила које се укључује у друмски саобраћај. Сви хидраулични подизачи (клипњаче) се погоне пумпом (11) са индивидуалним електропогоном. Мотори се напајају електричном енергијом преко генератора који се погони преко дизел мотора возила.

Тако нпр., смештена на возилу носивости 2,5 t подизном платформом на дизел-хидраулични погон се може остварити носивост 250 kg (2 радника са алатом на радној платформи), за висину дизања 10...12 m, при дохвату до 6 m од вертикалне осе обртне платформе на шасији возила. [3]

Осим конструкција са полужним зглобом паралелограма хидрауличне подизне платформе на возилу на возилу могу бити и са телескопском стрелом на обртном стубу.



Слика 3.17. Хидраулична подизна платформа са стрелом на обртном стубу. [10]

Хидрауличне ауто дизалице, уграђене на теретном возилу, могу се користити и за самоутовар или истовар терета, а као захватни уређаји могу се користити различити уређаји: кука, траверза са кукама, различите врсте грабилица, кука са посудом за бетон, носачима за преношење оплата у грађевинарству, бетонских блокова, а може се уградити и сврдло за бушење земљишта.



Слика 3.18. Подизна платформа на камиону „Ivesco 35.S.9” [10]

Број хидрауличних стабилизатора износи $n=2$ или 4 у зависности од потребног момента стабилности који мора бити већи од момента претурања, тј.:

$$M_{st} > M_{pr}$$

Због потребне стабилности забрањује се рад на висини при телескопираној стрели, уколико претходно дизалица није ослоњена на хидрауличне стабилизаторе. У противном може се конструкција подизне платформе преврнути са возилом, што често доводи до смртних случајева особља у корпи – на платформи.

Руковање радом механизма подизне платформе обавља се или из корпе или са површине тла, поред одговарајуће команде. У случају кvara на хидрауличној инсталацији радник се из подигнуте корпе може принудно спустити на тле било активирањем одговарајуће команде на управљачком пулту у корпи или са стране, поред стабилизатора, активирањем одговарајуће полуге. У случају преоптерећења искључује се рад подизне платформе или механизам за дизање хидрауличне ауто дизалице. При достизању терета који је близак максималном за одговарајући дохват телескопске стреле, звучном сигнализацијом се руковацац опомиње да је терет који се подиже близак максималном за односни дохват стреле, односно настаје одизање једног од хидрауличних стабилизатора са супротне, дијагоналне стране од подгинутог терета (уколико је подизна платформа са четири стабилизатора).

3.2.3 Подизне платформе специјалне намене

Подизне платформе специјалне намене могу се користити како за подизање терета, тако и као подизачи за подизање људи. Основна карактеристика ових типова подизача јесте то што се израђују специјално за прилике у којима се користе. Најчешће су стационарног типа, тако да њихова конструкција зависи од места примене, облика и димензија терета.



Слика 3.19. Двостубни вертикални подизач аутомобила [10]



Слика 3.20. Четворостубни вертикални подизач аутомобила [11]



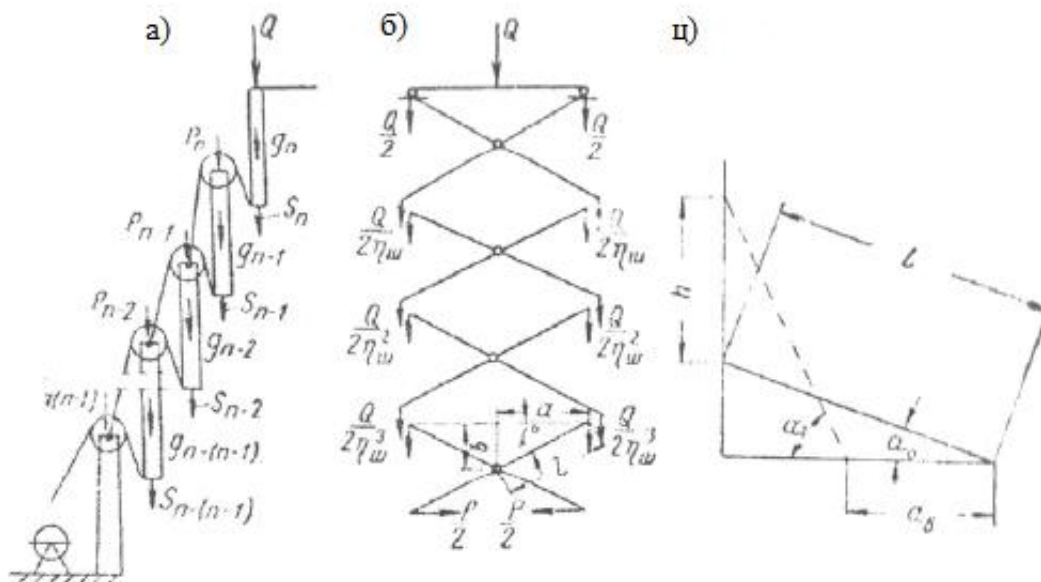
Слика 3.21. Гаражна платформа за паркирање и окретање возила [11]



Слика 3.22. Платформа за подизање/спуштање колица уз/низ степенице [8]

3.2.4 Принцип прорачуна подизних платформи

Подизање платформе може да се оствари и применом полужног система, (Слика 3.21), који се подиже извлачењем завојнице тзв. „нирбершке маказе“.



Слика 3.23. Шема оптерећења у телескопским секцијама подизне платформе: а) при истовременом подизању свих секција ужадима; б) при подизању платфофрме са секцијама које чине полужни систем маказа („нирбершка клешта“) а подижу се преко завојнице; ц) одређивање висине дизања H за случај „б“ [3]

На приказаној шеми оптерећења, истовременим подизањем свих секција, могу се одредити силе оптерећења S_i у одсечцима ужета S_i , као и силе P_i којим се оптерећују секције. Ако се на Q означи тежина корисног терета, g_i – тежина секције, за степен корисног дејства котура η_k и број померљивих – телескопских секција n , добијају се одговарајуће силе оптерећења у одсечцима ужета (усваја се да су гране ужади вертикалне):

$$S_n = Q + g_n \quad P_n = \left\{1 + \frac{1}{\eta_k}\right\} (Q + g_n) \quad (3.12)$$

$$S_{n-1} = P_n + g_{n-1} \quad P_{n-1} = \left\{1 + \frac{1}{\eta_k}\right\} S_{n-1} - \frac{1}{\eta_k} S_n \quad (3.13)$$

$$S_{n-2} = P_{n-1} + g_{n-2} \quad P_{n-2} = \left\{1 + \frac{1}{\eta_k}\right\} S_{n-2} - \frac{1}{\eta_k} S_{n-1} \quad (3.14)$$

$$S_{n-3} = P_{n-2} + g_{n-3} \quad P_{n-3} = \left\{1 + \frac{1}{\eta_k}\right\} S_{n-3} - \frac{1}{\eta_k} S_{n-2} \quad (3.15)$$

...

...

$$S_{n-(n-1)} = P_{n-(n-2)} + g_{n-(n-1)} \quad P_{n-(n-1)} = \left\{1 + \frac{1}{\eta_k}\right\} S_{n-(n-1)} - \frac{1}{\eta_k} S_{n-(n-2)} \quad (3.16)$$

$$S_k = \frac{1}{\eta_k} S_{n-(n-1)} \quad (3.17)$$

Приликом премештања основног ужета за дизање на висину h , m , прва подизна секција се такође премешта на висину h , m , а све наредне секције, једна у односу на другу, подижу се на висину $2h$. Због тога је укупна висина дизања:

$$H = h + 2h(n - 1) \quad (3.18)$$

Условни преносни однос система износи:

$$i = \frac{H}{h} = 1 + 2n - 2 = 2n - 1 \quad (3.19)$$

За задату брзину дизања платформе v_p , m/s , потребна брзина ужета износи:

$$V_{už} = \frac{v_p}{i} = \frac{v_p}{2n-1} \quad (3.20)$$

Потребна снага мотора, ако је степен корисности механизма η_m , одређује се из израза:

$$P = \frac{S_k \cdot V_{už}}{1000 \cdot \eta_m} = \frac{S_k \cdot v_p}{1000(2n-1)\eta_m}, kW \quad (3.21)$$

где су:

S_k [N] – сила оптерећења ужета доње секције на катуру;

$v_{už}$ [m/s] – брзина ужета;

v_p [m/s] – брзина дизања платформе;

η_m – степен корисности преносног механизма подизне платформе ;

n – број телескопирајућих секција подизне платформе.

Код подизних платформи изграђених према Слици 3.21 б наступа редно излачење узастопних секција, почевши од највише. Оптерећење подизног ужета је променљиво. Највеће оптерећење настаје при подизању нижих подизних секција, при томе је то оптерећење (на катуру):

$$S_k = \frac{\sum g_i + Q}{\eta_k}, [N] \quad (3.22)$$

где је:

η_k - степен корисног дејства система катурача.

При премештању основног ужета за дизање на висину h , m , секција ће се, такође, преместити на висину h , m , па је условни преносни однос система $i=1$ и, сходно томе је

$$v_{už} = v_p.$$

Потребна снага електромотора представља променљиву величину, а њена највећа вредност се одређује из израза:

$$P = \frac{S_k \cdot v_{už}}{1000 \cdot \eta_m} + \frac{(\sum g_i + Q)v_p}{1000 \cdot \eta_m \cdot \eta_k}, [kW] \quad (3.23)$$

Потребан рад за подизање платформе на висину H за обе шеме шнирања ужета за дизање, приказаним на Слици 3.23, а и б, је једнак, али се снага електромотора за дизање секција користи равномерно, те је у том случају потребна мања снага, те се због тога подизне платформе, направљене према шеми шнирања (Слика 3.23, а), чешће примењују у експлоатацији.

Код подизних платформи са механизмом за дизање у облику система полуга на принципу маказа („нирбершка клешта”), за степен корисног дејства шнирања полужног пара η_s , потребна сила за подизање платформе одређује се из израза:

$$\frac{P}{2} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{1}{\eta_s^n} = Q \frac{\cot a}{2\eta_s^n} \quad (3.24)$$

где је:

n – број централних чланака при шнирању.

Применом завојне полуге са десном и левом завојницом за подизање платформе, момент на завојном вретену, за средњи пречник завојнице d_{sr} и за угао пењања завојнице β , односно угао трења завојнице ρ , може се одредити из израза:

$$M_z = P \frac{d_{sr}}{2} \tan(\beta + \rho) = \frac{Q \cdot d_{sr}}{2\eta_s^n} \cot a \tan(\beta + \rho) \quad (3.25)$$

Висина дизања H , може се одредити на основу следећих услова.

При подизању једног чланка на пуну висину h , угао нагиба полуге се мења до граничне вредности $a=a_1 - a_0$ (за : $a_1=45...50^\circ$), за половину дужине полуге l , тј.:

$$h = l(\sin a_1 - \sin a_0) \quad (3.26)$$

Укупна висина дизања платформе је:

$$H = 2 \cdot n \cdot h = 2 \cdot n \cdot l \cdot (\sin a_1 - \sin a_0) \quad (3.27)$$

Дужину нарезаног дела завојнице (са једне стране) износи:

$$a_z = l \cos a_0 - l \cos a_1 = l(\cos a_0 - \cos a_1) \quad (3.28)$$

Ако је T – потребно време за подизање платформе на укупну висину, тада је средња брзина дизања:

$$v_{sr} = \frac{H}{T} = \frac{2nl(\sin a_1 - \sin a_0)}{T} \quad (3.29)$$

За корак завојнице t , њена угаона брзина (у обртима у јединици времена) одређује се из израза:

$$\omega_z = \frac{a_z}{T \cdot t} = \frac{l(\cos a_0 - \cos a_1) \cdot v_{sr}}{2nl(\sin a_1 - \sin a_0) \cdot t} = \frac{v_{sr}}{t} \cdot \frac{\cos a_0 - \cos a_1}{\sin a_1 - \sin a_0} \quad (3.30)$$

Пошто је ω_z одређено кинематиком погонског механизма и представља константну величину, то је очигледно да ће се брзина дизања платформе разликовати од средње, тј. мењаће се у зависности од угла a .

Снага електромотора одређује се из израза:

$$P = \frac{M_z \cdot w_z}{1000 \cdot \eta_z \cdot \eta_m} = \frac{Q \cdot d_{sr} \cdot \cos \alpha \cdot w_z \cdot \tan(\beta + \rho)}{2 \cdot 1000 \cdot \eta_z \cdot \eta_s^n \cdot \eta_m}, [kW] \quad (3.31)$$

где је:

η_m – степен корисног дејства погонског механизма.

При обављању ремонтних радова ван производних хала оправдано је подизну платформу, као надградњу, уградити на шасију возила, чиме се остварују боље механичке карактеристике.

У том случају је целисходно применити на механизму за дизање полужни систем са полугама којима се управља хидрауличним цилиндрима за потискивање полуга, а који је постављен на обртном постољу. Управљање радом за хидраулично потискивање полуга и за обртање обртног постоља преко механизма за обртање, је могуће са два места, стајањем поред возила или из подизне платформе. Управљање подразумева опслуживање подизне платформе потребне површине у пољу рада, као и у домену висине зоне рада хидрауличном подизном платформом.

4. ПРОРАЧУН ВЕРТИКАЛНОГ ГРАЂЕВИНСКОГ ПОДИЗАЧА

На основу принципа прорачуна наведеног у тачки 3.1.4, следи прорачун вертикалног грађевинског подизача:

Gk - тежина коша подизача

Q – тежина терета који се подиже

Gp – тежина противтега

За одабране почетне вредности:

$$Gk = 200kg = 200 \cdot 9,81 = 1962 \text{ N} \quad (4.1)$$

$$Q = 250kg = 250 \cdot 9,81 = 2452,5 \text{ N} \quad (4.2)$$

$$Gp = \left(Gk + \frac{Q}{2} \right) = 1962 + \frac{2452,5}{2} = 3188,25 \text{ N} \quad (4.3)$$

Како је код вертикалних подизача је $\sin\beta = 0$ ($\beta = 0$), у том случају се губици због трења клизања због могућег ексцентричног размештања терета на подизној платформи узимају у обзир преко коефицијента трења клизања у обзир преко коефицијента трења клизања између точкова и шина $\mu \approx 0,15 \dots 0,20$, односно:

Усвојено $\mu = 0,17$

$$Fw = Gk + Q - Gp + \mu(Gk + Q + Gp) = (Gk + Q)(\mu + 1) + Gp(\mu - 1) \quad (4.4)$$

$$Fw = (2452,5 + 1962)(0,17 + 1) + 3188,25 (0,17 - 1) \quad (4.5)$$

$$Fw = 5164,96 + 3188,25 (-0,83) \quad (4.6)$$

$$Fw = 5164,96 - 2646,24 \quad (4.7)$$

$$Fw = 2518,725 \text{ N} \quad (4.8)$$

Уколико се усвоји витло са погонском ужетњачом са бројем ужади m на ужетњачи, односно преко којих је обешена кабина, прорачунска сила затезања сваког ужета се одређује из израза:

За $m = 2$

$$Suž = \frac{(Gk+Q)(\cos\beta+\mu\sin\beta)}{m} \quad (4.9)$$

$$Suž = \frac{5164,96}{2} = 2582,48 \text{ N} \quad (4.10)$$

Сила затезања у грани ужади која се намотава на добош витла (обично се намотавају два ужета код таквих механизма) одређује се из израза:

$$Sd = \frac{Fw}{m \cdot \eta_k} \quad (4.11)$$

где су: m – број кракова катураче, односно ужади која се намотава на добош (усвојено $m = 2$)

η – степен корисности катураче ($\eta = 0,98$)

$$Sd = \frac{Fw}{m \cdot \eta_k} = \frac{2518,725}{2 \cdot 0,98} = 1285,06 \text{ N} \quad (4.12)$$

За грађевински вертикални подизач без противтега израз за одређивање Fw се упрошћава:

$$Fw = (Gk + Q)(\mu + 1), \quad (4.13)$$

У том случају је:

$$Fw = (2452,5 + 1962)(1,17) = 5164,96 \text{ N} \quad (4.14)$$

Из тога следи да сила затезања у грани ужади Sd износи:

$$Sd = \frac{Fw}{m \cdot \eta_k} = \frac{5164,725}{2 \cdot 0,98} = 2653,18 \text{ N} \quad (4.15)$$

5. ЗАКЉУЧАК

У свакој организованој производњи, у току обављања радних операција, у различитим областима привреде, обавља се стално премештање и подизање материјала. По потреби, подизање терета по утврђеној трајекторији може се обавити применом подизача којим се подизање терета остварује у кабини, односно лифтовима, стубним подизачима у вишеспратним грађевинским објектима, виљушкарима и подизним платформама у складиштим просторима. Подизачи за премештање терета по вертикали се често примењују за обављање утоварно-истоварних радова на складишним површинама, у јамама у рудницима, у грађевинарству, у вишеспратним грађевинским објектима, на радио-релејним стубовима, метеоролошким станицама, на високим телевизијским торњевима .

Висок темпо развоја привреде у свету и све већи раст промета робе захтева стално усавршавање средстава и метода премештања и ускладиштења терета, односно и самих вертикалних подизача. У циљу остваривања што већег економског ефекта, ради се на примени високог степена механизације и аутоматизације вертикалних подизача, чиме се утиче на снижење цене коштања производа и смањење тешког ручног рада.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.profimetal.co.rs/liftovi.php>, приступљено 03.09.2015.
- [2] http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/4118/mod_resource/content/0/Uvodno_predavanje.pdf, приступљено 09.09.2015.
- [3] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [4] С. Дедијер, Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [5] <http://www.pomak.rs/teretni-liftovi.html>, приступљено 12.09.2015.
- [6] http://www.pflow.com/resources/brochures_manuals, приступљено 03.09.2015.
- [7] http://www.ap-magazine.com/plastics-product/Detail_60781_Skip-Conveyor-.html, приступљено 12.09.2015.
- [8] http://icinzenjering.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=13&lang=sr-YU, приступљено 12.09.2015.
- [9] <http://www.boomlift.in/category/cherry-picker/>, приступљено 15.09.2015.
- [10] <http://www.everychina.com/m-aerial-working-platform-lift>, приступљено 21.09.2015.
- [11] <http://dir.indiamart.com/impcat/car-lift.html>, приступљено 12.09.2015.