

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Металне конструкције

Број индекса: 145/2016

Алекса М. Васиљевић

**Пројектовање носеће конструкције
мосне дизалице
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Весна Марјановић -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да опише врсте конструкција у машиноградњи са посебним освртом на дизаличне урађаје и њихове носеће елементе, носаче и стубове. Да да осврт на могуће машине спајања носећих елемената и врсте спојних средстава која се за то користе. На крају да моделира носеће елементе једне носне дизалице без погонских делова.

Препоручена литература:

[1] Острић Д, Дизалице, Машински факултет у Београду, Београд 1992.

[2] Петковић З., Острић Д., Металне конструкције у машиноградњи 1, Институт за механизацију Машинског факултета у Београду, Београд 1996.

[3] Марковић З., Гранична стања челичних конструкција према Еврокоду, Академска мисао, Београд 2014.

Крагујевац, 23.10.2019.

Ментор: Проф. Др Весна Марјановић

Садржај

1. Увод.....	2
2. Типови веза у металним конструкцијама.....	5
2.1 Закивци.....	6
2.2 Завртњеви.....	9
2.3 Веза остварена заваривањем.....	11
3. Везе под углом.....	16
4. Типови и начини конструисања дизалица.....	19
5. Модел носећих елемената двогредне мосне дизалице.....	26
Закључак.....	27
Литература.....	28

Резиме

Овај завршни рад прво даје преглед употребе металних конструкција у машиноградњи са посебним освртом на уређаје за подизање и премештање терета-дизалице. Затим је изложен детаљан преглед начина спајања и настављања елемената металних конструкција. Описана су различита спојна средства која се у ту сврху користе и начини њиховог прорачуна. Дат је преглед различитих дизаличних урађаја и на крају модел носећих елемената једне двогредне мосне дизалице.

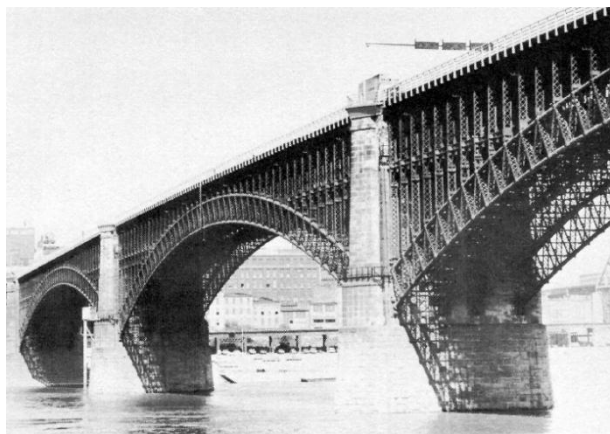
Кључне речи: конструкција, дизалица, анализа.

1. Увод

Израз метална конструкција односи се на конструкције које су претежно или у потпуности израђене од метала. Сама конструкција се састоји од делова који су уграђени у структуру да би формирали функционалну целину.

Као материјал израде се у металним конструкцијама најчешће користи челик, затим алуминијум. Металне конструкције представљају само једну област носећих конструкција, за чију се градњу користе метални материјали. Поред ових материјала могу се користити и армирани бетон, дрво и други природни и вештачки материјали.

Челични материјали, због својих веома добрих особина, у највећој мери се користе при изградња грађевинских конструкција и грађевинских машина. У ове конструкције се убрајају кранови, мостне и конзолне дизалице, покретне траке, конвејери, багери али и спортске и индустријске хале, хангари, гараже, мостови, водоторњеви, силоси, резервоари и друге конструкције за специјалне намене. Прва значајна конструкција је мост Сент Луис преко реке Мисисипи, који је завршен 1874. године. Мост је био лучног облика, распона $153+159+153$ метара.



Слика 1. Мост Сент Луис преко реке Мисисипи, [3]

У новије време се све чешће примењују алуминијумске легуре, у неким областима чак и као приоритетне. У односу на челичне, алуминијумске легуре имају одређене предности као што су мања специфична тежина што уз одређене механичке карактеристике доводи до смањења сопствене масе па самим тим и смањења инерционих сила. Отпорност код њих је боља, па је заштита од корозије углавном непотребна. Као недостатак је већа цена, сложеније технологије израде и веће деформације при истом оптерећењу.

Металне конструкције имају велике могућности као што су премोшћавање великих распона, брзо и једноставно монтирање, малих димензија и елегантног облика, израда не зависи од атмосферских услова, лако поправљање конструкције, лако појачавање и отклањање материјала, не губе своју вредност, нису запаљиви, трајност конструкције јако велика.

Ове конструкције не захтевају посебну врсту машинске обраде. Једине обраде које захтевају ове конструкције су обрада на местима заваривања, бушење отвора на местима завртњева и закивака и сечење и савијање елемената.

Облик пресека делова конструкција и решење општег облика конструкције условљавају поделу металних конструкција на решеткасте и лимене. Одабир типа конструкције зависи од примене, врсте оптерећења, атмосферским улова и других фактора. Особине које одликују решеткасту конструкцију јесу ретко јављање сложеног напонског стања, лакше су од других конструкција, изложене су углавном аксијалном оптерећењу, састављене су од стандардних елемената, јефтиније су од других конструкција. Лимене конструкције су најчешће оптерећене на савијање, састављене су од плочастог материјала, примењују се за велике распоне, користе се код мостних и конзолних дизалица и мостова

Пројекат једне металне конструкције мора да одговара намени и треба да омогући њено извођење. Изглед конструкције је јако важан, мора одговарати естетским захтевима. Избор материјала мора бити доступан на тржишту. Пројекат је основ за извођење конструкције. Конструкција треба да буде тако обликована да омогући приступ свим оним местима која су угрожена од корозије, а на местима где би се могла сакупљати вода мора се обезбедити могућност њеног отицања.

Носеће структуре у техници представљају конструкције машина и објеката које својим обликом омогућавају остварење одређених функција. Носећа конструкција представља формирани носиви простор који ус одређене услове треба да прими и пренесе оптерећења од спољних сила, сила која се јављају у њој и сила на месту ослањања. Намена металне конструкције јесте да пренесе оптерећење. Прорачун којим се доказује да конструкција задовољава потребна оптерећења мора поседовати основне доказе. У основне доказе убрајамо доказ напона, еластичности материјала, деформације, динамичке стабилности, сигурности против превртања, сигурности веза.

Најчешће коришћени елементи за израду конструкција су траке и пуни профили, лимови и профилисани носачи, сложени профили и хладно обликовани профили. Њихово спајање се врши заваривањем, закивцима и завртњевима.

Конструкција поред предности има и недостатке попут одржавања и заштите од корозије. Такође делови конструкције се деформишу услед великих температура.



Слика 2.Изглед металне конструкције изложене корозији , [13]

Металне конструкције имају велики удео у грађевинарству. Ту је највећи напредак је остварен мостовима. Средином двадесетог века направљени су највећи подухвати изградњом мостова помоћу металне конструкције. Овакви мостови су достизали довољно ширину коловоза, велики распон и висину стубова. И данас ови мостови се убрајају у рекордне по свом распону.

Између осталог, металне конструкције су нашле примену у машиноградњи и код дизалица. Оне служе за подизање и премештање терета са једног места на друго. Прве дизалице су коришћене за прављење пирамида и биле су од дрвета, а касније као лучке и грађевинске дизалице. Неке карактеристичне су грађевински кранови, мостне дизалице, конзолне дизалице, лучке дизалице, камионске итд.

Дизалице према врсти погона можемо поделити на дизалице са електромотором и дизалице са СУС - мотором. Погон може бити централни или одвојен.



Слика 3. Дизалице при раду [10]

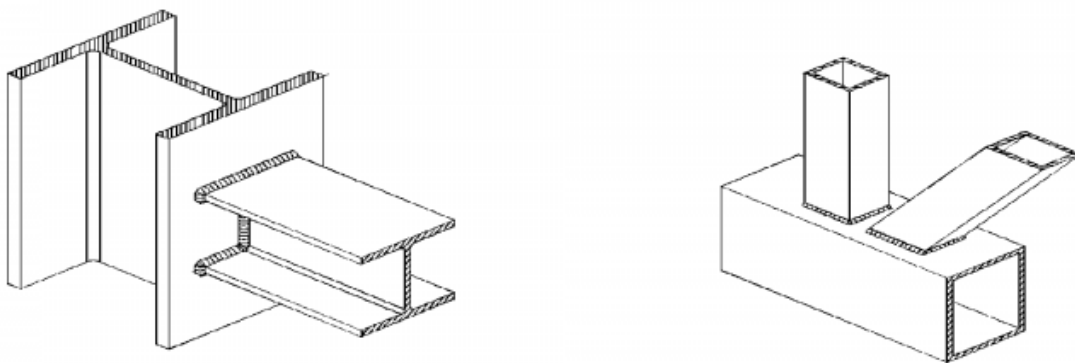
2. Типови веза у металним конструкцијама

Циљ сваке конструкције јесте да пренесе оптерећење. Конструкцијски систем неког објекта може бити сачињен од различитих веза, зависно од положаја елемената. Код металних конструкција, систем није монолитан већ је сачињен од више делова различитих димензија. Ови делови се у радионици обрађују, а уграђују се на градилишту. Под овом изградњом још се убраја и транспорт елемената, [3].

Избор врсте везе и спојних средстава у њој утиче на капацитет носивости и крутост везе. Треба тежити да носивост везе буде већа или једнака од носивости елемента који се везује. Крутост везе има утицаја на статичко понашање везе и прерасподелу унутрашњих сила у конструкцији. Поред тога, везе треба да имају и одређени капацитет дуктилности, како би се омогућила прерасподела унутрашњих сила.

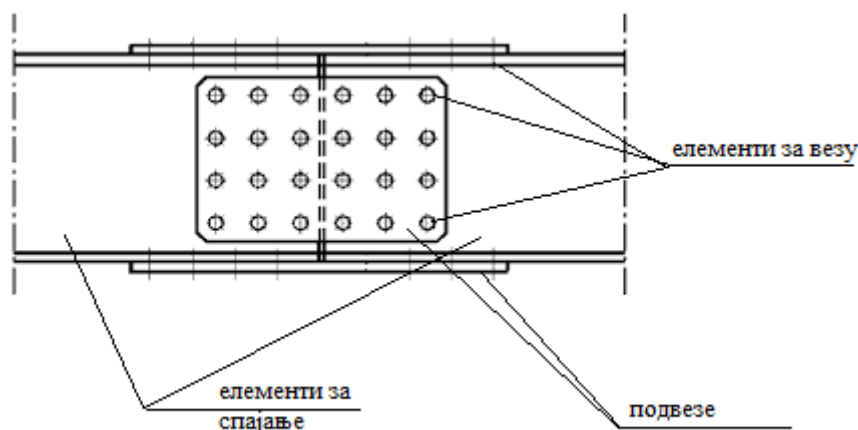
Код оваквих случајева обраде примењује се низ поступака и операција неопходних за израду елемената, као и спајање и међусобно повезивање. Димензије елемената често прелазе стандардне дужине елемената, па се зато јавља потреба за оваквим видовима спајања. Повезивање елемената мође бити остварено помоћу механичких спојних средстава и технолошким поступцима. У механичке поступке најчешће спадају закивци, завртњеви и чепови. Заваривање и лепљење спадају технолошке поступке.

Зависно од места извођења разликујемо две врсте наставака, радионичке и монтажне. Радионички наставци се изводе у радионици. У радионици се врши међусобно спајање елемената и формирају се полусклопови и склопови. Габарити склопова морају бити мањи од предвиђеног транспортног средства. Радионички наставци се најчешће обрађују заваривањем.



Слика 4. Радионички наставци, [1]

Монтажни наставци се изводе на градилишту. Уз помоћ њих повезују се радионички сегменти тако да стварају јединствену целину. Зависно од услова у којима се налазе, квалитета челика, габаритних елемената склопа монтажни наставци се израђују уз помоћ завртњева и закивака. Врло ретко се изводи уз помоћ заваривања због брзине извођења наставка. Монтажни наставци заваривањем се обично израђују код статички оптерећених конструкција.



Слика 5. Монтажни наставак, [3]

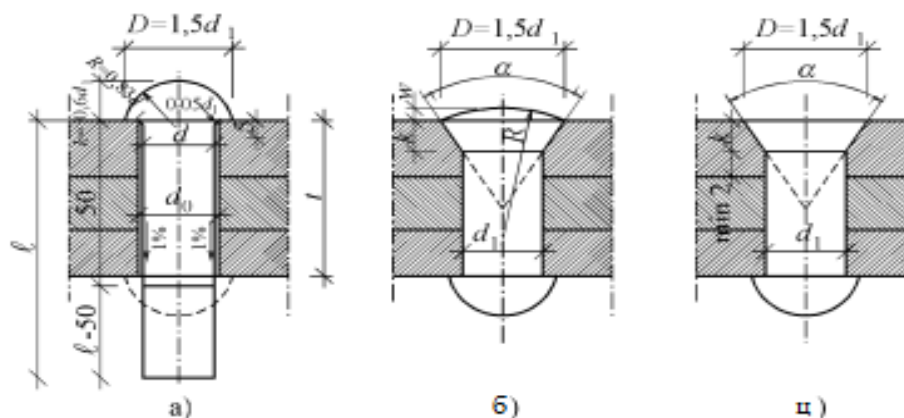
2.13 Закивци

Закивци као спојно средство примењивани су тридесетих година деветнаестог века. Они и данас има изузетно велику примену јер су се показали као сигурно и ефикасно средство за спајање, [3].

Овакав тип спајања елемената се понаша јако добро јер равномерно преноси оптерећење како при статичком тако и при динамичком оптерећењу. Закивци испуњавају рупу целим материјалом и тако преносе силу дуж везе. Оваква веза испуњена материјалом омогућава мало проклизавање и деформабилност елемената у конструкцији. Закивци су стандардизовани.

Закивак се састоји од цилиндричног облика тела и главе закивка. Према облику главе закивке можемо поделити на:

- закивке са полукружном главом (а)
- закивк са полуупуштеном главом (б)
- закивке са упуштеном главом (ц).



Слика 6. Врсте закивка, [3]

Закивци се израђују машинским путем округлог челика. Затезна чврстоћа се налази у опсегу од 300 до 550 МПа. Најчешће се користе закивци за полукружном главом. Закивци се уграђују у претходно избушене отворе. Отвор за закивак је за један милиметар већег пречника. Закивак се загрева до температуре која је погодна за ковање, затим се поставља преса која притиска главу и врат где се прво испуњава отвор а затим обликује друга глава.

Пречник закивка се бира по препоруци. Пречник зависи од дебљине елемената који се спајају да не би дошло до кривљења усијаног врата при притискању закивка.

Ради лакше и прецизније прегледности цртежа, закивци се означавају посебним ознакама. Ове ознаке су стандардизоване.

Табела 1. Стандардизоване ознаке закивака, [3]

Prečnik d_0	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34
Oznaka											
Dopunske oznake zakivaka	a) 				b) 			c) 		d) 	

Поред стандардних ознака постоје и допунске. Допунске ознаке дефинишу накнадно уграђене закивке. Допунске ознаке означавају се заставицама и полукругом. Једна заставица означава да је отвор за закивак избушен у радионици и да закивак мора бити уграђен на градилишту. Две заставице се додају уколико се отвор и закивак уграђују на градилишту. Полукруг означава позицију полуупуштене главе, зависно да ли се налази горе или доле.

Да би одредили потребан број закивака у вези потребно је познавати понашање закивака под оптерећењем. Током хлађења закивка долази до његовог скупљања. Елементи у вези се померају и у закивку се јавља сила затезања у глави која врши притисак. Овакав притисак може бити већи од границе развлачења. Додатно хлађење утиче на смањење пречника тела закивка. Због овога се ствара зазор између отвора и тела закивка. Овим чињеницама закључујемо да прорачун закивка је врло сложен и до њега се долази кроз три фазе. Прва фаза јесте супростављање силе трења између главе закивка и спољног елемента везе. У другој фази долази до еластичне деформације везе услед смицања, савијања и гњечења елемената везе у контакту са закивком. Трећа фаза и најкритичнија говори о знатној деформацији закивка у вези. Тачније речено, долази до лома закивка услед превеликог оптерећења. Ово још зависи од врсте материјала, бушења отвора и положаја веза. Бушење отвора има веома важну улогу у овом прорачуну.

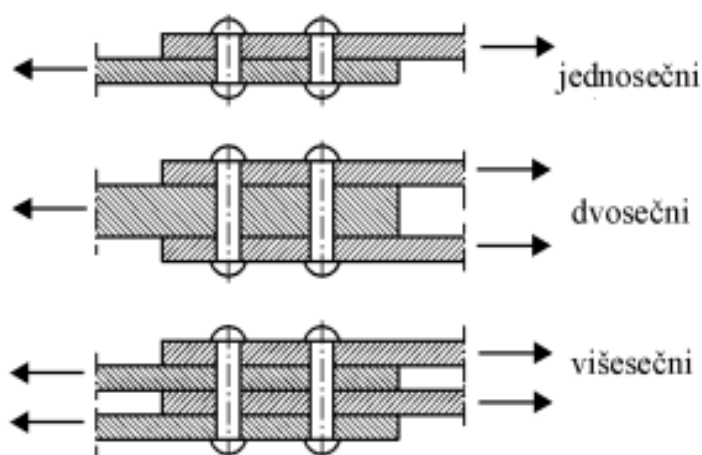
Да би ближе и тачније одредили носивост закивка уводимо претпоставке као што су:

- занемаривање трења између елемената изазвано силама затезања закивка
- занемарује се затезање и савијање закивка код смичућих спојева
- сви закивци у вези преносе подједнако оптерећење
- контакт између закивка и елемената је равномерно оптерећен по површини
- деловањем смичуће силе у врату закивка се јавља константан напон смицања.

Преношење оптерећења са једног елемента на други врши се смицањем закивка по читавој површини тела закивка. Број сечних површина који праве смицајно оптерећење зависи од броја елемената у вези. Према овоме разликујемо следеће закивке:

- једносечне
- двосечне
- и вишесечне.

Једносечне закивке карактерише само једна раван смицања, код двосечних две равни смицања док вишесечне описује веза са више од две сечне равни (више од три елемента у вези).



Слика 7. Врсте закивака према сечним равнима, [3]

Носивост закивака на смицање одређује се према следећем обрасцу:

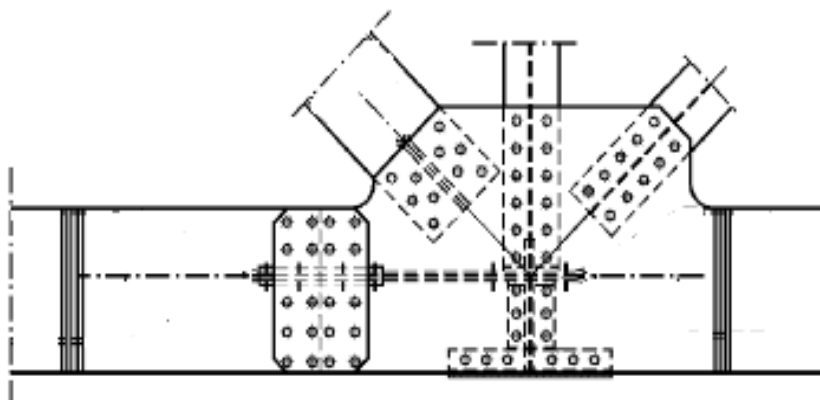
$F_v = m \cdot A \cdot \tau_{\text{dop}}$. У овом обрасцу m карактерише сечност закивка, τ_{dop} допуштени напон на смицање и A површину тела закивка

2.2 Завртњеви

Развој конструкција са собом повлачи и развој завртњева као спојно средство за везу. Коришћени су обични завртњеви а касније током њиховог развоја користе се завртњеви бољих карактеристика, [3].

Завртањ представља савремено и једноставно спојно средство за израду. Највише се користе у зградарству и мостоградњи. Они врше спајање елемената у вези на градилишту. У данашњој индустрији они су скоро у потпуности заменили закивке.

Завртањ се израђује машинским путем. Пошто се уградња врши на градилишту то доводи до уједначености квалитета завртња. Уградња не захтева сложену опрему и специјализовану радну снагу. Завртњеви се уграђују врло једноставно где ову операцију врши један радник. Временски услови не утичу на квалитет везе као и на сам завртањ. Много брже се уграђују у односу на закивке. Веза завртњима је јефтинија и квалитетнија у односу на везу закивка.



Слика 8. Пример везе коришћењем завртњева , [3]

Завртањ врши спајања два или више елемената у вези. Бушење отвора се врши истим поступком као и код закивака. Завртањ се поставља кроз отвор, са друге стране долази подлошка и навртка. Навртка се навија све док елементи не буду у споју. Накнадно притезање навртке се врши одређеном машином. Након притезања свих завртњева веза је спремна за преношење оптерећења. Ови завртњи морају бити спремни да се супроставе смицању, затезању и притиску по омотачу отвора.

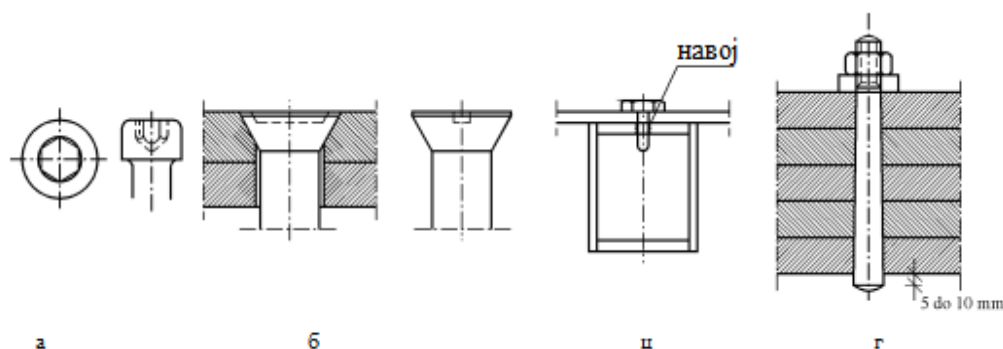
Називну меру дефинише дебљина тела завртња на месту навоја. У челичним конструкцијама употребљавају се завртњи са метричким навојем. Некада су употребљаван цоловни односно Витвортов навој. Најчешће се користе завртњи са десним навојем, у изузетним случајевима са левим навојем.

Најважнији део завртња јесте тело. Тело завртња преноси силу, трпи смичуће оптерећење као и притисак на омотачу отвора. Због свих ових оптерећења у конструкцијама се користе подлошке. Подлошка је кружног облика са отвором у средини. Подлошке су минималне дебљине осам милиметара. Постављају се између елемента спајања и навртке.

Тачност израде тела је веома битна. Према њој можемо поделити завртње на обрађене и необрађене. Обрађени завртњи су завртњи са тачним налегањем. Код ових завртњева разлика између димензија отвора и тела завртња је испод 0,3 милиметра. Необрађени завртњеви су завртњеви лабавог налегања. Разлика између димензија је преко једног милиметра. Предност ових завртњева јесте лакша уградња на градилишту.

Постоје специјални завртњеви и користе се у специјалним случајевима. Ти случајеви могу бити:

- завртњи са унутрашњом шестоугаоном главом (а)
- завртњи са упуштеном главом (б)
- завртњи без навртке (в)
- конусни завртњеви (г)



Слика 9. Специјални завртњи , [3]

Завртњи са унутрашњом шестоугаоном главом налазе примену у спојевима код којих не постоји простор за постављање кључа.

Завртњи са упуштеном главом се користе у спојевима код којих се захтева да површина на месту споја буде равна. Завртњи без навртке се користе у неприступачним спојевима где не постоји могућност постављања навртке. Овакав случај захтева урезивање навоја на елементу који се користи уместо навртке. Конусни завртњи у спојевима са закивцима код којих је дебљина споја већа од дозвољене. Тело завртња је под нагибом од једног процента и нема главу него се тело испушта ван за пет до десет милиметара.

Обележавање завртња садржи:

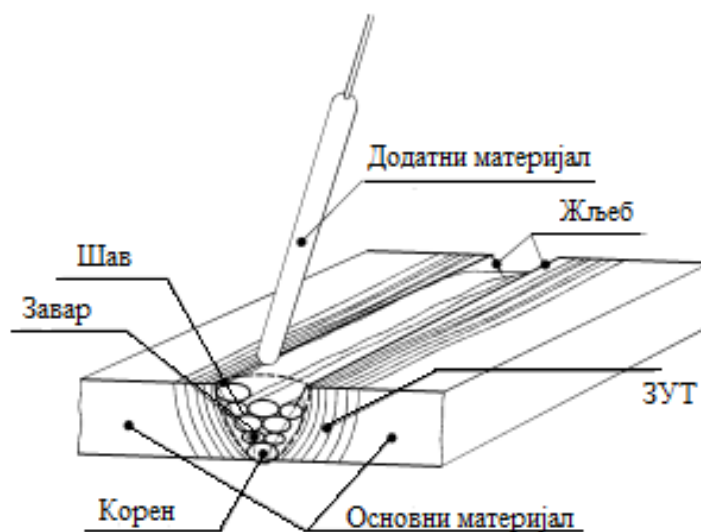
- врсту навоја
- пречник завртња на месту навоја
- дужину завртња
- класу чврстоће
- и стандард по коме је рађен

На цртежима због лакше прегледности и смањења грешака, завртњи су обично представљени посебним стандардизованим ознакама. Постоје ознаке за обрађене и необрађене завртње. Уколико се ради о обрађеном завртњу испод ознаке постоји црта која то наглашава.

Завртањ се израђује од челика. Зависно од потребе завртњева и особине материјала разликујемо челик од механичких до хемијских својстава. Класа чврстоће се обележава са два броја одвојена тачком. Први број представља класу чврстоће на затезање, док други представља границу развлачења и чврстоће на затезање.

2.3 Веза остварена заваривањем

Технолошки поступак који се бави спајањем истих или сличних метала назива се заваривање. Поступак се изводи под великом температуром која изазива топљење материјала у споју. Топљење се дешава на основном и на додатном материјалу. Додатни материјал представљају електроде или жице зависно који се поступак заваривања користи. Мешањем материјала долази до физичког и хемијског сједињавања. Постепеним хваћењем очвршћује се сједињени материјал и добија се такозвани шав. Шав представља физички континуитет материјала. Овај начин остварује један континуалан спој елемената који заједно чине везу, [3].



Слика 10. Основни појмови поступка заваривања, [3]

Основни материјал је материјал од кога су израђени делови над којим треба бити извршен овај поступак спајања.

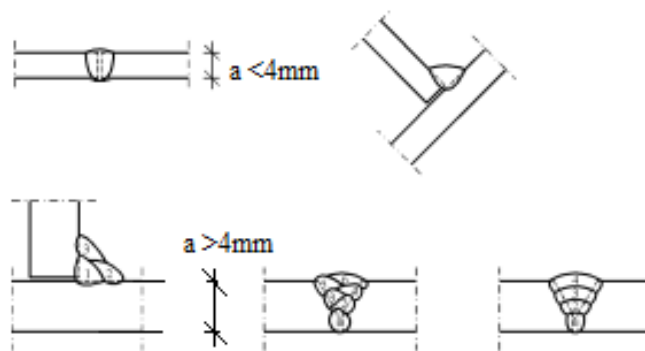
Додатни материјал јесте материјал који се приликом загревања топи и сједињује са основним материјалом. Приликом хлађења очвршћава материјал и образује шав. Јако битно је изабрати правилан додатни материјал како би се извело брже и боље попуњавање жљеба и сједињавање самих материјала. Додатни материјал мора да поседује легиране растопе чија је функција да створи услове за заштиту шав. Легирани растоп има улогу да сачува шав од атмосферских гасова и да омогући постепено хлађење а самим тим и очвршћавање материјала.

Шав је материјализовано место спајања. Шав се налази на споју, који означава међусобни положај делова који се спајају.

Зона утицаја топлоте или скраћеница „ЗУТ“, представља зону у основном материјалу непосредно уз шав у којој је због високих температура које настају приликом заваривања је дошло до скруктурних промена.

Жљеб је простор предвиђен за депоновање додатног материјала приликом заваривања. Његов облик зависи од врсте споја и дебљине елемената. Фунскица жљеба јесте да омогући правилно растапање по дебљини основног материјала и добро испуњавање раствора. Код сучеоних шавова жљеб се формира обарањем ивица елемената, док код угаоних шавова није потребна припрема већ жљеб формирају ивице које се спајају.

Део шави добијен топљењем додатног материјала у једном пролазу назива се завар. Код угаоних и сучеоних шавова над танким елементима који се спајају може се извести завар у једном пролазу. Танке елементе сматрамо са дебљином мањом од 4 mm. За елементе дебљине преко 4 mm, шав се образује из више пролаза. Први завар представља корени шав док остали могу бити паралелни њему или се изводити по оси елемената.



Слика 11.Израда сучеоних и угаоних шавова за различите дебљине елемената
,[3]

Способност материјала да постоји могућност да спајања истих назива се заварљивост. Заварљивост можемо поделити на:

- оперативну заварљивост
- металуршку заварљивост и
- конструктивна заварљивост.

Оперативна заварљивост је могућност остваривања материјалног континуитета без појаве грешака између соојених елемената. Металуршка заварљивост представља услов за добијање квалитетног шави, док конструктивна формира способност шави да се понаша као основни материјал под оптерећењем.

Данас је израда металних конструкција готово незамислива без примене поступка заваривања. Поступак је нашао највећу примену код заваривања профила. Основне предности које нуди заваривање у односу на маханичка спојна средства су:

- материјални континуитет који се омогућава континуално преношење оптерећења између елемената
- остваривање крутих веза које имају велику улогу код динамичких оптерећења
- смањивање тежине саме конструкције која је изазвана смањењем самих веза
- могућност промене дебљине материјала елемената у вези
- смањено време потребно за додатну обраду материјала
- могућност остваривања непропусних спојева и
- избегавање слабљења материјала пробијањем отвора.

Заваривање остварује широки асортиман елемената у вези. У вези се могу наћи стандардни профили, као и сандучасти, кружни и многи други. Помоћу заваривања се остварује преношење оптерећења преко самог шави, док спојеви остварени помоћу закивака и завртњева преносе оптерећење са једног елемента на други. Овим податком закључујемо да спој остварен заваривањем може поднети веће оптерећење у односу на остале спојене елементе. Веза заваривањем се изводи брже, економичније и квалитетније у односу на остале везе.

Уколико постоји потреба за ојачањем елемената или неког дела додавањем материјала она се изводи заваривањем. Приликом извршавања процеса треба конструкцију олакшати. Заваривање са собом носи и загревање које утиче на механичке карактеристике материјала. Промена механичких карактеристика може довести и до трајних последица као што је лом конструкције.

Када говоримо о непропустљивости течности, заварени спој је најпогоднији у односу на спојеве остварене закивцима и завртњевима. Главну улогу има шав који се сједињава са основним материјалом и спречава пролаз течности. Овај процес нам омогућава велику примену код резервоара, бункера, хидротехничких објеката, цистерни за гасове и друге течности.

Како постоје предности, тако постоје и недостаци заваривања као што су:

- велика потреба за квалификованом радном снагом
- посебно захтевани услови у процесу заваривања у климатском погледу
- посебно захтеван процес контроле квалитета
- велика осетљивост на пожар због самих гасова који се користе.

Квалификована радна снага је предуслов да ће изабрани поступак заваривања дати очекиване резултате. У сваком послу је битна пракса, али у овом је јако битно познавати материју. Када ово кажемо мислимо на правилно руковање опремом, познавање израде шава, попуњавање жљеба, да заваривач отклони и спречи додатно стварање грешака уколико постоје.

У шаву и око њега могу се јавити грешке и напрсине приликом заваривања. Оне могу проузроковати слабљење као и рушење саме конструкције. Динамичка оптерећења насупрот прслинама узрокују повећање самих прслина. Ширењем прслина оне делују на континуитет шава и смањују носивост конструкције. У случају статичког напрезања дешава се прерасподела напрезања. У случају да не постоји прерасподела напрезања приликом негативних услова може доћи до такозваног кртог лома материјала. Да би спречили настанак лома морамо извршити погодан избор основног материјала, посебну обраду и поступак заваривања, као и контролу квалитета шава.

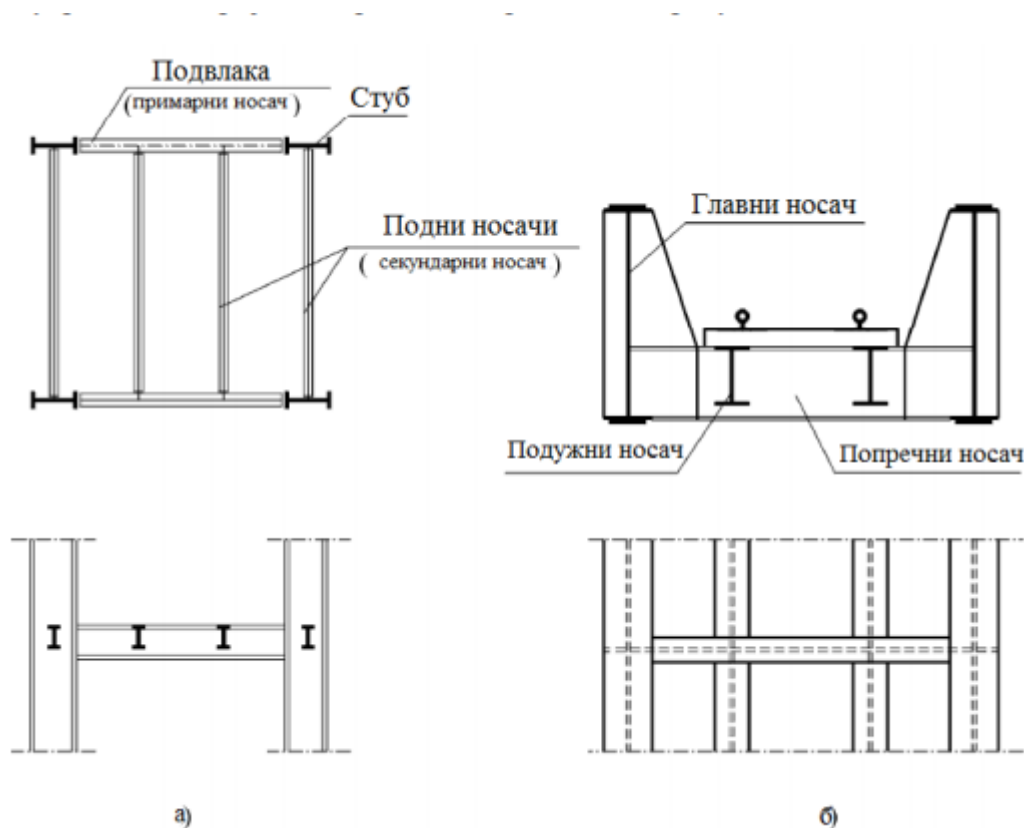
Откривање и уклањање грешака је веома захтеван и скуп процес. Стога је на пројектанту да што економичније и прицизније испројектује задате везе, пратећи следеће захтеве:

- везе и наставци морају да буду што једноставнији, односно да се води рачуна о простору за рад на градилишту
- треба обратити пажњу да везе буду ван положаја максималних вредности чиме би се смањио степен опасности од елентуалних грешака
- избегавати тешке положаје заваривања, јер су слабији шавови, скуљи су и интервал потрошеног времена је већи
- провера квалитета мора да буде сразмерна самим потребама конструкције односно по цени шавова.

Климатски услови су битан фактор за квалитетну израду заваривачких радова. Посебну улогу има спољашња температура, присуство ветра и влажност ваздуха. Ниска температура брзо хлади шав чиме спречава постепено очвршћавање завараног споја. Овим не долази до сједињавања основног и додатног материјала, јављају се прслине у види гасова и појеве трошке. Доња граница температурног опсега се налази између 0 и 5 ° С. Испод ових температура врши се додатно предгревање основног материјала пре самог поступка. При заваривању услед ветра могу се јавити грешке у самом шаву јер долази до неравномерног хлађења. Све ово доказује да заваривање је најпогодније вршити у радионици по најповољнијим условима, док се на градилишту дешава заваривање у импровизованим условима.

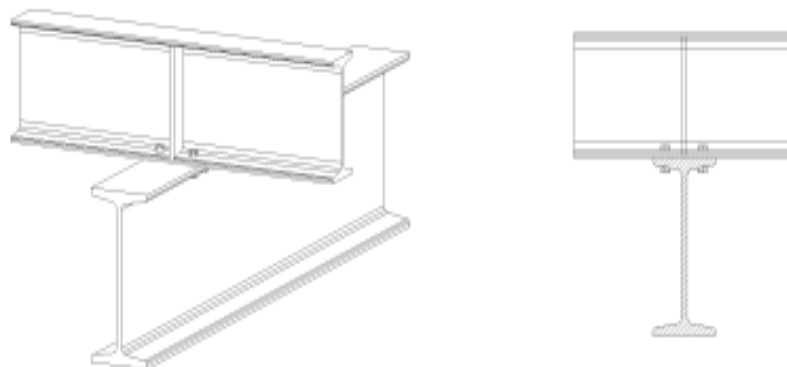
3. Веза под углом

Челичне конструкције по својој природи нису монолитне већ је њихов састав одређен спајањем више елемената. Носећи системи су углавном скелетног типа и формирану су линијским елементима. Повезивање се врши претходно наведеним везама које заједно чине један склоп. Зависно од потребе и намене конструкције тако и формирамо само везу. Много примера у пракси срећемо са везом под углом. У зградарству се оваква веза јавља најчешће између носача и стубова, док у мостоградњи се јавља између попречних носача и подужних стубова или главних носача. Везе под углом су неизбежне у данашњим конструкцијама и најчешће се примењују код роштиљског типа. У већини примера угао под којим се везују елементи је у већини примера прав док се могу наћи и примери где је веза оствареном под неким углом. Веза остварена под неким углом захтева више времена, скупља је и захтева велику прецизност. Због свега овога овакву везу треба избегавати, [1] .



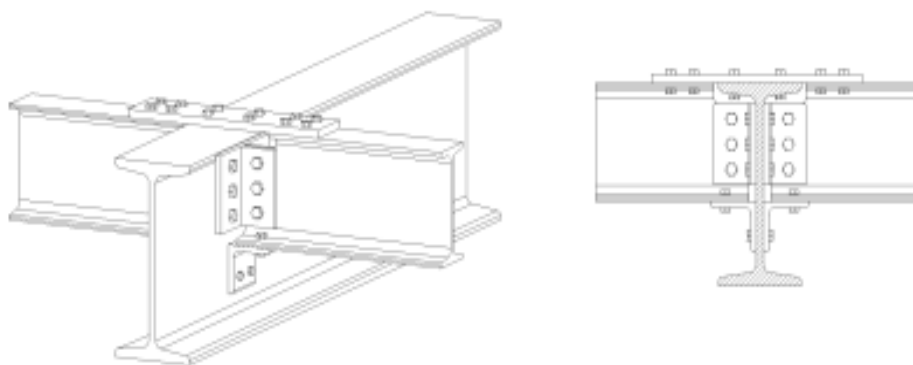
Слика 12. Пример везе под углом у зградарству(а) и мостоградњи(б), [1]

Обликовање конструкције везе зависи највише од доступне висине два носача. Ако веза није условљена висином, онда се она остварује укрштањем носача односно ослањањем једног на други. Ово се сматра најједноставнијим решењем за овакав случај.



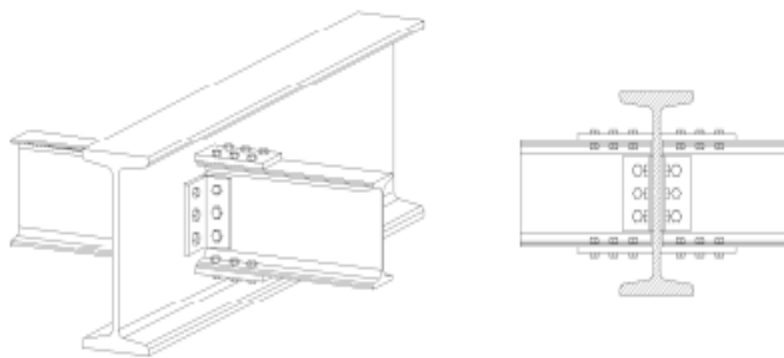
Слика 13. Веза остварена укрштањем два носача, [1]

Пракса показује други случај, то јест да расположива висина скоро увек је ограничена. Веивање се врши тако што горње ножице носача леже у истој равни, док доње ножице носача могу се разликовати у висини. Оваква веза може бити остварена заваривањем, закивцима и завртњевима зависно од потребе.



Слика 14. Веза где је висина ограничена, [1]

Код изразито малих висина може се извршити упуштање носача. Оваква веза се остварује тако што се носач спаја са другим на средини то јест да се горња и доња ножица носача не налазе у истој равни.



Слика 15. Веза под углом код изразито малих висина,[1]

Везе под углом као и све друге везе имају за улогу преношење оптерећења са једог носача на други. Преношење оптерећења у овом случају се врши са носача нижег реда на носач вишег реда. У мостоградњи подужни носачи јесу најнижег реда које своје реакције предају попречним носачима. Попречни носачи своје оптерећење предају главним носачима који се сматрају носачима највишег реда. Елементи највишег реда су највише оптерећени. Прорачун се врши прво над подужним носачима а на крају се врши анализирање главних носача.

Код роштиљског дејства систем носача се не може одмах одредити. Да би одредили ком реду елементи припадају морамо и познавати крутост самих елемената. Крутост можемо одредити помоћу теорије конструкција као и анализе самог система.

Ако систем веза гледамо са статичког поља, веза под углом може бити крута и зглобна. Крута веза преноси момент савијања и трансверзалну силу док зглобна веза врши пренос само трансверзалне силе. Међутим, у пракси имамо другачији случај код зглобних веза. У пракси не постоји идеална зглобна веза, те самим тим се јавља појава момента услед везивања. Овај момент представља један вид еластичног укљештења. Такође је тачно да ни крута идеална веза не постоји, те се може рећи да се јавља и обртање у самом пресеку спајања.

4. Типови и начини конструисања дизалица

Дизалично-транспортна средства су човечанству из далеке прошлости позната. Некада градитељи Египта и Рима су простим средствима обављали подизање и премештање терета са једног места на друго. То су биле у питању велике висине и огромне тежине. Тако је Кеопсова пирамида висине 147 m саграђена од камених коцки тежине око 100 t. Ове коцке или блокови су направљени од једног комада камена, [4] .

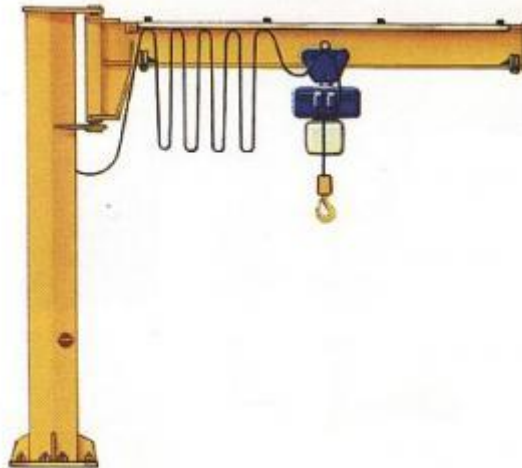
Током проласка кроз векове тако је текао и развој технике. Овај развој је пратио развој дизалично-транспортних уређаја. Данас овакви уређаји су саставни у скоро свим видовима индустрије. Чине један незамењив ланац транспорта терета.

Експанзија уређаја се дешава у другој половини деветнаестог и почетком двадесетог века. Овај развој је наметнут од стране развитка индустрије. Потребу за транспортом све већих количина материјала, робе и сложеније технолошке захтеве морале су да прате и испуњавају транспортне машине. Користиле су се транспортне машине са прекидним и непрекидним радом. У транспорте са непрекидним радом убрајамо елеваторе, конвејере, транспортере. Транспортне машине примењујемо:

- у индустријским халама за премештање терета, ремонт машина
- у ливницама за транспорт одливака и материјала
- у морским и речним лукама за претовар рибе
- у железарама у саставу технолошког процеса и за складиштење руде
- у грађевинарству, рударству, складиштима у индустрији, робним складиштима, хидро и термо електранама.

У делу машина прекидног транспорта најбројнију групу чине дизалице. У дизалице или дизаличне машине спадају све дизалице које служе за вертикално подизање терета уз помоћ ланаца или ужета. У ову групу спадају мосне дизалице, грађевинске дизалице, порталне дизалице, претоварни мостови, конзолне дизалице, специјалне мосне дизалице за железничке потребе.

Конзолна дизалица омогућава подизање и померање терета са једног места на друго. Ова дизалица има могућност транслаторног померања дуж кранске стазе.. Колица су задужена за манипулисање теретом и она се крећу дуж конзоле. Конзолна дизалица може бити конструисана са покретним и непокретним стубом. Покретни стуб има могућност померања око своје осе за 360°C. Потпуно другачији случај јесте код непокретног стуба, где се хоризонтални носач окреће око стуба. Зависно од самог конструисања дизалице, оне могу бити фиксирани за зид уместо постављања стуба



Слика 16.*Конзолна дизалица [12]*

Торањске или грађевинске дизалице су најмасовније дизалице које се користе у грађевинарству. Најчешће се примењују у масовној или појединачној изградњи грађевинских објеката, у изградњи индустријских објеката, код хала, мостова, хидроелектрана, опслуживање складишта.



Слика 17.*Грађевинска дизалица на градилишту , [9]*

Порталне дизалице називамо још и рамне. Састоји се од рама(портала) који може бити фиксиран или што је много чешћи случај, монтиран на колосеку. Конструкција рама се састоји од два стуба и греде. Израђена је од челика. Може бити решеткастог или пуног профила. Рамну дизалицу можемо приметити и у фабрикама, дрвној индустрији, ливницама, железарама, на пристаништима.

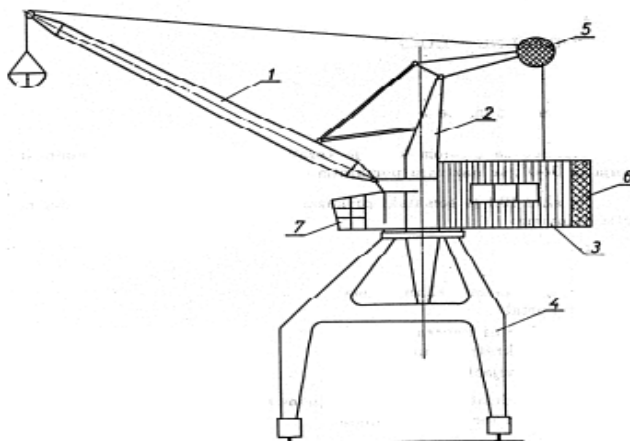


Слика 18. Рамна дизалица у току рада , [8]

Порталне-лучке дизалице су дизалице које имају могућност обртања портала око своје осе за 360 °С. Стрела код ових дизалица је везана за портал. Налазе примену као претоварна средства код речких и морских пристаништа. Портал је крути рам који има могућност да прекрива железничку пругу и тако омогући пролаз испод дозалице.

Шематски приказ главних делова порталне дизалице:

- 1-стрела
- 2-стуб
- 3-кабина са механизмима
- 4 портал
- 5-покретни контратег
- 6-непокретни контратег
- 7-кабина за управљање



Слика 19. Шематски приказ порталне дизалице, [7]

Аутодизалица може бити према конструкцији извршена на више начина. Можемо их поделити према путним карактеристикама, конструкцији стреле, броју погонских мотора и броју кабина. Према конструкцији стреле могу бити израђене као телескопска, решеткаста конструкција или комбинација ова два случаја. Према терену на коме ради аутодизалица, постоји погон на гусеницама и гуменим точковима.



Слика 20.Изглед телескопске аутодизалице, [11]

Мосне дизалице су најмогобројније и наразноврстије и ндустријске дизалице. Израђују се са једним или два главна носача. Могу да раде са куком, електромагнетом, грабилицом, са траверзом итд. Израђују се са колицима која могу имати главно и помоћно дизање, нормално и фино дизање. Кретање витла може бити по горњем или доњем појасу главног носача.

Главни делови дизалице су:

- мост, односно носећа конструкција дизалице
- покретно електрично витло (колица) са куком и доњом катурачом
- механизам за кретање дизалице
- кабина руковаоца дизалице
- електрични напојни водови са припадајућом електро опремом.

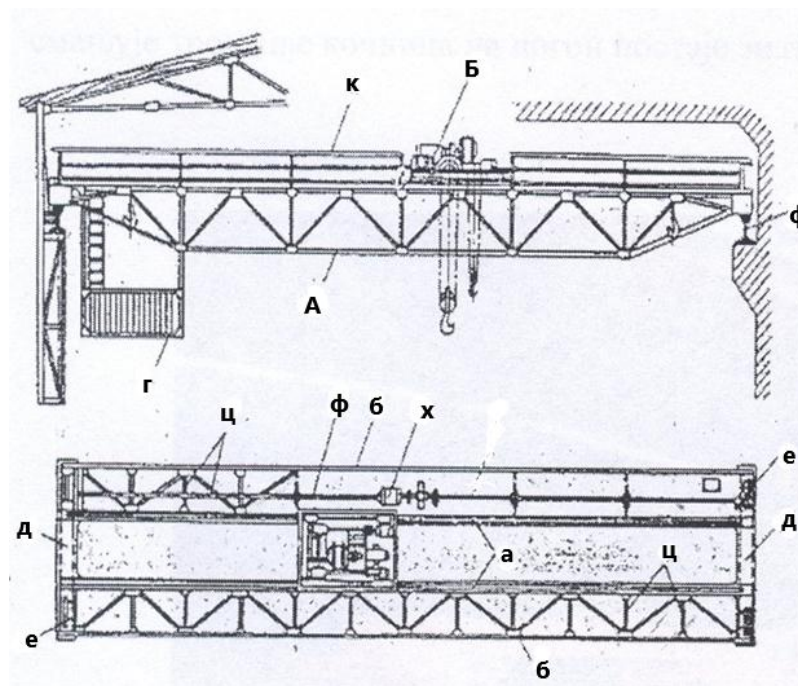
Мост дизалице састоји се из два главна и два чеона носача. Носачи се данас израђују од лимова заваривањем и сандучастог су пресека. На једном носачу се налази стаза на којој је смештен механизам за погон дизалице.

Носећа челична конструкција се састоји од главних и чеоних носача. По главним носачима се крећу колица, а на чеоним носачима је монтиран механизам за кретање дизалице.

Главни носачи се изводе као решеткасте или кутијасте конструкције. Кутијаста је једноставније израде, мада је код великих распона (преко 40m), због значајног смањења масе, примењују се решеткасте конструкције.

У зависности од транспортног процеса који обављају, мосне дизалице се деле у две опште класе:

- мосне дизалице опште намене
- мосне дизалице специјалне намене



Слика 21.Решеткаста конструкција мосне дизалице [4]

На шеми је приказана решеткаста конструкција мосне дизалице са деловима:

- А – мост
- Б – колица
- а – главна решетка
- б – спољна вертикална решетка
- ц – хоризонтална решетка
- д – бочни носачи
- е – точкови
- ф – шине
- г – кабина за управљање
- х - мотор

Мосне дизалице имају три врсте кретања:

- дизање или спуштање терета
- кретање колица
- кретање моста

За поздан рад мосне дизалице потребно је остварити одређену крутост њене носеће конструкције. Избор претерано витких конструкција може довести до појаве нежељених допунских динамичких оптерећења, што се одражава на рад дизалице. Код носача израђених од танких лимова контролише се:

- локална стабилност лимова на избочавање
- глобална стабилност носача ма бочно извијање

Зависно од носивости, могућности уградње и распона користе се једногредне, двогредне или viseће мосне дизалице.

Предност једногредних мосних дизалица је у великом искоришћењу површина хала, јер за мосну дизалицу није потребан простор као када би се применио неки други уређај који се креће по поду. Израђују се за носивости од 0,5t до 20t и распона до 25m



Слика 22. *Једногредна мосна дизалица*[12]

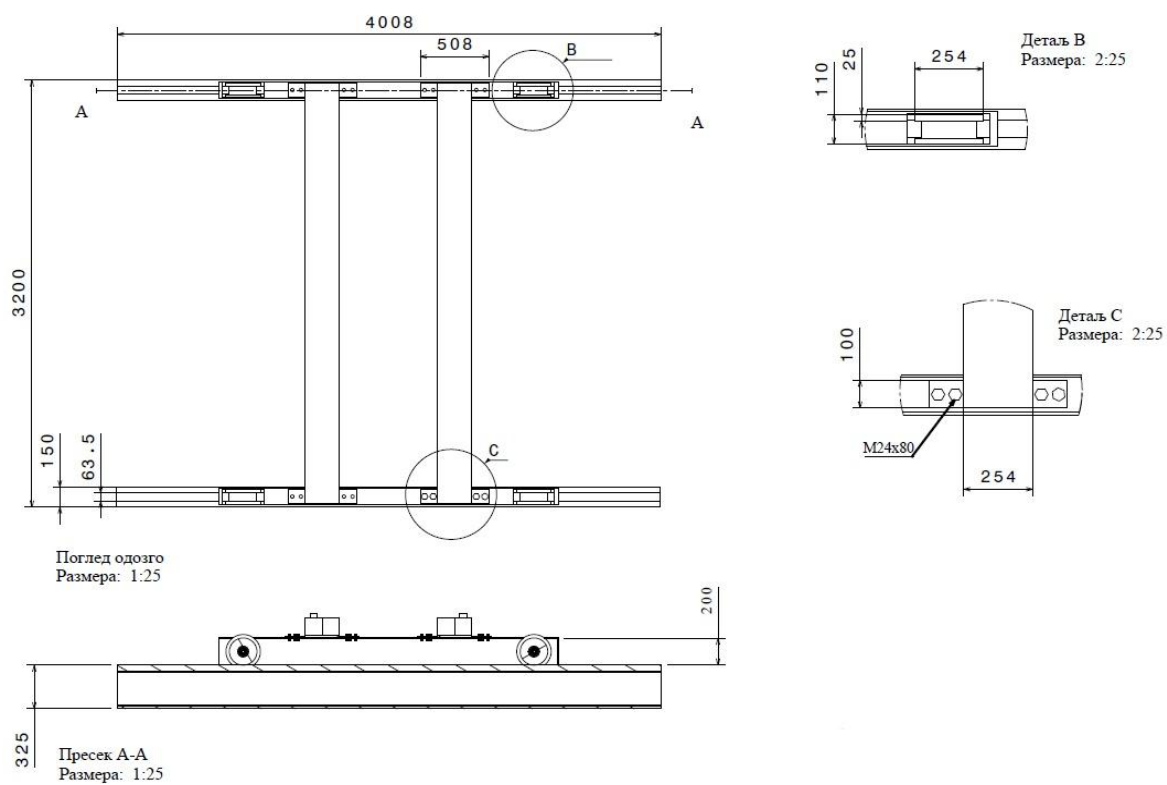
Двогредне мосне дизалице могу имати носивост од 1т до 50т у распон до 30м. Њихова предност је као и код једногредних мосних дизалица у великом искоришћењу површинских хала.



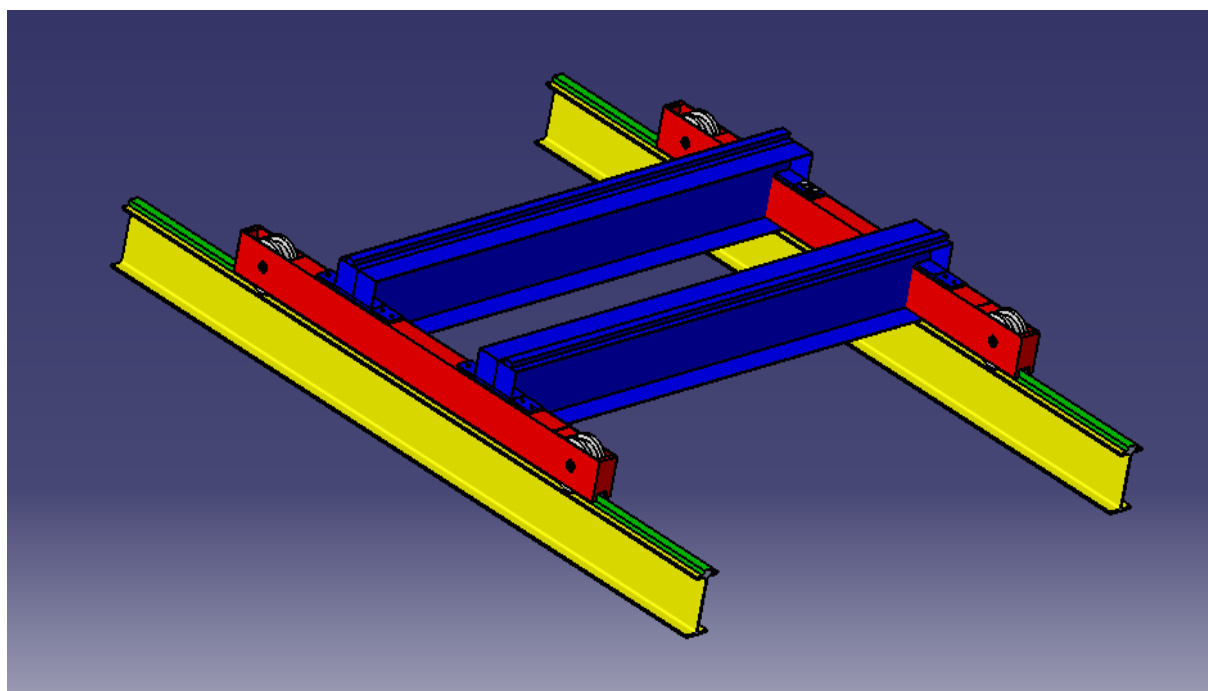
Слика 23. Двогредна мосна дизалица [12]

Висеће мосне дизалице користе се за подизање средњих и малих појединачних терета на средњим распонима хале. Као и једногредне и двогредне уграђују се у просторе где је потребно баратати великом количином материјала.

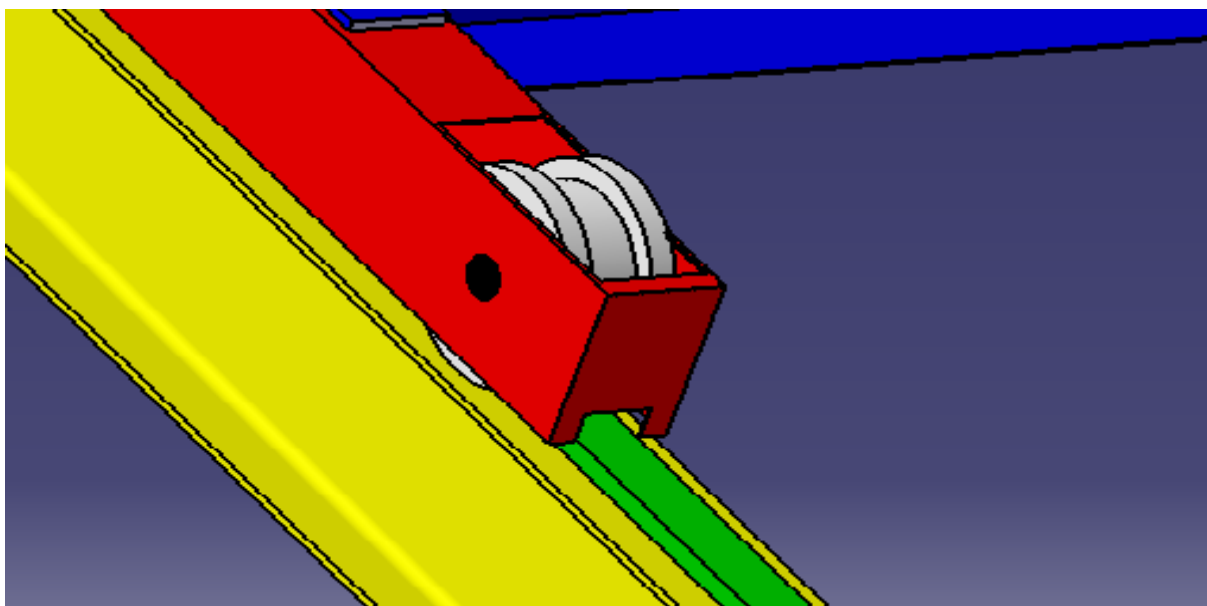
5. Модел двогредне мосне дизалице



Слика 24. Скица двогредне мосне дизалице



Слика 25. Модел двогредне мосне дизалице



Слика 26. *Детаљ точкаћа*

На приказаном моделу двогредне мосне дизалице могу се уочити два главна попречна носача која служе као држачи и вођице погонског дела ове дизалице који овде није приказан. Они су нестандардног кутијастог попречног пресека и повезани су помоћу статичких завртњева са покретним делом бочног носача који је означен црвеном бојом на моделу. Оптерећење се преко точкаћа преноси на главне бочне носаче који су обично фиксирани за зид фабрике хале или их носи низ стубова што се не види на овој слици. Направљени су од стандардних I профила, зато што су оптерећени покретним трансверзалним силама које изазивају велике променљиве моменте савијања. Омогућено је преношење терета у два управна правца и у складу са габаритним мерама које су приказане на скици.

Закључак

У машиноградњи и грађевинарству се у последњих неколико векова све више користи челик као основни материјал. Примена челика је јако битна код носећих конструкција због његових механичких карактеристика и особина. Користи се при скоро свим могућим атмосферским условима уз потребну заштиту материјала и његово одржавање. Налази примену у индустрији и машиноградњи али и у грађевинарству при изградњи индустријских и спортских хала, хангара, мостова, водоторњева, силоса, роторних и обичних багера, кранова, конвејера и још много тога. Алуминијум и композитни материјали су уз челик веома често примењивани у савременим конструкцијама.

Поред прорачуна и конструисања носећих елемената металних конструкција, веома је важно и исправно пројектовање моћусобних спојева носећих елемената. Саставни део пројектне документације треба да буде и провера сигурности спојева. Спојеви могу бити под правим или неким другим углом и спојеви којима се носачи или стубови настављају. Средства везе су завртњеве, закивци, заварени спојеви, чепови а у најновије време у употреби су специјални лепкови за металне конструкције.

Као и у свим сферама данашњег друштва а посебно у инжењерским пословима употреба рачунара и савремених софтвера, како за моделирање тако и за прорачун и израду техничке документације је неопходна. Тако се добије добар квалитет конструкције за много мање времена.

Да би извршили подизање и премештање терете, помажу нам разноразна дизалично-транспортна средства. Дизалице налазе велику примену и постале су не заменљиве како у грађевинарству, мостоградњи тако и у индустрији. Може се извршити подела на кранске дизалице, мостне, лучке, порталне, конзоле итд. Дизалице у великој ери смањују време и радну снагу и убразавају изградње.

У овом раду је да детаљан преглед спојних средстава за металне конструкције а затим осврт на типове дизаличних уређаја. На крају је урађен модел носећих елемената једне двогредне мостне дизалице. Конструкција је комбинација стандардних и нестандартних елемената.

Литература

- [1] Петковић З., Острић Д., Металне конструкције у машиноградњи, Институт за механизацију, Машински факултет у Београду, Београд 1996.
- [2] Бабин Н., Бркљач Н., Шостаков Р., Металне конструкције, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2006.
- [3] Буђевац Д., Марковић З., Богавац Д., Тошић Д., Металне конструкције – Основе прорачуна и конструисања, Грађевински факултет у Београду, Београд, 1997.
- [4] Мијајловић Р., Маринковић З., Јовановић М., Дизалице, Машински факултет, Ниш, 1994.
- [5] Милорадовић Н., Вујанац Р., Дизалични уређаји- Збирка решених задатака, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2018.
- [6] Острић Д., Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [7] http://moodle.mfkg.rs/pluginfile.php/84059/mod_resource/content/3/OTM_14.pdf , преузето Септембар, 2019.
- [8] <http://hr.shipyardjibcrane.com/rmg-gantry-crane/double-beam-gantry-cranes.html> , преузето Септембар, 2019.
- [9] <http://motor-nasos.narod.ru/contact.html> преузето Октобар, 2019.
- [10] http://moodle.mfkg.rs/pluginfile.php/84057/mod_resource/content/3/OTM_13.pdf преузето Октобар, 2019.
- [11] <http://beokran.com/> преузето Октобар, 2019.
- [12] <http://www.primcompany.com/?izbor=4&ID=5> преузето Октобар, 2019.
- [13] <https://washingtonjewishweek.com/22515/arlington-memorial-bridge-is-falling-down/featured-slider-post/> преузето Октобар, 2019.