

**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**

Марија М. Јеремић

**Оправданост увођења специјалног уређаја за
обезбеђење ротације фамилије витла приликом
извођења операција заваривања у фабрици**

Рап Застава

мастер рад

Крагујевац, 2012.

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Савремени обрадни системи

Број индекса: 341/2010

Марија М. Јеремић

**Оправданост увођења специјалног уређаја за
обезбеђење ротације фамилије витла приликом
извођења операција заваривања у фабрици
Рап Застава
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. проф. др Бранко Тадић – ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

анализира постојећу технологију израде склопа и елемената витла у фабрици Рап Застава. Посебан део рада треба да се односи на теоријску анализу и пројектовање специјалног уређаја који ће обезбедити нижу цену коштања групе производних операција које се односе на заваривање габаритно већих делова облика добоша.

Препоручена литература:

- [1] **Ходолич, Ј.; Вукелић Ђ.:** *Прибори*, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2008.
- [2] **Огњановић, М.; Милтеновић, В.:** *Машински елементи - машински спојеви*, Грађевинска књига, Београд, 1993.
- [3] **Тадих, Б.:** *Обрадни процеси и специјалне машине и уређаји*, Машински факултет, Крагујевац, 2006.
- [4] **Јовичић, М.; Кршљак, Б.:** *Основе конструисања алата и прибора*, Научна књига, Београд, 1990.
- [5] **Борас, Б.:** *Механизиране и аутоматизирани направе и уређаји*, Свеучилиште у Загребу, Факултет стројарства и бродоградње, Загреб, 1980.
- [6] **Bi, Z. M., Zhang, W. J.:** *Flexible fixture desing and animation: Rewiew, issues and future directions*, International Journal of Production Research Vol.39, No. 13, pp. 2867-2894, 2001.

Крагујевац, септембар 2012

ментор:

проф. др Тадић Бранко

**Оправданост увођења специјалног уређаја за обезбеђење ротације фамилије
витла приликом извођења операција заваривања у фабрици Рап Застава**

Марија Јеремић

Факултет инжењерских наука Крагујевац, сестре Јањић 6 Крагујевац

Резиме: Теоријска разматрања изнета у раду су документована на конкретном примеру решавања проблема заваривања конструкције витла великих габарита у фабрици Рапп Застава. Приказани су резултати постојеће технологије и опреме заваривања, као и анализа и оправданост реинжењеринга. Рад укључује опис конструкције витла, технологију израде и његову примену. Сагледане су и могуће варијанте конструкционих решења помоћне опреме за позиционирање елемената витла при монтажном заваривању.

Кључне речи: витло, заваривање, ротациони позиционер

**Justification of introduction a special device to ensure rotation of family of winch
during performing welding operations in the factory Rapp Zastava**

Abstract: Theoretical considerations presented in this paper are documented on the example of solving problem of welding construction large sized winches in factory Rapp Zastava. Presents the results of the existing technology and welding equipment, as well as the justification of reengineering. The paper includes description of the construction winches, manufacturing technology and it's application. It considered possible solutions of innovative design of auxiliary equipment for positioning elements during mounting welding of winch.

Key words: winch, welding, rotating positioner

ПРЕДГОВОР

Публикација мастер рада представља резултат рада, који је трајао цео семестар током друге године мастер студија на Машинском факултету у Крагујевцу. Изложени резултати теоријских, конструкционих и експерименталних истраживања подељени су у седам целина.

У првом поглављу описан је конкретан задатак, као и мотивација за писање рада, обухваћен је историјски развој витла и развој савремених обрадних система. Друго поглавље представља истраживања у области функције и намене витла. За витло се може рећи да има широко поље примене, међутим, тежиште поглавља је на примени витла у поморској индустрији. Трећи део приказује конструктивни развој склопа и компоненти витла, као и опис функција главних делова. У четвртом поглављу приказана је постојећа технологија израде витла у производним условима. Пето поглавље описује практичну реализацију процеса заваривања добоша великих пречика. Шесто поглавље се бави истраживањима о предлозима за побољшање стања процеса заваривања преко увођења специјалних уређаја у производни процес заваривања. У седмом поглављу изнети су резултати, којима је доказано да се уређај оправдано може применити у производњи. Осмо поглавље се бави извођењем постигнутих закључака.

Изузетну захвалност дугујем ментору проф. др Бранку Тадићу за концепцијско решење, избор материјала и садржајно обликовање, као и на сугестијама које су биле од значаја за коначан изглед рада.

Такође, велику захвалност дугујем ментору из индустрије госпођи *Tove Pettersen*, генералном менаџеру компаније *Rapp Marine Group*, на пруженој прилици боравка у матичној фирми *Rapp Hydema A.S.*, као и на свим информацијама које су биле потребне за изаду рада.

Захваљујем се колеги и асистенту Бојану Богдановићу дипл. маш. инж. на конструктивним предлозима, примедбама и сугестијама које су допринеле изради и унапређењу конструкције. Саша Ранђеловић дипл. маш. инж. прочитао је комплетан текст и учинио веома корисне препоруке, на чему му се посебно захваљујем.

На крају, велику захвалност дугујем својим драгим родитељима Зорици и Миломиру Јеремић, на моралној подршци и разумевању током протеклих година студирања и усавршавања.

Са захвалношћу ћу примити све примедбе и сугестије које су учињене са добром намером, а похвале иду мом ментору.

САДРЖАЈ

РЕЗИМЕ	<i>i</i>
ПРЕДГОВОР	<i>ii</i>
САДРЖАЈ	<i>iii</i>
1. УВОД	1
1.1 Задатак	1
1.2 Мотивација	1
1.3 Историјски развој витла	2
1.4 Технолошки развој металопрерађивачке индустрије	3
2. ФУНКЦИЈА И НАМЕНА ВИТЛА	9
2.1 Типови бродског витла	11
2.1.1 Тролинг витло	12
2.1.2 ЦТД витло	13
2.1.3 Витло за вучу (<i>Deep tow winch</i>)	14
2.1.4 Погонска витла (<i>Traction winch</i>)	15
3. СКЛОП И КОМПОНЕНТЕ ВИТЛА	16
Error! Bookmark not defined.....	
3.2 Компоненте витла	18
3.2.1 Добош витла	18
3.2.2 Рам витла	20
3.2.3 Појасна кочница	21
3.2.4 Ланчани преносник	22
3.2.5 Систем за вођење ужета	23
3.2.6 Механички преносник снаге	25
4. ТЕХНОЛОГИЈА ИЗРАДЕ ВИТЛА У ФАБРИЦИ РАП ЗАСТАВА	27
4.1 Заваривање делова	28
4.1.1 ТИГ заваривање	28
4.1.2 МАГ заваривање	29
4.1.3 Поступак заваривања делова и гасно сечење	29
4.2 Машинска обрада делова	31
4.3 Површинска заштита делова	33
5. АНАЛИЗА ПОСТУПКА ЗАВАРИВАЊА ДОБОША ВЕЛИКИХ ПРЕЧНИКА	36
5.1 Процес заваривања добоша витла	36
5.2 Анализа процеса заваривања	40
6. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПОБОЉШАЊЕ СТАЊА ПРЕКО УВОЂЕЊА СПЕЦИЈАЛНИХ ПРИБОРА И УРЕЂАЈА	42

6.1 Могући правци побољшања стања у домену развоја уређаја.....	42
6.2 Концепт идејног решења уређаја за заваривање ротационих делова.....	43
6.3 Анализа сила и избор погона.....	44
6.4 Конструктивно решење уређаја.....	51
6.4.1 Погонски точак.....	54
6.4.2 Гоњени точак.....	54
6.4.3 Рам позиционера.....	55
6.4.4 Постоље.....	56
6.4.5 Склоп ротационог позиционера.....	56
7. АНАЛИЗА ЕФЕКТА РЕИНЖЕЊЕРИНГА И ПРОЦЕНА ПОВРАЋАЈА УЛОЖЕНИХ ФИНАНСИЈСКИХ СРЕДСТАВА.....	58
8. ЗАКЉУЧАК.....	60
9. ЛИТЕРАТУРА.....	61
ПРИЛОГ	

1. УВОД

1.1 Задатак

Материја изложена у раду представља преглед теоријских истраживања и изналажења технолошких решења у области савремених обрадних система. Циљ рада је конструкција ротационог позиционера, који ће допринети ефикасној производњи. Део приказаних резултата односи се на прорачун, конструкцију витла, технологију израде, као и функцију и намену витла. Посебно значајан део истраживања представља анализа побољшања стања процеса заваривања преко увођења специјалних уређаја у производњу витла. Извршена је анализа великог броја података, чиме је доказана оправданост увођења специјалних уређаја.

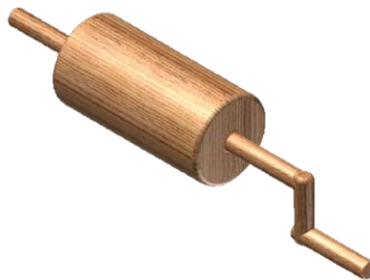
1.2. Мотивација

Савремене обрадне процесе сваким даном прате све сложенији захтеви по питању квалитета и цене производа. У циљу повећања квалитета производа, посматрано у ширем смислу, и смањења цене производа све више се води рачуна о оптимизацији и управљању процесима. Управо из тих разлога непрестано расте потреба за истраживањима у области специјалних машина и уређаја, као и остале производне опреме [1]. Теоријску подлогу истраживања у овој области чине сазнања из различитих области машинства. За успешно решавање свих проблема у овом процесу, потребно је добро познавање основних теоријских дисциплина, као што су физика, механика, математика, отпорност материјала, машински материјали, машински елементи, техничко цртање са нацртном геометријом и др.

Мотивација за изучавање и обраду теме мастер рада, проистекла је након похађања годишњег стипендијског програма компаније *Rapp Marine Group*. Током стипендијског програма аутор мастер рада је био у могућности да знање стечено на факултету употпуни практичним знањем, боравком у фабрикама *Rapp Zastava*, Србија и *Rapp Hydema A.S.*, Норвешка. Искуства стечена у наведеним фабрикама, омогућила су аутору овог рада да се упусти у решавање озбиљних проблема везаних за реализацију једног од специјалних уређаја.

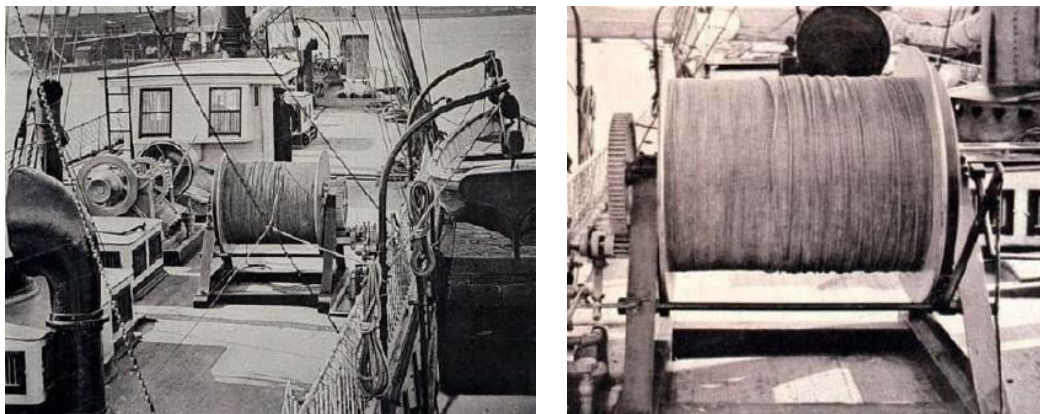
1.3 Историјски развој витла

Витло је дефинисано као систем који служи за вучење или дизање терета намотавањем ужета на добош. Прва и најједноставнија примена витла која се среће и данас је витло за вађење воде из бунара. То витло се састоји од добоша и ручице која је директно учвршћена за осу добоша (Слика 1.1). Овакав систем се први пут јавља око 1000 година п.н.е. на подручју данашњег Средњег истока.



Слика_1.1 Првобитно витло

Следећа примена витла се јавља 480 година п.н.е. такође на подручју Средњег истока. Ова витла су била већа и напреднија и користила су се за развлачење ужади ради постављања понтонских мостова. После ове примене јављају се примене витала на разним местима, почевши од грађевинских дизалица, преко механизма за подизање и спуштање капија на замковима до бродске опреме. Првобитна витла су била погоњена или снагом мишића руку, или системом као што су педале код бицикла. Током векова конструкција им се није много мењала, све до изума ланчаника, зупчаника и осталих механичких преносника. Ти изуми су омогућили да се улагањем мање снаге постигне већи обртни момент [2].



Слика_1.2 Бродско витло (1880.)[2]

Тада се и примена витала раширила. Витла су још више унапређена крајем деветнаестог и почетком двадесетог века изумом мотора са унутрашњим сагоревањем. Бродска витла из деветнаестог века (слика 1.2) доста подсећају на данашња витла, уз неке разлике: на данашњим бродским витлима углавном се за погон користе електромотор или хидромотор, и данашња витла углавном имају уређај за померање ужета ради правилног намотавања на добош. Међутим та побољшања су много утицала и на масу конструкције данашњих витала.

1.4 Технолошки развој металопрерађивачке индустрије

Металургија и металопрерађивачка индустрија у Србији одувек је имала изузетан технички, економски и друштвени значај. Заступљен је значајан ниво производње гвожђа и челика, бакра, алуминијума и осталих обојених метала, као и њихови производи. Захваљујућу наслеђеној инфраструктури и традицији, металургија представља један од малобројних компетитивних индустријских ресурса. У укупном бруто друштвеном производу метални материјали учествују са око 10%. Имајући претходно наведено у виду од суштинске је важности обезбедити стабилан развој научне области металургије и металних материјала, како у истраживању и науци, тако и у образовању [3]. Током задње деценије, применом новог начина организовања процеса производње постигнуто је знатно смањење трошкова и повећан степен ефективности производње, те се може установити да је такво стање резултат увођења савремених метода организације и нових технологија, применом савремених производних система (аутоматизованих флексибилних производних система), најсавременијих производних машина (ЦНЦ машине или обрадни центри) итд.

Довољно је навести да модерна и профитабилна производња почива на захтевима тржишта, оптималној технологији и оптимизираном технолошком процесу. Како је основни циљ компанија, предузећа итд., економска добит, потребно је у циљу њеног остварења усавршавати постојеће системе и уводити системе вишег степена ефективности и продуктивности. Потребно је стално имати на уму да је за постизање жељеног "успеха" производних система, потребно да је производни процес динамичан, да је подложен сталним и непрекидним променама, усавршавању и иновацијама, односно задовољењу тржишта, што је могуће остварити квалитетом производа и конкурентном ценом, а да би се то постигло неопходно је остварење што већег обима производње. Основни захтеви савременог тржишта, који у основи усмеравају

производне и организационе активности, везани су за висок квалитет производа, скраћено време од идеје до реализације, ниске цене, производњу у серијама прилагођеним потребама тржишта, велики асортиман производа и сл. Да би томе одговорили, савремени производни системи треба да поседују високу конкурентску способност која им може омогућити да адекватно одговоре на постављене захтеве и изборе се са све већом конкуренцијом. Неке од карактеристика, које у том смислу треба да поседују савремени производни системи односе се на: ефикасност, флексибилност, аутоматизацију, постојан квалитет, рачунарски интегрисане активности, итд. Потреба за повећањем нивоа флексибилности и аутоматизације је природан одговор пословних система на услове које диктира окружење. Због тога, пословни системи треба брже да реагују на поремећаје које настају на улазу, у пословном систему и на излазу из пословног система. Овладавање овим поремећајним дејствима претпоставља постојање разрађених стратегиских, тактичких и оперативних мера у којима је флексибилност незаобилазан аспект. Флексибилна аутоматизација представља такав вид аутоматизације процеса у индустрији при коме се задржава или повећава постојећи ниво флексибилности. Захтев за повећањем нивоа аутоматизације произилази ради бољег овладавања производним и другим процесима, скраћења времена трајања циклуса производње, повећања квалитета израде и смањења коштања производа. У масовној и великосеријској производњи, аутоматизација је остварена применом аутомата и аутоматских линија, са основним карактеристикама: уска номенклатура делова, висока производност, тачна обрада и обрада истих делова у дужем временском периоду без преподешавања машина.

Аутоматизација средњесеријске и малосеријске производње, као доминирајућих видова производње, данас се успешно изводи нумерички управљаним (Numerical Control-NC) машинама алаткама, које се одликују производношћу и тачношћу аутомата и флексибилношћу универзалних машина алатки. Заједно са применом организационих мера, које воде повећању серија, тј. производњи делова по технолошкој сличности, познатој под именом "групна технологија", постиже се оптимум у решавању проблема економичне малосеријске производње.

Нумерички системи управљања су изменили концепцију израде алатних машина тако да су добијене машине високе производности. Смањењу командног времена за око 50% и повећање удела активног времена обраде претходио је читав низ

технолошко-организационих мера и концепција, које омогућавају висок степен искоришћења расположивог фонда обраде на машини. Те концепције омогућују смањење допунских и припремних времена скоро до њиховог елиминисања. Створени су нови системи резних алата, дрзача алата и уређаја за претходно подешавање комплета алата изван машине.

Производни трошкови у малосеријској производњи применом нумерички управљаних машина знатно се смањују, јер се њиховом применом:

- избегава конструкција и израда специјалних стезних алата и прибора,
- скраћују се производни циклуси,
- смањују залихе материјала и алата,
- скраћују рокови испорука поруџбина,
- остварују велика флексибилност у производњи,
- смањује време израде производа,
- омогућава истовремено опслуживање више машина,
- омогућава нижа квалификација послужиоца,
- смањује шкарт, производи су униформни, расипање мера је номинално, а квалитет производа бољи,
- штеди на трошковима техничке контроле и интерног транспорта,
- време обраде не зависи од послужиоца и
- веће су могућности планирања производње и искоришћење постојећих капацитета.

Развој система нумеричког управљања алатним машинама је у тесној вези са развојем електронике и рачунарске технике. Ради бољег сагледавања функционисања ових система биће хронолошки приказан њихов развој:

- 1937. године коришћен је изменљиви носилац података, бушена плочица, за аутоматско управљање разбојем,
- 1938. године С.Е. Chanon на М.И.Т. (Massachusetts Institute of Technology CAD) дошао је до резултата да се најбржи пренос и обрада података може извести у бинарном облику уз коришћење Булове (Boole) алгебре, чиме су постављени темељи данашњим рачунарима и нумеричком управљању,
- 1943. године израђен је први електронски дигитални рачунар "ENIAC", који је имао 18000 електронских цеви,

- 1947. године John Parsons је први нумерички управљао алатном машином,
- 1954. године произведена је прва индустријска NU алатна машина,
- 1958. године развијен је први програм за машинско програмирање - АРТ,
- 1960. године произведена је прва NC машина са транзисторима,
- 1963. године произведена је прва специјална NC машина алатка,
- 1968. године произведен је први NC систем са интегралним колима,
- 1969. године у CAD се појављују прва DNC постројења (DNC – Direct Numerical Control),
- 1972. године произведени су први CNC системи са мини-рачунаром (CNC Computerizes Numerical Control) и NC системи са меморијом.

До 1978. године поузданост NC система у просеку је износила по један застој сваких 10 месеци по систему управљања. Поузданост CNC система, са меморијом магнетних мехурића, износи по један застој на 33 месеца по систему управљања, при чему се указује на тренд даљег повећања поузданости. Резултат развоја нумеричког управљања алатним машинама је нови тип машине назван обрадним центром, који се одликује високом флексибилношћу и производношћу [4].

Металопредавачки комплекс Србије је значајан и по структури различит, а посебно занимљив у погледу могућности комерцијалне пенетрације, индустријске сарадње и улагања. Главна карактеристика комплекса је флексибилност и могућност за производњу различитих производа. Док се у основним и конвенционалним технологијама, металопредавачки комплекс Србије још увек може поредити са иностраном конкуренцијом, дотле нарочито заостаје у тзв. високим технологијама, јер располаже производном опремом која је у великој мери технолошки застарела [5].

Индустријску производњу Србије у периоду 2001-2010. карактерише: технолошко и економско заостајање већине капацитета, незадовољавајући ниво квалитета производа и услуга по светским стандардима, висок увоз, низак ниво маркетинг менаџмента и управљања производњом, вишкови радне снаге, ишчекивања у вези са приватизацијом, недостатак директних страних инвестиција итд. Такође, транзиционо раздобље карактерише двоструко бржи раст увоза од извоза, што значи да је континуирано била присутна знатна супституција домаће производње иностраном. Снажан раст вредности увоза је био последица високе јавне потрошње, раста личне потрошње, али истовремено и у мањој мери раста производње намењене извозу роба. При томе, раст

јавне и личне потрошње се заснивао на задуживању у иностранству и домаћем тржишту. Уз такав раст дошло је до повећања покривености укупне домаће и иностране тражње увозним робама и услугама (раст увоза у 2008. у односу на 2001. износи преко 2 пута). Таква кретања потврђују чињеницу да снажан раст укупне тражње није био искоришћен за повећање домаће производње, ова кретања заустављена су 2009. године у којој је светска финансијска и економска криза проузроковала пад домаће и ино-тражње. У том контексту кретања у индустрији Србије, су слична кретањима у Европској унији. Међутим, ситуација је код нас специфична с обзиром да у претходном раздобљу (добре коњунктуре на светском тржишту 2004-2007) није довршено реструктурирање привреде. Тако је индустрија, посебно прерађивачка, дочекала кризу углавном с ниским нивоом конкурентности и ефикасности пословања, повећаном неликвидношћу, уз континуиран пад запослености и све мањим бројем производа за извоз. Посматрано по активностима, највећи раст бруто додате вредности остварен је у саобраћају, снабдевању електричном енергијом, гасом и паром, прерађивачкој индустрији, финансијској делатности и делатности осигурања, док је највећи пад забележен у грађевинарству. Индустријска производња је, у мају остварила раст од 3,5%, док је у односу на исти месец претходне године била виша за 6,8%. Посматрано по секторима, међугодишњи раст је остварен у:

- рударству (32,1%)
- снабдевању електричном енергијом, гасом и паром (19,1%)
- прерађивачкој индустрији (2,6%).

Постојећа технолошка структура прерађивачке индустрије је неповољна. Посматрано, по технолошким групама у структури прерађивачке индустрије највеће учешће имају групе ниске технолошке (49,9%) и средње-ниске (25,6%) технолошке интензивности. Поједини сегменти, посебно у делу високих технологија и средње-високих технологија су у потпуности нестали. Тако на пример, индустрија Србије више не производи машине алатке, индустријске роботе и трансфер линије за аутомобилску и друге индустрије прераде метала, а управо овај сектор је кроз своја генеричка својства у периоду пре 1990. године представљао мотор развоја индустрије, битну компоненту технолошке независности и дугорочне стабилности. Истовремено, производња ове врсте производа је значајно доприносила извозу и угледу индустрије у светским размерама. Као посебно илустративан пример може се издвојити масовна

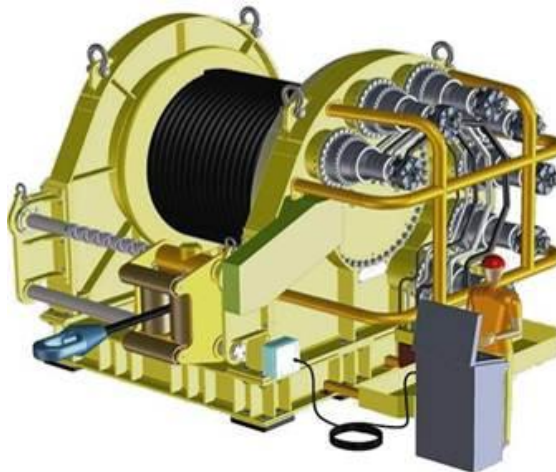
производња и извоз `спс` обрадних центара на тржиште САД, који је својевремено био колевка ове високовредне и врло комплексне технологије (овај програм је био реализован крајем 80-тих прошлог века као заједнички стратешки пројекат домаће индустрије и домаће науке).

Металска индустрија је представљала кичму српске привреде у претходној декади, а данас је карактерише знатан број недовољно снажних предузећа у процесу реорганизације. С друге стране, постоји неколико успешних примера побољшања ефикасности и продуктивности - све већи број компанија које бележи задивљујући пословни резултат и сасвим солидну профитну маргину [6]. Све наведено недвосмислено указује да осмишљавање концепта развоја металопрерађивачког комплекса захтева детаљно истраживање иновационе делатности [6] са циљем поспешења развоја и бољег искоришћења постојећих производних и истраживачко-развојних ресурса.

2. ФУНКЦИЈА И НАМЕНА ВИТЛА

Витло је уређај за подизање терета или повлачење, изводи се у бројним облицима и величинама зависно од намене. Погони се људском снагом или било којом врстом моторног погона у зависности од намене и околности употребе (бензинским или дизел мотором, електромотором или хидромотором). Састоји се од ротирајућег бубња на који се намотава или који повлачи уже или ланац, којим се директно или преко састава катура подиже терет или обавља повлачење или извлачење. Важан склоп у саставу витла је кочница којом се терет може контролисано спуштати или зауставити и произвољно дуго држати у истом положају. Кочница витла често се изводи као појасна кочница коју затеже утег или опруга, а отпушта ручни или електрично погоњени механизам који се активира електромагнетом или специјалним уређајем. Између погонског мотора витла и бубња за намотавање ужета уклопљен је зупчасти или пужни редуктор. Однос броја обртаја мотора према броју обртаја излазног вратила редуктора зовемо преносним односом. Што је он већи, спорије је окретање излазне осовине, али је за исти однос већи обртни момент излазног вратила у односу на обртни момент кога производи мотор.

Део снаге се губи због трења у механизму. У сваком степену преноса (тј. на сваком пару зупчаника) код зупчаника с равним зубима преносни однос је једнак односу броја зуба оба зупчаника ($i = 32/31$). Рачуница је нешто сложенија код зупчаника с косим или завојним зубима. Резултујући преносни однос завистан је од броја степена преноса код вишестепених редуктора. Код пужних преноса, преносни однос једнак је броју зуба пужног венца подељеном са бројем почетака пужа, који може имати један или више почетака [7]. Обртни момент бубња, а тиме и сила на ужету витла сразмерна је погонском моменту мотора мултиплицираном с резултујућим преносним односом редуктора који је потребан за прилагођавање брзине дизања стандардним вредностима. Великим преносним односима омогућено је дизање терета велике тежине. Прилагођена брзине дизања или повлачења, односно постизање жељене силе на вучном ужету постиже се комбинацијом преносног односа редуктора са добошем којим се најчешће додатно повећава укупни однос између силе дизања и ободне силе на погонском зупчанику углављеном на осовину мотора. На слици 2.1 приказан је изглед бродског витла.



Слика_2.1 Витло [7]

Примена витла у пракси је веома широка. Витла се користе:

- код дизалица и кранова;
- код бродске опреме;
- код опреме за сечу дрва;
- код теренских возила;
- код рударске опреме;
- за вађење воде из бунара и др;

Витло за вађење воде из бунара је најстарије витло. Овакво витло се користи и данас. Конструкција му је веома једноставна. За осу добоша је учвршћена ручица која служи за ручно окретање витла. На добошу се намотава уже и тако се подиже посуда са водом из бунара.

Примена витала код свих врста дизаличних машина је неизбежна. Витла код дизаличних машина углавном користе електромотор као погонску јединицу, мада постоје случајеви где се користи и мотор са унутрашњим сагоревањем. Код ових витла користи се у највећем броју случајева или добош кочница или магнетна кочница.

Витла која спадају у опрему за сечу дрва су веома једноставна. У највећем броју случајева имају погон преко прикључка за Карданову спојницу. Користе се за вучу оборених дрвета, или за усмеравање дрвета бри обарању. Примена им је веома широка. Код нас оваква витла називају чекрцима.

Витла за теренска возила су мале, компактне конструкције. С обзиром на своју величину имају велику вучну силу. То је постигнуто уграђивањем планетарног

редуктора унутар добоша. Погон им је углавном преко електромотора, а кочница, ако је имају је магнетна. Највећи задатак им је да могу да извуку заглављено теренско возило користећи неки од непокретних објеката (нпр. дрво).

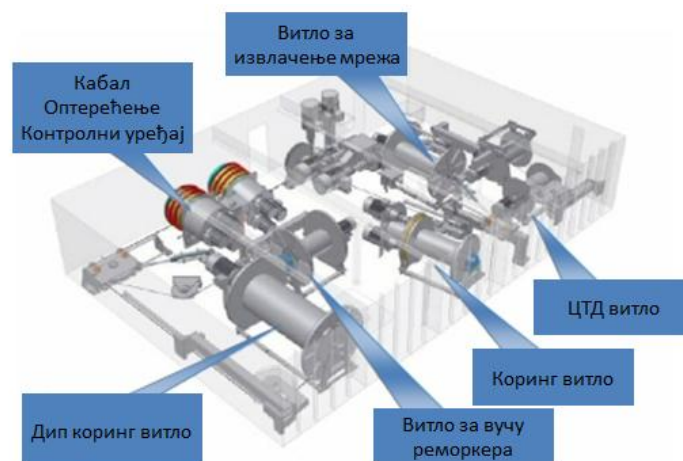
Бродска витла су по својој конструкцији најсложенија. Она често имају поред свих наведених механизма и система и механизам за правилно вођење ужета при намотавању, компензатор силе у ужету и сл.

Витла која спадају у бродску опрему имају доста различитих извођења конструкција. Врсте ових витла су:

- витла за подизање и спуштање сидра;
- витла за риболов;
- витла за вучу;
- витла за подизање и спуштање једара;
- витла за океанографска истраживања;
- витла за специјалне намене и др. [8]

2.1 Типови бродског витла

Витла се генерално састоје од кућишта, бубња на који се намотава сајла, електро или хидромотора за покретање бубња. На бубањ се може намотати сајла дужине и до 15 км, а нека витла могу повући терет и до 30 тона, тако да је од велике важности да мотор има велики обртни момент и снагу. При подизању терета сајла се намотава на добош. Веома је важно да се сајла правилно намотава на бубањ, иначе се сајла неће прилагодити и може доћи до њеног нагомилавања на бубњу. На слици 2.2 приказани су типови витла који се користе у поморске сврхе.



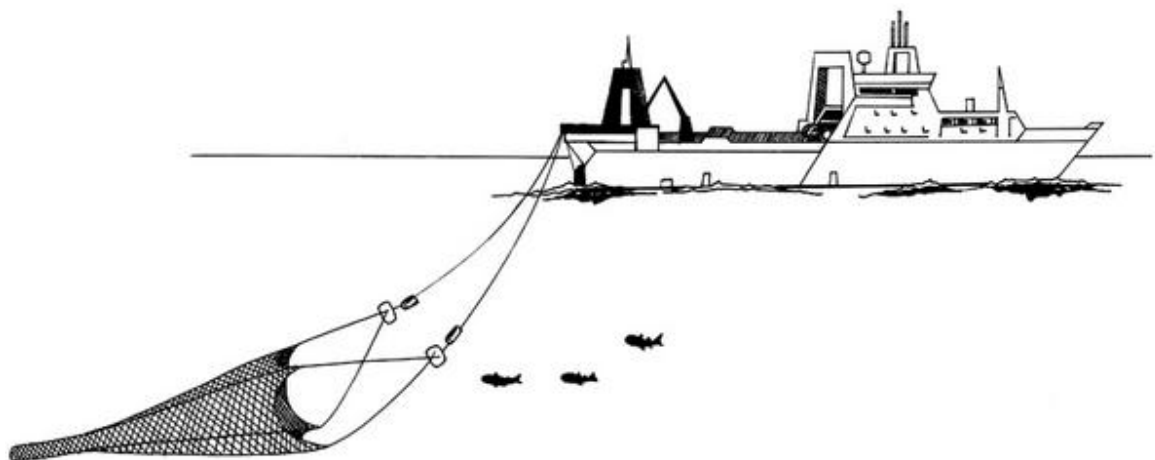
Слика_2.2 Типови витла [8]

2.1.1 Тролинг витло

Један од најчешћих система за риболов је троллинг фишинг (trolling fishing). Принцип рада заснован је на избацивању мреже са брода у море, при чему се мрежа креће хоризонтално и вучена је самим кретањем брода. Мрежа има облик вреће са раширеним улазом. Такав облик мреже омогућава веома ефикасан и богат улов. Неке врсте рибарских бродова користе специјално дизајниран систем витла како би се затворили крајеви рибарских мрежа, чиме риба остаје ухваћена унутар мреже. Правилан рад овог система је од пресудног значаја за успех брода да зароби рибу пре него што оне могу да побегну. Витла морају бити и јака и брза да повуку заробљену рибу. Понекад, витло не функционише како би требало, изазива полако затварање мреже. Систем витла за овакав тип риболова је веома комплокован и састоји се од следећих елемената.

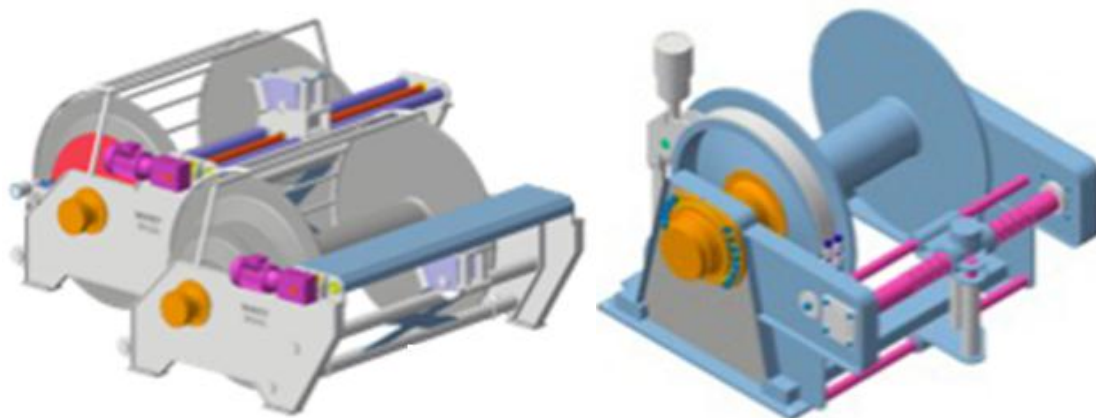
- Два велика витла која служе за избацивање, тегљење и на крају извлачење пуне мреже;
- Једног витла које прати та два велика и регулише кретање помоћу ужета;
- Витла са три добоша која служе за извлачење празне мреже из мора;
- Витла које спушта рибљу пумпу;
- Витла које слижи за спуштање црева са рибљом пумпом у мрежу за испумпавање рибе на брод [9].

Витло се налази на задњем делу брода и доста је издигнуто у односу на палубу (слика 2.3). Тај положај витла омогућава безбедно спуштање мерних инструмената у воду. Управљање овим типом витла обавља се са палубе.



Слика_2.3 Тролин риболов (Trawling fishing) [10]

Погонске јединице витла су хидрауличке, тако да одвођење цеви за хидраулику на ту висину може да представља проблем. Уколико би досло до оштећења хидрауличног система мрежа би морала бити извучена на површину мора посредством два велика витла [9].



Слика_2.4 Тролин витла (*Trawl winch*) [11]

Дакле, да би витло обављало своју функцију коректно и без грешака потребно је да буду обезбеђени следећи услови:

- хидраулички систем који погони витло мора да буде поуздан (заштићен конструкцијом брода, од било каквих могућих оштећења);
- хидраулички систем такође мора да буде заштићен од било какве контаминације;
- контрола кретања витла мора да буде непрестано доступна и мануелно и из кабине;
- мануална контрола витла мора да се налази на безбедном месту;
- веза између сонара и кабине где се приказују резултати мора да буде поуздана;
- намотавање и одмотавање ужета на добош витла мора да буде правилно и без икаквих запињања (да би витло за отварање могло да прати велика витла) и др.

Испуњавањем ових услова добија се загарантован исправан рад система. Уз добре услове кретања јата риба и испуњених горе наведених техничких услова витла за регулисање отварања мреже, богат улов је загарантован [9].

2.1.2 ЦТД витло

ЦТД (*Conductivity, Temperature, Depth*) витло се користи за истраживачке сврхе (слика 2.5). Иновације у развоју витла и *re-spooling* механизам омогућавају намотавање

и одмотавање сонде с времена на време без потребе да се витло заустави или успори. Због своје једноставности и лаког начина рада овај тип витла се може инсталирати на било ком броду.

ЦТД систем витла се састоји од:

- Кућишта за витло
- Уређаја за намотавање сонде
- Пригушивачке јединице
- Јединице за проклизавање

ЦТД витла имају компактан дизајн са електричним погоном и на њих се може намотавати сонда дужине 10 000 метара и више, при чему је обезбеђено прецизно намотавање током целе дужине сонде независно од ванбродских оптерећења [12].



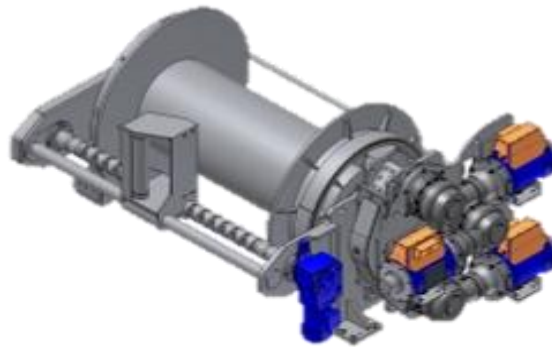
Слика_2.5 Примена ЦТД витла [12]

2.1.3 Витло за вучу (Deep tow winch)

Овај тип витла користи се за вучу возила свих врста и величина. Дизајнирани су са компактним електричним погоном, а дужина кабла који се намотава на добош креће се око 10 000 метара и више (слика 2.6).

Систем витла се састоји од:

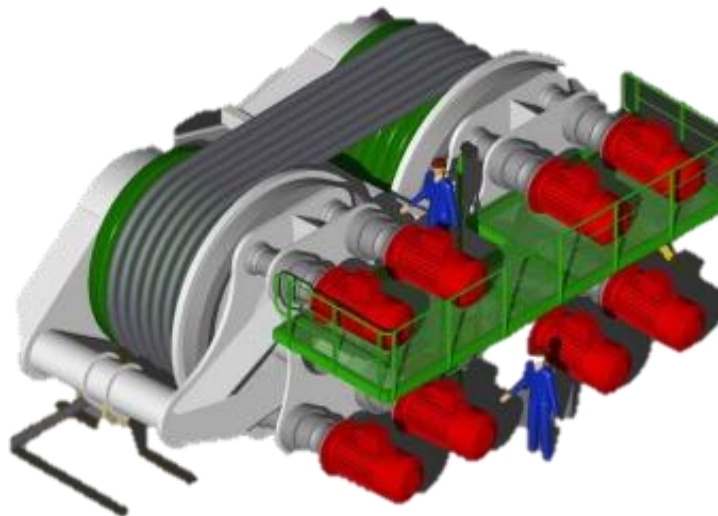
- Кућишта за витло
- Уређаја за намотавање кабла
- Пригушиваче јединице
- Јединице за проклизавање [12]



Слика_2.6 Витло за вучу (*Deep tow winch*) [13]

2.1.4 Погонска витла (*Traction winch*)

Погонско витло садржи два бубња монтирана у једном раму. Кабал се монтира преко оба бубња у неколико намотаја. Принцип рада погонског витла заснива се на трењу нагомилавањем између бубња и жичане ужади. Осе добоша су монтиране под углом једна у односу на другу, што омогућава да жица ради у правој линији од једног бубња до другог. Овакав тип саосности смањује замор жица ужета, јер не постоји нагомилавање торзије у конопцу (слика 2.7). Савремена погонска витла, дизајнирана су тако да продуже радни век канапа уз оптимизацију расположивог простора на палуби. Систем савременог погонског витла састоји се из два добоша, витла за складиштење канапа, хидрауличке јединице, намотавање канапа се одвија у десну страну. Напредак погонског витла огледа се у упрошћавању добоша витла у виду конзоле, са изузетно побољшаним квалитетом повлачења канапа. Конзолни добоши омогућавају једноставан пролаз канапа на врху и дну добоша [14].



Слика_2.7 Погонско витло [14]

3. СКЛОП И КОМПОНЕНТЕ ВИТЛА

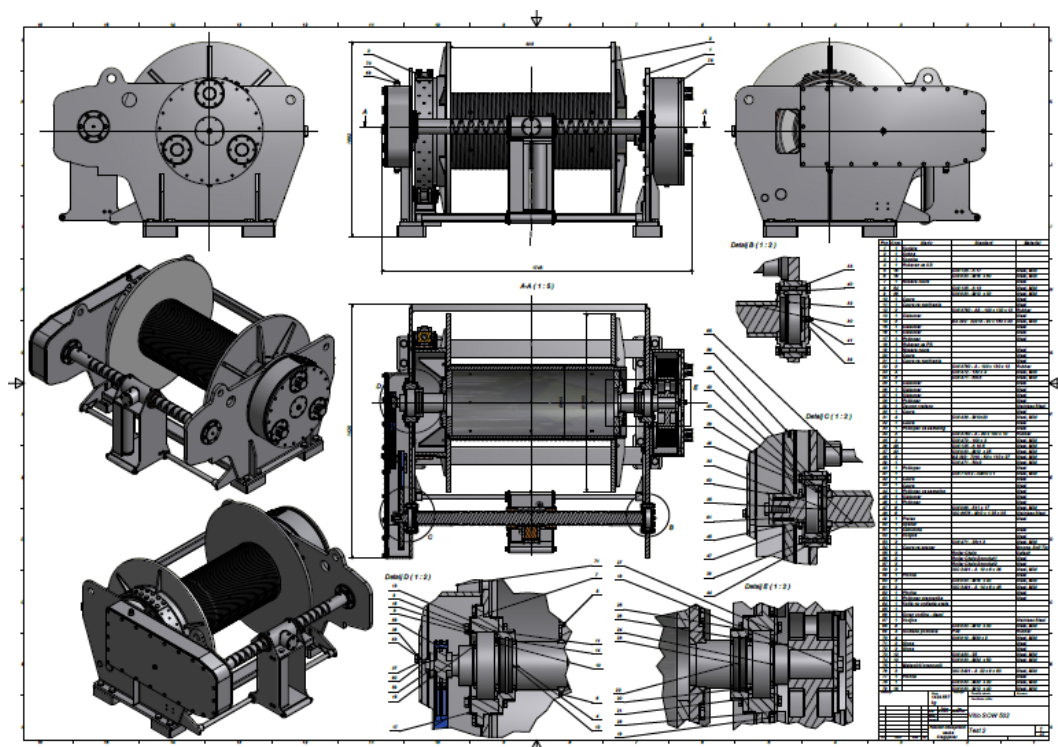
Први корак у технологији израде било ког производа је прикупљање документације. Документација прати производ од рађања идеје до дистрибуције. Најпре конструктивна документација која подразумева техничке цртеже склопова, подсклопова и појединачних делова и спецификације.

Техничка документација мора бити јасна, разумљива, прегледана и израђена на основу одговарајућих стандарда. Основа техничке документације јесте технички цртеж. Он представља основно средство комуницирања између конструктора, произвођача и потрошача [15].

Техничка документација представља машинску конструкцију приказану у облику техничких цртежа: склопни, радионички, технолошки и монтажни.

3.1 Израда склопног цртежа

Склопни цртеж даје информације о облику, величини, међусобном положају и повезаности делова машинске конструкције. На основу склопног цртежа машинске конструкције, израђује се радионички цртеж за сваки део машинске конструкције. Приказ склопног цртежа витла, налази се на слици 3.1.



Слика_3.1 Склопни цртеж витла [16]

Витло је механизам за намотавање ужета, ради вучења или подизања терета. Витло за регулисање отварања мреже је замишљено као конструкција која би се израђивала од стандардних лимова, цеви, профила и стандардних делова (лежајеви, завртњеве, навртке и др). Оваква конструкција је подложна веома брзом и лаким ременту, и отклањању било каквог квара, у случају отказа неког од делова конструкције. Најчешће се витла израђују у две верзије.

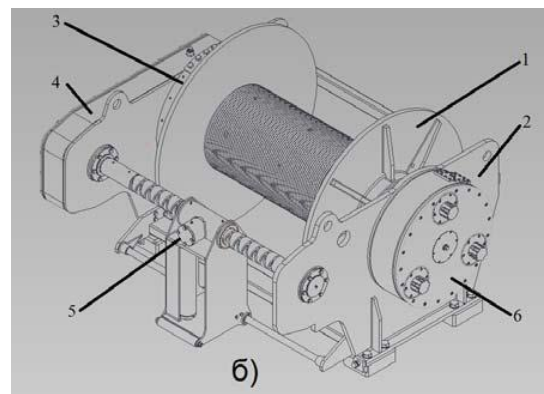
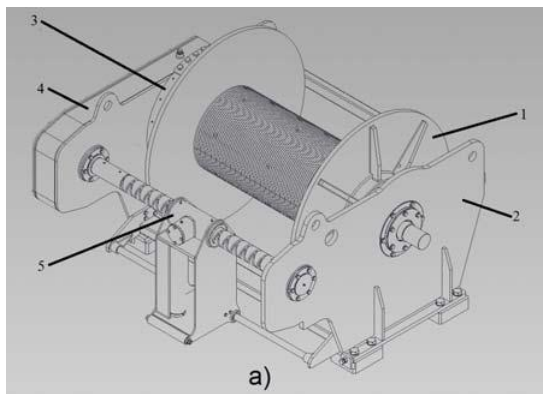
Прва верзија витла са једном погонском јединицом се састоји од следећих делова:

1. Добош
2. Рам
3. Кочница
4. Ланчани преносник
5. Систем за вођење ужета
6. Погонска јединица (хидромотор x1)

Друга верзија витла са три погонске јединице се састоји од следећих делова:

1. Добош
2. Рам
3. Кочница
4. Ланчани преносник
5. Систем за вођење ужета
6. Механички преносник (једноступени редуктор са три погона)
7. Погонска јединица (хидромотор x3)

Обе верзије (слика 3.2) су конципиране као компактне и једноставне, како за израду, тако и за монтажу и одржавање.



Слика_3.2 Изглед концепције витла а) концепција са једном погонском јединицом: 1 – добош витла, 2 – рам витла, 3 – кочница, 4 – ланчани преносник, систем

за вођење ужета, б) концепција са три погонске јединице: 1 – добош витла, 2 – рам витла, 3 – кочница, 4 – ланчани преносник, систем за вођење ужета и механички преносник [16]

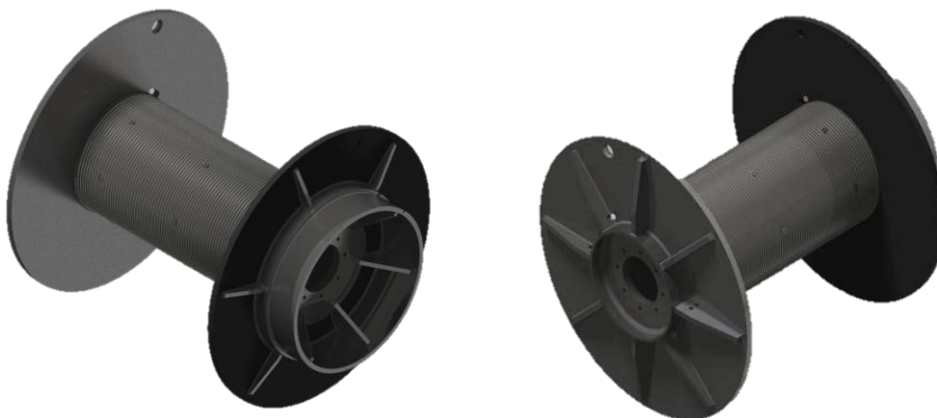
Ако се упореде слике (слика 3.2 а) и слика 3.2 б)) види се да се концепције разликују једино по томе што је на концепцију са три погона додат механички преносник. Такво извођење конструкције омогућава типизацију делова и веома лаку производњу витла у обе верзије.

3.2 Компоненте витла

3.2.1 Добош витла

Добош је главни део витла, ма колико оно било сложено, или једноставно. Добоши витала се углавном израђују од челичних цеви са завареним плочама од челичних лимова на крајевима. За мала витла могуће је изградити и ливени добош, али то значајно отежава и поскупљује конструкцију. Често се на добоше везује завртњевима омотач који служи да води намотавање првог слоја ужета. Овај омотач се израђује најчешће из два дела. Добош витла (слика 3.3) се састоји од следећих подсклопова:

- цев добоша;
- бочна страна са добошом кочнице;
- друга бочна страна и
- вођица првог слоја ужета.



Слика_3.3 Добош витла [16]

Веома битна је паралелност бочних страна добоша, и центричност добоша кочнице. Цев добоша (слика 3.4) се састоји од дебелозидне цеви у коју се уварују кружне плоче за које се везују рукавци добоша.



Слика_3.4 Цев добоша [16]

Цев добоша се такође обрађује по спољашњој страни да би се на њу позиционирале бочне стране добоша. Код бочних страна паралелност мора да буде задовољена у одређеној мери, тачније не сме да одступа више од 1 мм.

Бочне стране (слика 3.5а) и слика 3.5б)) садрже ребра за укрућење. Та ребра за укрућење се усвајају искуствено, а њихова функција се проверава методом коначних елемената.



Слика_3.5 а) друга бочна страна и б) бочна страна са добошем кочнице [16]

При монтажи бочне стране са добошем кочнице, у добош кочнице се уграђују и унутрашња ребра. Тај поступак се врши ради укрућења добоша кочнице. Последњи део добоша је вођица првог слоја ужета (слика 3.6). Вођица првог слоја ужета се састоји из два дела и везује се за добош витла завртњевима са упуштеном главом.



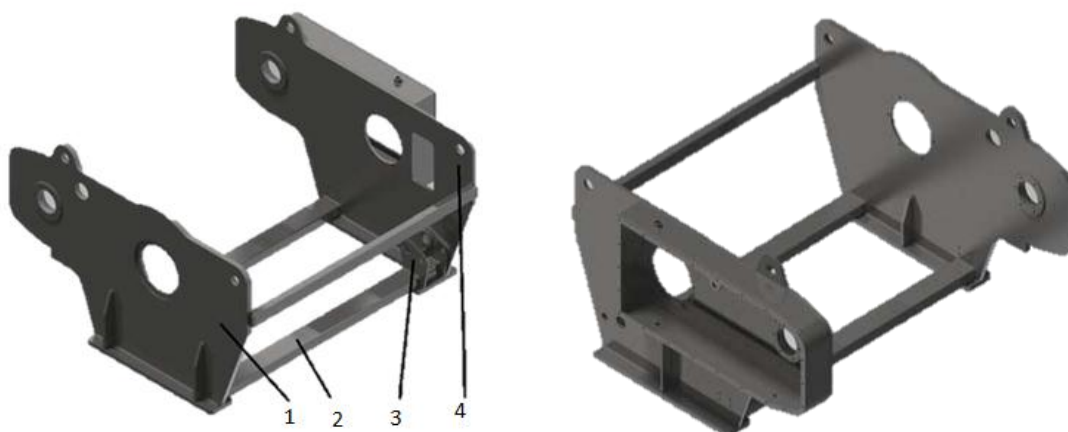
Слика_3.6 Вођица првог слоја ужета [16]

3.2.2 Рам витла

Рам витла служи да обједини све делове у систем. Најчешће се изводи као заварена конструкција од челичних профила, или комбинацијом челичних плоча и профила (слика 3.7). Рам мора да задовољи носивост витла и да обезбеди потребну крутост конструкције да при раду не би дошло до нежељених деформација. Рам се састоји од:

- бочне стране погона;
- друге бочне стране са кутијом за ланчани преносник;
- четвртастих шупљих профила који повезују бочне стране и
- држача појасне кочнице.

Сви делови рама витла су повезани у целину заваривањем. На бочним странама рама су уметнуте чауре исечене из лима, које служе као база за лежишна места система за правилно намотавање ужета.



Слика_3.7 Рам витла: 1 – бочна страна погона; 2 – профили за везивање; 3 – држач појасне кочнице и 4 – бочна страна са кутијом за ланчаник [16]

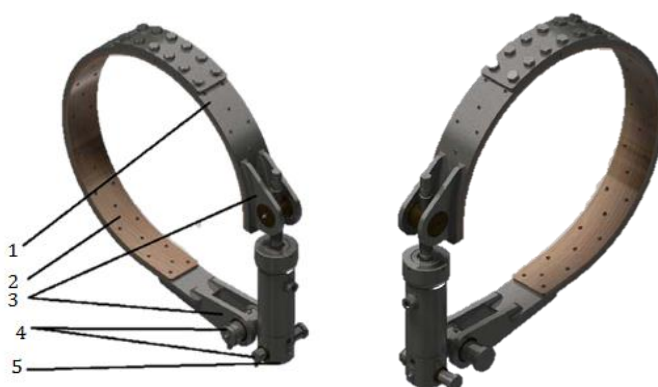
На рам се заварује држач кочнице и са исте стране кутија ланчаног преносника. Испод кутије ланчаног преносника се заварује једно ребро за укрућење. На другу плочу се заварују три ребра за укрућење, два са спољашње стране и једно са унутрашње стране. Са доње стране бочних лимова се заварују лимови за везивање рама са стопама. Након заваривања приступа се механичкој обради и изради потребних рупа и отвора.

3.2.3 Појасна кочница

Кочница је значајна због функције држања терета у једном положају (код дизалица), или спречавања одмотавања ужета ако терет наиђе на препреку (код бродских витала). За витла су најтипичнији следећи типови кочница:

- добош кочница;
- појасна кочница;
- магнетна кочница и др.

Ова три извођења кочница се користе код витала због њихових једноставних конструкција, и задовољавајуће поузданости. Овакви типови кочница значајно смањују и цену конструкције (слика 3.8). Много ређе се могу наћи и други типови кочница на витлима (диск кочница, унутрашња добош кочница и др.) због компликованије конструкције и повећања цене.

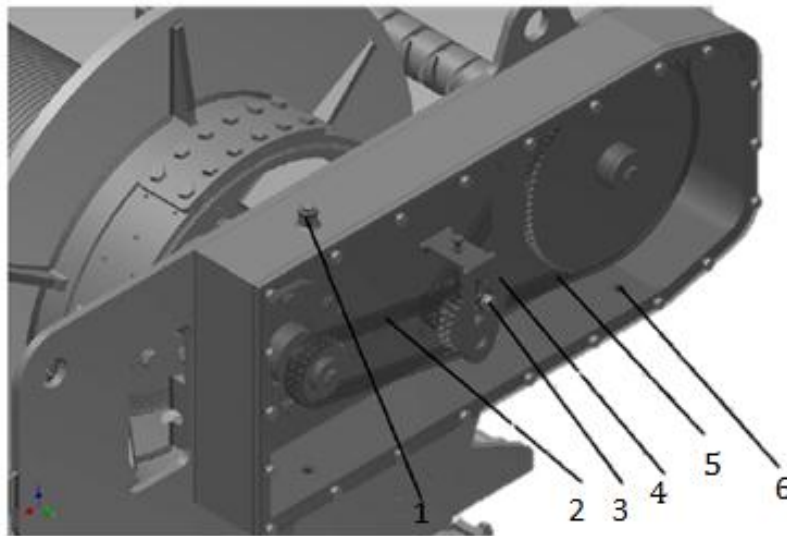


Слика_3.8 Појасна кочница: 1 – кочиона трака; 2 – ферода; 3- ушке; 4 – осовинице
и 5 – хидраулични цилиндар [16]

Ферода се везује закивцима за траку кочнице, док се ушке за везивање кочнице заварују за лимену траку. Један крај кочнице се везује осовиницом за рам витла. Други крај кочнице се везује за хидраулични цилиндар који је такође осовиницом везан за рам витла. Хидраулични цилиндар у себи садржи опругу ради аутоматског отпуштања кочнице.

3.2.4 Ланчани преносник

Ланчани преносник се састоји од два степена преноса са дворедним ланцима (слика 3.9). Затегнутост ланца се постиже затезачем који је зглобно везан за кутију ланчаног преносника.



Слика_3.9 Ланчани преносник: 1– отвор за уливање уља; 2 – први степен преноса; 3 – мерач нивоа уља; 4 – затезач; 5 – други степен преноса; 6 – отвор за испуштање уља [16]

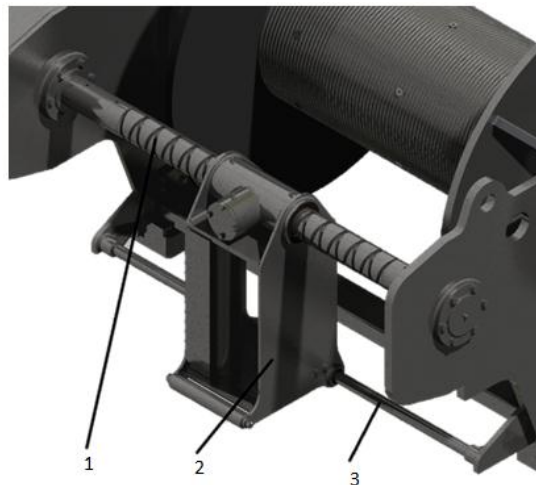
На кутији ланчаног преносника су изведена два отвора за испуштање уља. На поклопцу преносника је изведен показивач нивоа уља, док је на врху кутије направљен отвор за уливање уља за подмазивање преносника. Затезач има могућност затезања, изведен завртњем и навртком, тако да се веома лако може затегнути ланац. Ланчаници су на осовиницу затезача монтирани са клизним лежајем, док су за рукавац добоша и рукавац вратила кутије за вођење ужета везани двоструким клиновима, који су постављени под углом од 180° један у односу на други, због повећања степена сигурности.

3.2.5 Систем за вођење ужета

Најтежи део за израду код ове конструкције је сигурно систем за вођење ужета (слика 3.10). Систем за вођење ужета се састоји од:

- Завојног вретена (са левом и десном завојницом)
- Кутије за вођење ужета и
- Вођице (која служи за спречавање окретања кутије око завојног вретена).

Лежишно место са стране погона се подмазује помоћу масти, док се лежишно место са стране ланчаног преносника подмазује уљем из преносника.



Слика_3.10 Систем за вођење ужета: 1– завојно вретено; 2– кутија та вођење
ужета; 3 – вођица [16]

Завојно вретено (слика 3.11) се израђује од пуног округлог профила на стругу. Пошто је изложено агресивној средини пожељно је да се онда изради од квалитетног материјала (нерђајући челик) и да се површински заштити. Израђује се лева и десна завојница са почецима у под 180° један у односу на други. На крајевима завојног вретена се рукавци обрађују за лежишна места. Да навртка кутије не би испала са завојнице граничници се изводе као две чауре, по једна са обе стране. Чауре су осигуране увојним завртњевима.



Слика_3.11 Завојно вретено [16]

Кутија за вођење ужета се израђује од лимова заварених у кутију (слика 3.12). Унутар кутије се налазе два ваљка која обезбеђују несметан пролазак ужета кроз кутију. Ваљци су термички обрађени и површински заштићени.



Слика_3.12 Кутија за вођење ужета [16]

Ваљци су улежиштени унутар њихових шупљина, а причвршћени за кутију по бочним странама са по два завртња за свако лежишно место. Све вођице и навртка су израђени од бронзе. Вођице су причвршћене за кутију увојним завртњевима. Све мазалица су постављене на лако доступна места и заштићена од евентуалних оштећења.

Вођица (слика 3.13) која спречава обртање кутије око завојног вретена је израђена од округлог, пуног профила. Израђује се од нерђајућег челика и површинска заштита је обавезна због агресивности средине у којој ради.



Слика_3.13 Вођица [16]

Крајеви вођице се причвршћују завртњевима за рам витла. На плоче за причвршћивање се заварује округли, шупљи профил чији је унутрашњи пречник једнак пречнику вођице. Такође се изводи и једно ребро за ојачање.

3.2.6 Механички преносник снаге

Погонска јединица је такође незаобилазни део сваког витла. Погон витла може се остварити:

- снагом мишића руку (витло за вађење воде из бунара);

- електромотором
- хидромотором
- пнеуматским мотором
- мотором са унутрашњим сагоревањем и др.

У пракси се најчешће среће витло које се погони електромотором: дизалице, кранови, витла на возилима и сл. Код бродских витала веома често се користи погон хидромотором, док се код витала која се користе као прикључне машине за тракторе, користи кардански прикључак на трактору погоњен мотором са унутрашњим сагоревањем. Код сваког витла је веома важан преносник снаге од погонске јединице до добоша. Као преносници снаге за ове намене користе се разни типови редуктора: редуктор са цилиндричним или коничним зупчаницима (са једним или више степени преноса), планетарни редуктор, пужни редуктор и др. Од врсте механичког преносника снаге у највећој мери зависи вучна сила која се добија од снаге погонске јединице. Код неких витала са спороходним електромоторима или хидромоторима је могуће директно везивање за добош витла.

Један велики хидромотор који се користи као погонска јединица за прву верзију витла се наручује као готов део. За другу верзију се користе три далеко мања хидромотора који се такође наручују као готови делови. Избор хидромотора за обе верзије биће извршен након даљих прорачуна оптерећења у најтежим условима рада. За другу верзију витла, поред мала три хидромотора постоји и разлика у томе што се код ове верзије уграђује и механички преносник. Механички преносник (слика 3.14) је изведен као оригинална конструкција једностепеног редуктора са три погона.



Слика_3.14 Механички преносник [16]

Кућиште преносника може да се изradi или од дебелозидне цеви или савијањем лимене траке (слика 3.15). С једне стране кућишта је заварен лимени прстен за који се завртњевима везује поклопац, док је с друге стране заварен лим са отвором на средини кроз који се везује рукавац добоша.



Слика 3.15 Кућиште преносника [16]



Слика_3.16 Поклопац преносника [16]

На унутрашњу страну кућишта су заварене чауре које су предвиђене за лежишна места на страни витла. Лежишна места на страни поклопца су заварена за поклопац (слика 3.16). Лежишна места су тако изведена да се налазе унутар преносника. Механичка обрада лежишних места врши се у склопу поклопца са кућиштем, ради добијања центричности. Такође су изведени дистантни прстенови на лежишним местима на кућишту због добијања могућности за поравнање сва три погона са централним зупчаником. Поклопац за посматрање са одушком се изводи 300 степени измештено у односу на хоризонталу, ради бољег увида у рад преносника. Испуст уља је изведен у најнижој тачки преносника при монтирању, док се отвор за посматрање нивоа уља изводи у средишњој тачки преносника.

4. ТЕХНОЛОГИЈА ИЗРАДЕ ВИТЛА У ФАБРИЦИ РАПП ЗАСТАВА

Технолошки поступак представља редослед операција за израду делова машинске конструкције, као и податке о избору машина, алата, мерног и контролног прибора. Технологија израде витла се у највећој мери своди на сечење лимова, и њихово заваривање. После сечења и заваривања следи механичка обрада. Остали делови се набављају као готова роба. На крају производње сваког дела, који је изложен спољним утицајима, веома је битна површинска заштита. Наиме, овакви системи, којима ово витло припада, раде у веома агресивним срединама. Највеће разарање материјала изазива корозија услед великог садинитета ваздуха, како на отвореном мору, тако и у луци. Ту су још и временски услови, као што су: киша, високе и ниске температуре и сл. Дакле све делове који су изложени спољним утицајима је неопходно заштити. Листа потребних машина, алата и прибора за производњу овог витла се своди на:

- машина за гасно сечење (CNC) ;
- машина за савијање лимова;
- апарат за МИГ/МАГ заваривање;
- универзални струг;
- универзална глодалица;
- хоризонтална бушилица;
- комплет браварских алата и прибора
- машина за савијање цеви
- машина за пертловање цеви
- опрема за заштиту и фабрање.

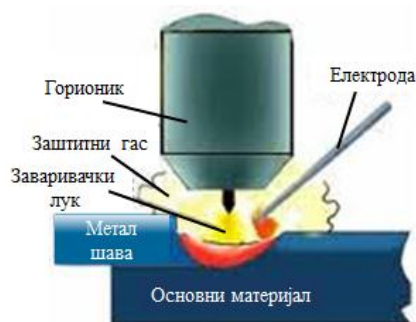
Стога се изводи закључак да се ово витло може изградити у добро опремљеној машинској радионици, без потребе за скупим машинама као што су ЦНЦ стругови и глодалице.

4.1 Заваривање делова

4.1.1 ТИГ заваривање

ТИГ заваривање се обично користи у високо квалитетним варилачким процесима, па је ТИГ веома употребљива техника заваривања кад се захтева висока прецизност заварених спојева. У ТИГ заваривању лук се ствара између волфрамове (tungsten) електроде и метала који се заварује. Заштитни гас се доводи кроз пиштољ-пламеник до

места вара и електроде. Ако се користи жица за попуњавање вара она се до места вара доводи одвојено (слика 4.1). Предности ТИГ заваривања су: висок квалитат вара, вар се може направити са и без попуњавајућег метала, прецизна контрола заваривачке температуре, нема разбацивања материјала, мала дисторзија. Заштитни гас: аргон, аргон и водоник, аргон и хелијум. Хелијум се додаје да повећа улазну топлоту или продирање вара. Водоник даје чистији изглед вару, а такође повећава улазну топлоту, међутим водоник може проузроковати порозност или водоничне пукотине [17].



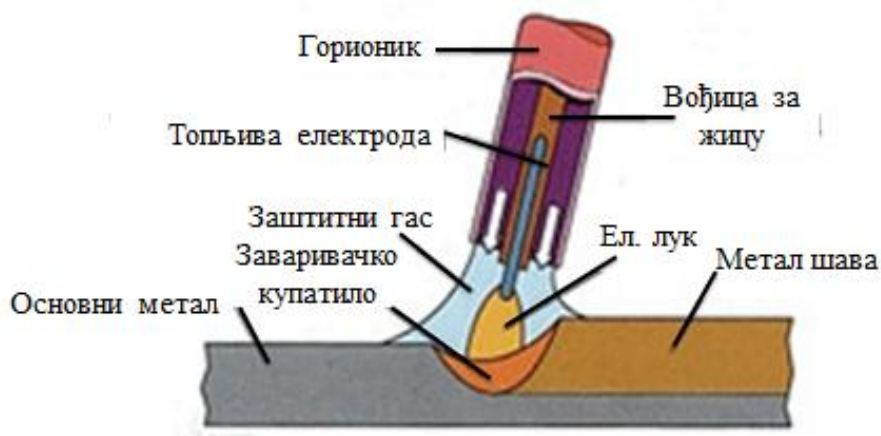
Слика 4.1 Шема ТИГ заваривања [17]

Недостаци ТИГ заваривања: захтева већу вештину вариоца у односу на остале технике заваривања, мали нанос вара, већа цена коштања за дебље материјале. Код ТИГ заваривања најчешће се користе наизменична струја (АС) и једносмерна струја директне поларности (DCDP). Једносмерна струја директне поларности даје најужи и најдубљи шав. Топлота при заваривању се распоређује приближно 1/3 на електроду, а 2/3 на основни материјал. Јонизоване честице су усмерене од материјала ка електроди, а електрони од електроде ка материјалу, тако да се не добија ефекат површинског чишћења, као што је то случај код једносмерне струје индиректне поларности. Стога се једносмерном струјом директне поларности заварују метали код којих ефекат површинског чишћења није потребан (челици, никал, бакар и његове легуре) [17].

4.1.2 МАГ заваривање

МАГ заваривање има све већу примену у пракси због велике брзине заваривања, а у случају потпуне аутоматизације и због велике продуктивности. Мала могућност прегревања метала и релативно уска зона под утицајем топлоте утичу на смањење сопствених напона и деформација, као и величине зрна што доприноси повећању жилавости и својства чврстоће. При заваривању МАГ поступком, топлива електродна жица се доводи преко вођице која је повезана са једним полом извора једносмерне

струје (слика 4.2). Жица пролази кроз млазницу, која служи за усмеравање заштитног гаса на зону спајања. Гас CO_2 се доводи из челичне боце под притиском. Одржавање електричног лука је отежано, јер нема стабилизатора електричног лука. Из тог разлога се за МАГ заваривање користи једносмерна струја обрнуте поларности којом се постиже боља стабилност лука.



Слика_4.2 Шема МАГ заваривања [17]

У недостатке овог поступка заваривања могу се убројати: висока цена уређаја и одржавања, нестабилност лука, распрскавање растоп метала, одувавање заштитног гаса са места спајања услед ваздушног струјања [17].

4.1.3 Поступак заваривања делова и гасно сечење

Полазни материјали за израду витла су у највећој мери челичне плоче, из којих се исецају делови одређених облика и величина. За израду мање одговорне конструкције користи се угљенични челик са мањом вредности затезне чврстоће $\check{C}0361$, а за одговорније конструкције користи се угљенични челик $\check{C}0563$, где је потребна већа затезна чврстоћа. Делови се из плоча секу гасном методом (окси-ацетиленским пламеном) на CNC машини (слика 3.18а) или мањом машином (слика 3.18б) такође са окси-ацетиленским пламеном, за исецање траке за кочницу, која има сопствено вођење.



а)



б)

Слика_4.3 а) ЦНЦ машина за гасно сечење челичне плоче; б) Машина за сечење трака
кочнице

Део витла на коме се најчешће врши процес заваривања, јесте добош. Основни поступак заваривања делова у фабрици Рап Застава је заваривање под заштитним гасом (МАГ поступак). Основне технике МАГ поступка (слика 4.4 а) и слика 4.4 б)) су веома једноставне пошто се електрода доводи аутоматски кроз поштољ/горионик.



а)

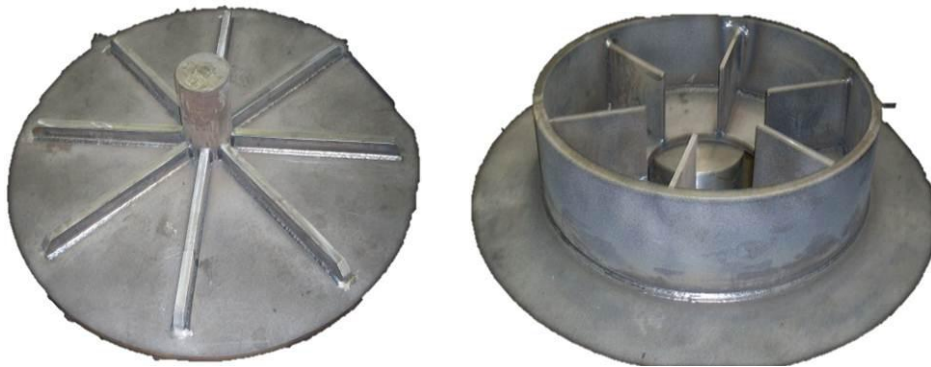


б)

Слика_4.4 а) Уређај за МАГ заваривање; б) Додатни материјал у виду пуњене жице

Међутим, квалитет вара може зависити и од других фактора, а не само од вештине вариоца. Делови пролазе припрему за заваривање која подразумева обраду ивица за заваривање, односно припрему типа шава који ће бити изведен (V, К, Х), што је унапред дефинисано конструктивном документацијом. Добоше већих пречника пре заваривања потребно је позиционирати кратким заварима (врши се хефтање делова), чија је улога да одрже делове у правилном положају приликом заваривања. МАГ

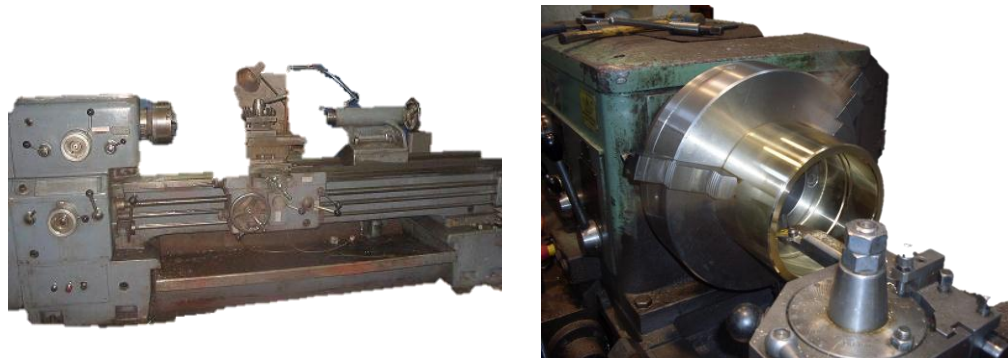
поступак захтева да вариоц води правилно заваривачки пиштољ у правилној позицији дуж вара. Важно је све време одржавати исту препоручену контакт-раздаљину. Правилно подешавање заваривачког пиштоља је такође веома важно.



Слика_4.5 Заварени делови добоша

4.2 Машинска обрада делова

Приликом израде витла, највећи део обраде делова врши се на стругу. У фабрици постоји већи број конвенционалних стругова, на којима се врши обрада углавном цилиндричних делова, њихове спољашње и унутрашње стране (слика 4.6). Могуће је изводити одсецање, укопавање, профилисање, чеоно укопавање, унутрашње укопавање, резање навоја (унутрашњег и спољашњег).



Слика_4.6 Обрада делова на стругу

Глодањем се обављају следеће операције: равнање површина, израда цепа и профила, израда закривљених и танких површина, израда жлебова, навоја, слојевито глодање, глодање уских и плитких прореза и жлебова, израда цепа под углом, обарање ивица, израда зупчаника (слика 4.7).

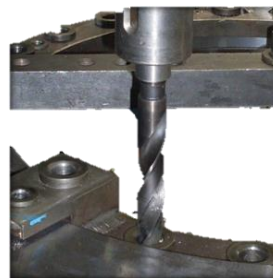


Слика_4.7 Обрада глодањем

Бушењем се израђују отвори. Ако се отвори налазе на деловима мањих габарита, обрада се врши на конвенционалним бушилицама, док се делови већих габарита монтирају на једану од великих глодалица и обрада се врши на њима(слика 4.8 а) и слика 4.8 б)).



а)



б)

Слика_4.8 Израда отвора а) Борвел машина, б) на стубној бушилици

Након припремне обраде сечења челичних трака за кочнице, исте се даље обрађују на машини за савијање (слика 4.9 а)), како би добиле облик који одговара и прати облик добоша витла (слика 4.9 б)).



а)



б)

Слика_4.9 а) Машина за савијање челичних трака; б) савијена трака за кочницу витла

4.3 Површинска заштита делова

Површинска заштита производа од метала знатно утиче на животни век производа, а нарочито код заварених конструкција. Поступак укључује активности које утичу на квалитет и његову везу са површинском обрадом и подељен је на следеће области: припрема и пескарење, метализација, премазивање и фарбање.

Пескарење је најбоља припрема метала за било коју даљу површинску заштиту. Пескарење је технолошки поступак при којем, помоћу машине за пескарење, абразив под притиском ваздуха добија велику кинетичку енергију (убрзање) и удара о површину која се третира. Абразив тако подиже боју, нечистоће и друге супстанце, припремајући подлогу за следеће апликације. Пескарење је најбољи начин за припрему површина пре наношења заштитних премаза, боје, за одстрањивање корозије, чишћење и припрему површина. Примењује се у скоро свим индустријским гранама за различите намене. Према општем водичу пескарење се не изводи ако је температура површине комада мање од 3°C изнад тачке орошавања или када је релативна влажност већа од 85%. Пошто је извршено брушење тако да је уклоњена коварина, ситне капљице, рђа, шљака, етикетирање итд., површина је на задовољавајућем степену чистоће, али пескарење се може обавити ако је постигнута одговарајућа храпавост површине. Код делова веће дебљине ивице услед гасног сечења постају окаљене па се на делу брушењем уклања површински слој материјала. Због челика лошијег квалитета све ивице морају бити заобљене на R2 због успешности процеса који следи након пескарења – метализација.

Метализација је процес распршивања пламена, при којем се користе металне (или керамичке) превлаке, за пресвлачење површина у току процеса производње, за повећање отпорности на хабање, топлоту и корозију. Пошто је површина пескарена, примењује се метализација у року од 8 сати. Ако се метализација на обави у оквиру овог времена, неопходно је преконтролисати да ли је површина почела да рђа у међувремену. Уколико се метализација не обави у наредна 24 сата, комад мора поново бити пескарен.

Пре него што се започне метализација, све површине морају бити проверене. Све површине морају бити потпуно очишћене од прљавштине. Свака површина која нема налегања мора да се подвргне метализацији. Површине, отвори и опрема који се не

метализирају морају се заштитити (слика 4.10). Метализација се обавља под истим временским условима као и пескарење.



Слика_4.10 Заштићене површине

Поступком хладне метализације могу се наносити сви материјали у облику жице уколико имају тачку топљења нижу од температуре пламена горивих гасова. У току наношења, додатни материјал има брзину топљења 0,46 - 13,7 m/min. Жица се креће кроз средину гасног пламена при чему се она топи, а струја ваздуха захвата делиће истопљеног метала који су лоптастог облика и преноси их до површине наношења. Топлота се добија сагоревањем гаса, као што је: ацетилен, пропан, бутан или неки други гориви гас, као и мешавине горивих гасова (слика 4.11). Овим поступком, слојеви се наносе веома брзо и поступак има висок учинак.



Слика_4.11 Метализирани део

Све металне површине у додиру са водом или ваздухом оксидирају. Фарбање метала је техника којом се штити метал од корозије. Било да су металне површине изложене атмосферским приликама или се налазе у затвореном, важно их је префарбати како би се спречио процес оксидације. Поред основне боје постоје и одређена антикорозивна средства која се користе на површинама које је у већој мери захватила рђа и немогуће је њено одстрањивање. Та средства заустављају оксидацију

тако што процесом фосфатизације неутралишу продукте корозије и стварају заштитни слој на металу. Улога основне боје за метал није само стварање добре подлоге за за наношење завршне лак боје, већ она уједно у себи садржи компоненте које имају антикорозивну реакцију у додиру са металом. На слици 4.12 приказано је комплетно офарбано витло.



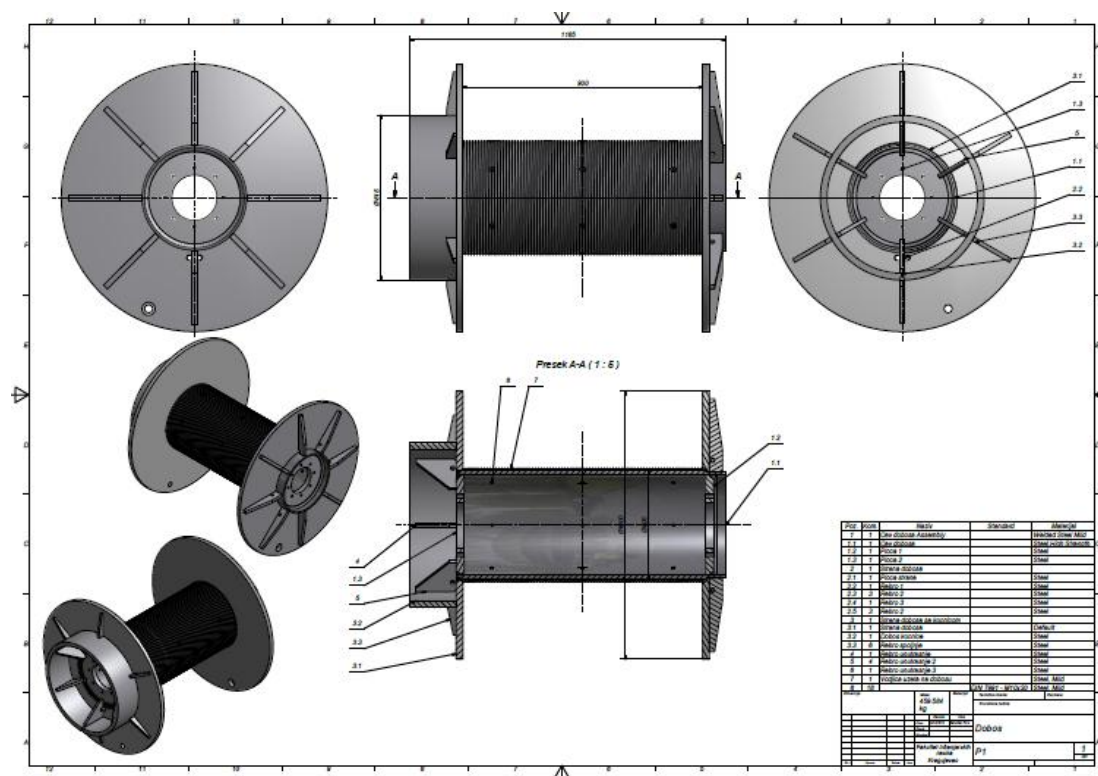
Слика_4.12 Приказ офарбаног витла

Дакле, фарбањем метала се не постиже само леп изглед већ се металним површинама пружа адекватна заштита.

5. АНАЛИЗА ПОСТУПКА ЗАВАРИВАЊА ДОБОША ВЕЛИКИХ ПРЕЧНИКА

5.1 Процес заваривања добоша витла

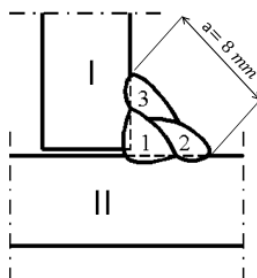
Разматра се постојећа технологија и опрема за заваривање добоша великих пречника. На слици 5.1 приказане су геометријске карактеристике, као и технолошке карактеристике на конкретном примеру добоша витла пречника 630 мм.



Слика_5.1 Добош витла [17]

При заваривању наведеног дела са његовим компонентама (страницама витла и ребрима) користи се МАГ технологија заваривања. Основни подаци вазани за поступак заваривања су:

- Положај заваривања – хоризонтални
- Параметри заваривања – $I=290-295\text{ A}$; $U=25-26\text{ V}$; $v_z=329-484\text{ mm/min}$
- Електродна жица пречника – $d=1,2\text{ mm}$
- Струја заваривања – једносмерна обрнутог поларитета
- Врста споја – угаони спој (слика_5.2)
- Дебљина основног материјала - $s=15\text{ mm}$



Слика_5.2 Приказ угаоног споја

Дати параметри дефинисани су интернационалним стандардом EN 5817, који се користи у фабрици. Прорачунски параметри заваривања служе само као полаз за избор режима заваривања. Исти се упоређују са искуствено предложеним и евентуално врши корекција прорачуна пре извођења конструкције.

Поред поменутих енергетских параметара заваривања, на квалитет завареног споја утичу још: дужина извученог (слободног) дела електродне жице, положај жичане електроде (пиштоља за заваривање) у односу на раван споја, удаљеност млазнице за гас од површине радног комада, врста заштитног гаса и његова потрошња, положај заваривања. При полуаутоматском заваривању у заштитном гасу CO₂, што је случај у фабрици Рап Застава, пиштољем за заваривање рукује радник. Помоћна опрема за заваривање добоша великих габарита је знатно оскудна, па тако већи део наведених параметара директно зависи од самог радника (вариоца), као и квалитет завареног споја.

Заваривање страница витла (слика 5.3) врши се постављањем истих на полуатоматизован окретни сточић. У том случају квалитет споја зависи од вештине и искуства самог радника, тј. његове способности да током поступка заваривања што дуже одржава праволинијско кретање пиштоља током једног пролаза. Положај горионика у односу на раван споја дефинисан је стандардом и износи 70°-90°.



Слика_5.3 а) Заварена страница добоша; б) Угао нагиба горионика и ДМ

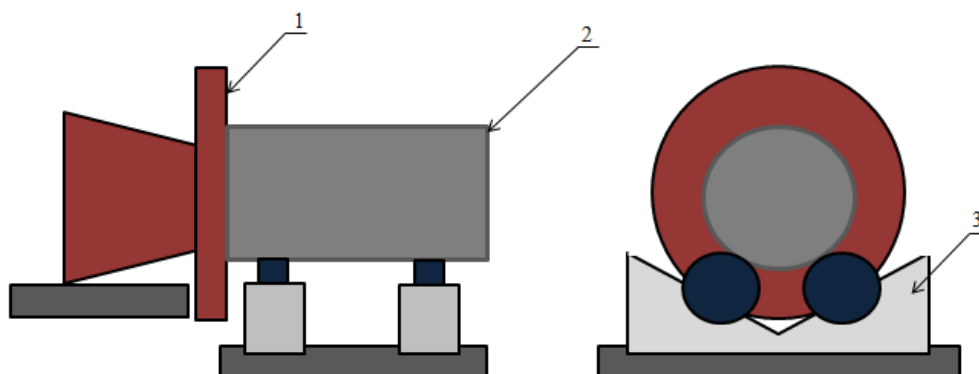
Пошто се изврши заваривање страница, потребно је исте спојити са добошем. Позиционирањем се заваривани радни предмети постављају у међусобни положај који је одређен типом завареног споја, постављају се на утврђена међусобна растојања којима се пре свега одређује корени размак, али и облик жлеба и тип шава који треба да се формира.

Размотрен је постојећи импровизовани позиционер (слика 5.4) који је једини помоћни алат при заваривању великих делова и рад на њему. При заваривању дебљих делова неопходно је припремити ивице и шав извести вишеслојним заваривањем, при чему се пиштољ мора водити праволинијски, под одређеним нагибом, без бочних кретања.



Слика_5.4 Помоћни алат за позиционирање витла

Код заваривања цеви која ротира (добоша), заваривач се налази увек (најчешће) у положају наспрам цеви, чиме обезбеђује хоризонталан просторни положај шава и изводи се вертикални шав. Хоризонтални положај заваривања је у овом случају омогућен постављањем цеви добоша на претходно приказан позиционер (слика 5.4). Странице добоша се хефтају за окретни сточић, како би се омогућило њихово стезање. При спајању страница са окретним сточићем радник мора водити рачуна да се њихово позиционирање изведе правилно, т. ј. да се обезбеди тежиште странице, како не би дошло до великих деформација при заваривању. Такође, потребно је водити рачуна да спојеви буду мали, а притом довољни да обезбеде стабилност при заваривању и безбедност самог радника. Када се изведе стезање страница са сточићем, услед недостатка помоћних прибора, радници су препуштени сналажењу у потрази за најбољим решењем које би им омогућило спајање страница са добошем.



Слика_5.5 Шема поступка заваривања

Како би извршили монтажно заваривање, окретни сточић постављају у хоризонтални положај (обарају га за 90°), тако да горњи део сточића (слика 5.5) на коме су странице буде у оси са претходно позиционираним добошем. На овај начин омогућено им је спајање и обртно кретање делова, при чему је погон остварен преко електромотора сточића. На слици 5.6 приказан је принцип рада који је далеко унапређенији, од постојеће врло штуре и оскудне опреме заваривања која се користи.



Слика_5.6 Приказ аутоматизованог принципа заваривања

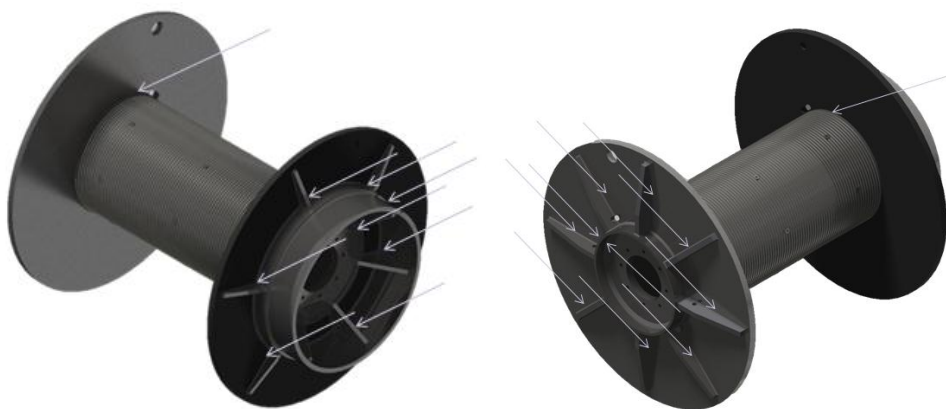
Да би процес заваривања био стабилан, неопходна је напонска стабилност електричног лука коју је лако регулисати при аутоматском заваривању, док при ручном заваривању долази до изражаја стручност и обученост заваривача. Дужина електричног лука је важан фактор који утиче на зависност параметара режима заваривања (I_z и U_z). Вредност дужине лука при раду у већ поменутој фабрици регулише сам радник на основу свог искуства. У оваквим условима рада долази до локалног ширења и скупљања материјала, што узрокује појаву напона и деформација у самој завареној конструкцији. Да би се осигурао квалитетан заварени спој, а тиме и сигуран рад и

поузданост завареног дела или конструкције, заостале напоне и деформације неопходно је свести на најмању могућу меру.

Са инжењерске тачке гледишта, цео поступак припреме делова за заваривање (њихово стежање и позиционирање), као и сам ток заваривања угрожава безбедност радника. С обзиром на то да се често изводи заваривање на висинама, у принудном положају, на земљи, као и да су потребне честе промене положаја радних комада ради довођења у најповољнији положај за заваривање, које се обављају ручно, конзолним и мостним дизалицама, стално су присутне опасности од механичких повреда руку, ногу и других делова тела као што су посекотине и преломи. Сви ови фактори негативно утичу на психофизичку способност заваривача. Резултат деловања ових штетних фактора јесте делом смањена психофизичка способност заваривача, то јест слабији квалитет рада и мања продуктивност. Зато је неопходно обратити посебну пажњу на безбедност процеса заваривања, изучавањем могућих узрока настанка незгода и то проучавањем, реализације самих процеса и психологије радника који у тим процесима учествују.

5.2 Анализа процеса заваривања

У оквиру ове тачке извршена је детаљна анализа времена утрошеног на заваривање добоша, коришћењем постојеће технологије. За заваривање приказаног склопа добоша (слика 5.7), потребно је извести укупно 24 заварена споја. У конкретном примеру, анализира се време које је потребно само за заваривање добоша са страницама.



Слика_5.7 Приказ заварених спојева

Време за позиционирање цеви добоша и његових страница за заваривање у просеку износи 2 сата. Начин, као и потешкоће које су узрок тако дугог припремног времена

претходно су објашњене. На основу вредност спољашњег пречника добоша који се заварује $d=630\text{ mm}$, одређује се дужина шава.

$$l = 2r \cdot \pi = d \cdot \pi$$
$$l = 630 \cdot 3.14 = 1978.2\text{ mm}$$

За заваривање добоша дебљине $s=15\text{ mm}$ потребно је извести 4 пролаза. Коришћењем брзине заваривања $v_z=329-484\text{ mm/min}$ која је дефинисана као основни податак приликом заваривања, лако се може доћи до времена утрошеног за заваривање једног пролаза.

$$v_z = \frac{l}{t} \rightarrow t = \frac{l}{v_z} \text{ min}$$
$$t = \frac{1978.2}{400} = 4.94 \cong 5\text{ min}$$

Укупно време за заваривање добоша са страницама износи 80 мин. У вези са овим, промена брзине заваривања неће пуно утицати на промену времена. Тиме се указује на чињеницу да је потребно сктарити време припреме за заваривање, које је далеко веће од самог времена заваривања. Ако се размотри производња витла на годишњем нивоу, која броји 50 витла, то указује на губитак времена од 100 сати, то јест 12.5 радних дана. Даљом анализом времена на годишњем нивоу производње, долази се до закључка, да је могуће за изгубљено припремно време заваривања, произвести још 2 витла.

Ако се има у виду просечна цена машинског сата која износи 1500,00 динара, произилази да се на нивоу од годину дана може уштедети око 150 000,00 динара. Аутор рада сматра, да се правилним избором и конструкцијом помоћног алата за позиционирање, ова финансијска средства могу повратити на нивоу до две године дана. При томе, треба нагласити да подизање нивоа позиционирања добоша и механизација процеса његовог заваривања има крајње позитивне ефекте, са аспекта безбедности на раду. Посебно, ако се има у виду да је безбедност на раду једна од најзначајнијих категорија пословања у савременим условима производње.

6. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПОБОЉШАЊЕ СТАЊА ПРЕКО УВОЂЕЊА СПЕЦИЈАЛНИХ ПРИБОРА И УРЕЂАЈА

6.1 Могући правци побољшања стања у домену развоја уређаја

Погодним избором поступка и технолошких параметара заваривања, укључујући, по потреби и термичку обраду, могу се промене тренутног стања свести на најмању меру. А у циљу подизања нивоа пословања и мањих улагања финансијских средстава. Након анализе постојеће опреме, јавила се потреба за увођењем специјалног прибора за заваривање, који ће омогућити бржи и лакши рад радника, као и бољи квалитет. Побољшање услова рада, може се обезбедити преко реализације конструкције новог ротационог позиционера (слика 6.1). На слици 6.1 приказани су позиционери који се данас могу срести у развијеним производним системима.



Слика_6.1 Ротациони позиционери [18]

Важан аспект при увођењу било ког аутоматизованог система у процес производње јесте његова цена. Због тога, при пројектовању треба детаљно анализирати које делове техничког система није смислено аутоматизовати. Погон приказаних ротационих позиционера остварује се помоћу два електромотора и редуктора, при чему је за контролу броја обртаја потребан и фреквентни регулатор. Принцип рада два удаљена електромотора који погоне делове исте конструкције, захтева обезбеђење синхронизације кретања, што је озбиљнији и теоријски и практични проблем. Посебно када у ланцу преноса момента постоји пренос заснован на бази фрикције. Услов за исправан рад конструкције, при постојању синхронизације, је да су електромотори истих карактеристика. Један од проблема обезбеђења синхронизованог кретања је могућа разлика струје, погонских мотора. При том се јављају велике струје изједначавања које могу проузроковати трајне деформације на намотајима мотора.

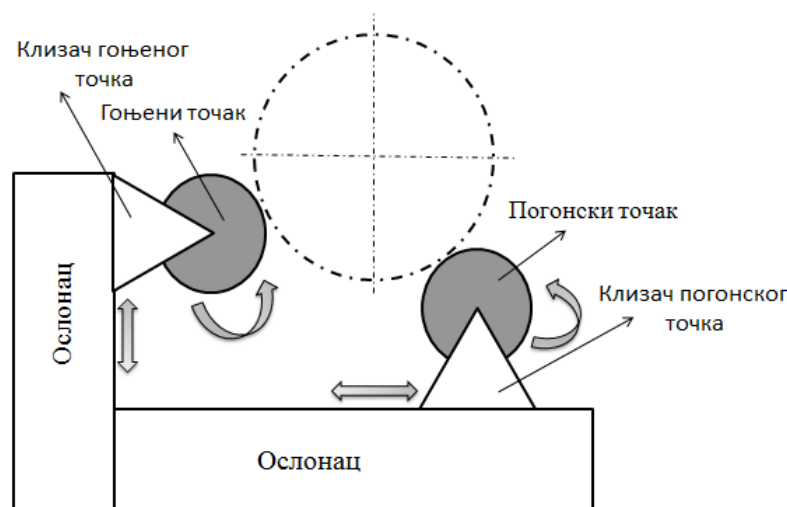
Поред ових појава може се појавити и момент торзије на осовини точка, који може проузроковати чак и сам лом осовине. Ако постоји значајна разлика фазних ставова између мотора, да би се разлика смањила на дозвољену вредност потешно је моторе ускладити, то јест убрзати их или успорити. Проблем не синхронизованог кретања има посебно негативне утицаје на хабање погонских фрикционих точкава.

6.2 Концепт идејног решења уређаја за заваривање ротационих делова

Као што само име каже идејни пројекат је у ствари идеја, тј. основни концепт који подразумева функционално и конструктивно решење са прелиминарним прорачуном конструкције и инвестиционих трошкова. Израда идејног решења и дизајнирање је комплексан поступак који обухвата следеће кораке:

- Израда методолошког приступа пројектовању,
- Развијање математичких модела (карактеристика модела, процеса, производа, анализа понашања модела),
- Анализа компатибилности (између подсистема, делова и склопова),
- Оптимизација (најбољи могући прилаз пројектовању),
- Тестирање концепта пројекта.

Да би се дефинисало идејно решење конструкције и дао одговарајући дизајн полази се од техничких захтева за производом, разматрају се конструкциона решења постојећих производа са сличном функцијом (слика 6.2).



Слика_6.2 Идејно решење конструкције

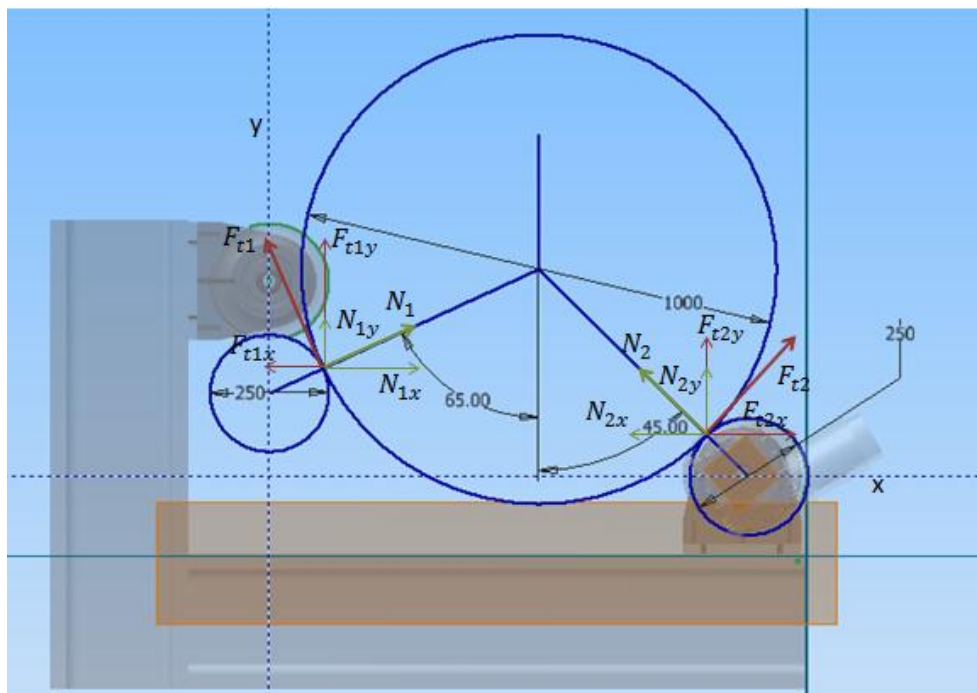
Захтеве тржишта, корисникови захтеви, важећи стандарди и прописи, паковање, обезбеђење или верификација квалитета су полазна основа за дефинисање техничких захтева које производ треба да испуни тј. треба да подрже идејно решење и дизајнирање. Идејни пројекат подложен је варијацијама и променама на основу тражених захтева инвеститора, али представља обавезан корак за израду главног пројекта. Након израде идејног решења, конструисање је процес трансформације идеје у пројекат као основе за производњу. На послетку савремени софтвери омогућавају визуелизацију, како би се стекао реалан увид у крајњи резултат.

6.3 Анализа сила и избор погона

Димензионисање челичних констукција се изводи на бази познавања распореда спољашњих дејстава (сила и момената). Утврђивање способности конструкција да пренесе задате утицаје врши се на основу карактеристика коришћеног материјала и допуштених напона. Допуштени напони су прописани за челичне конструкције и одређују се у функцији изабраног материјала и карактера спољашњег оптерећења. Прорачун конструкције доказ је носивости и употребљивости конструкције под деловањем прописаног оптерећења током времена трајања конструкције. Поступак пројектовања, одређивања и димензионисања конструкције, заправо је избор прорачунског модела који ће веродостојно описати стварно понашање конструкције под прописаним оптерећењем, али водећи рачуна о оптималној сложености модела, могућностима прорачуна и исплативости изведбе појединих делова конструкције.

У овом поглављу рада проучавана су спољашња оптерећења која се јављају у систему. Приказани систем на слици 6.3 посматран је као статички систем, тј. систем у стању мировања тела и услова који то стање омогућавају. Спољни узрок (спољње дејство) на чврсто тело је сила, која представља узрок промене стања мировања и кретања система. У овом случају спољње оптерећење представља тежина добоша. За анализу дејства сила у конкретном примеру добоша пречника $d=1000\text{ mm}$ и дужине $l=2000\text{ mm}$ оптерећење представља тежина добоша која износи $G=50000\text{ N}$. Наведени подаци узети су као максималне величине са којима се сусрећу запослени приликом обављања рада. На основу тих података, развијане су и габаритне димензије конструкције.

Потребно је доказати да приказана конструкција може обављати своју функцију поуздано, како у условима максималних величина добоша тако и минималним.



Слика_6.3 Распоред сила при максималним величинама добоша

Конструкција ротационог позиционера замишљена је тако да се при раду највећи део тежине добоша ослања на погонски точак. Цео систем посматра се као хоризонтални систем који је причвршћен за подлогу. У том случају, основни задатак се своди на одређивање отпора ослонаца и сила трења.

У почетку решавања проблема замишља се да се ослонци уклањају и њихово дејство замењује силама које се називају отпори ослонаца, што су у овом случају нормалне силе точкова N_1 и N_2 . Анализира се и дејство сила трења F_{t1} и F_{t2} које се јављају између добоша и точкова. Како се ради о различитим материјалима у контактної зони, т.ј. о интеракцији између гуме и челика, то су и коефицијенти трења μ различити. С тим у вези се за трење клизања, односно коефицијент трења између погонског точка и добоша узима вредност $\mu_p = 0.6$, а вредност коефицијента трења котрљања између гоњеног точка и добоша $\mu_{kot} = 0.05$.

Као полазна основа за решавање задатог проблема је одређивање сила трења на основу једначина:

$$F_{t1} = N_1 \cdot \mu_1$$

$$F_{t2} = N_2 \cdot \mu_2$$

Да би посматрани систем био у равнотежи, резултанта свих сила мора бити једнака нули. Пошто у посматраном случају дејствују хоризонталне и вертикалне силе, из тога произилазе два услова равнотеже.

$$\sum_{i=1}^n x_i = 0 \quad \text{и} \quad \sum_{i=1}^n y_i = 0$$

Из претходна два услова могу се израчунати непознати отпори ослонаца N_1 и N_2 . То је уствари систем две једначине са две непознате. Први услов равнотеже јесте збир свих компоненти сила које делују хоризонтално у правцу x осе да је једнак нули:

$$\sum_{i=1}^n x_i = F_{t2x} - N_{2x} + N_{1x} - F_{t1x} = 0 \quad (1)$$

где су: F_{t1x} , F_{t2x} , N_{1x} и N_{2x} - пројекције сила F_t и N на x осу. Вредности пројектованих сила трења изражене су преко нормалних сила.

$$\begin{aligned} F_{t1x} &= -F_{t1} \cdot \cos 65 & \text{и} & & F_{t2x} &= F_{t2} \cdot \cos 45 \\ F_{t1x} &= -N_1 \cdot \mu_1 \cdot 0.423 & \text{и} & & F_{t2x} &= N_2 \cdot \mu_2 \cdot 0.707 \end{aligned}$$

Нормалне силе N_{1x} и N_{2x} изражене су на следећи начин:

$$\begin{aligned} N_{1x} &= N_1 \cdot \cos 25 & \text{и} & & N_{2x} &= -N_2 \cdot \cos 45 \\ N_{1x} &= N_1 \cdot 0.91 & \text{и} & & N_{2x} &= -N_2 \cdot 0.707 \end{aligned}$$

Заменом добијених вредности пројекција сила у једначину (1) добија се следећи израз:

$$\sum_{i=1}^n x_i = -0.707N_2 + 0.424N_2 + 0.91N_1 - 0.021N_1 = 0 \quad (1)$$

из чега следи да је: $0.889N_1 - 0.283N_2 = 0 \quad (1)$

Други услов равнотеже јесте збир свих сила које делују вертикално на посматрани систем да је једнак нули:

$$\sum_{i=1}^n y_i = F_{t1y} + F_{t2y} + N_{1y} + N_{2y} - mg \quad (2)$$

где су: F_{t1y} , F_{t2y} , N_{1y} и N_{2y} - пројекције сила на y осу. Вредности пројекција сила трења изражене су преко нормалних сила.

$$\begin{aligned} F_{t1y} &= F_{t1} \cdot \cos 25 & \text{и} & & F_{t2y} &= F_{t2} \cdot \cos 45 \\ F_{t1y} &= N_1 \cdot \mu_1 \cdot 0.91 & \text{и} & & F_{t2y} &= N_2 \cdot \mu_2 \cdot 0.707 \end{aligned}$$

Нормалне силе N_{1y} и N_{2y} изражене су на следећи начин:

$$N_{1y} = N_1 \cdot \cos 65 \quad \text{и} \quad N_{2y} = N_2 \cdot \cos 45$$

$$N_{1y} = N_1 \cdot 0.423 \quad \text{и} \quad N_{2y} = N_2 \cdot 0.707$$

Заменом добијених вредности пројекција сила у једначину (2) добија се следећи израз:

$$\sum_{i=1}^n y_i = -50 + 0.424N_2 + 0.707N_2 + 0.423N_1 - 0.045N_1 = 0 \quad (2)$$

решавањем једначине следи да је:

$$0.468N_1 + 1.131N_2 = 50 \quad (2)$$

Вредност силе N_1 изражава се у једначини (1):

$$(1) \quad 0.889N_1 = 0.283N_2 \rightarrow N_1 = 0.381N_2$$

Заменом силе N_1 у једначину (2) добија се вредност силе N_2 :

$$(2) \quad 0.468 \cdot 0.381N_2 + 1.131N_2 = 50$$

даље следи да је:

$$1.28N_2 = 50 \rightarrow N_2 = \frac{50}{1.28}$$

односно, вредност силе N_2 је: $N_2 = 39.07 \text{ [kN]}$

Заменом вредности силе N_2 у једначину (1) добија се вредност силе N_1 :

$$(1) \quad N_1 = 0.381N_2$$

одакле следи да је:

$$N_1 = 12.42 \text{ [kN]}$$

На основу добијених вредности нормалних сила, лако се могу израчунати силе трења F_{t1} и F_{t2} једноставном заменом у претходно постављене изразе.

$$F_{t1} = N_1 \cdot \mu_1 = 12.42 \cdot 0.05 = 0.62 \text{ [kN]}$$

$$F_{t2} = N_2 \cdot \mu_2 = 39.07 \cdot 0.6 = 23.44 \text{ [kN]}$$

На овај начин доказана је претпоставка с почетка, да највеће оптерећење трпи погонски точак.

У зависности од промене угла при постављању различитих пречника добоша на позиционер, мења се и интезитет сила. Даљом анализом статичких једначина у зависности од угла φ_1 и φ_2 који су у оквиру вредности од 65° до 82° за угао φ_1 т.ј. од 38° до 47° за угао φ_2 се добијају могуће вредности сила.

Зависност сила трења и отпора ослонаца (нормалних сила) од угла φ_1 :

$$\begin{aligned}F_{t1x} &= -N_1 \cdot \mu_1 \cdot \cos \varphi_1 \\F_{t1y} &= N_1 \cdot \mu_1 \cdot \sin \varphi_1 \\N_{1x} &= N_1 \cdot \cos(90 - \varphi_1) \\N_{1y} &= N_1 \cdot \sin(90 - \varphi_1)\end{aligned}$$

Зависност сила трења и отпора ослонаца (нормалних сила) од угла φ_2 :

$$\begin{aligned}F_{t2x} &= N_2 \cdot \mu_2 \cdot \cos \varphi_2 \\F_{t2y} &= N_2 \cdot \mu_2 \cdot \sin \varphi_2 \\N_{2x} &= -N_2 \cdot \cos(90 - \varphi_2) \\N_{2y} &= N_2 \cdot \sin(90 - \varphi_2)\end{aligned}$$

Статички услов равнотеже за x осу је:

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n x_i &= F_{t2x} - N_{2x} + N_{1x} - F_{t1x} = 0 \\N_2 \cdot \mu_2 \cdot \cos \varphi_2 - N_2 \cdot \cos(90 - \varphi_2) + N_1 \cdot \cos(90 - \varphi_1) - N_1 \cdot \mu_1 \cdot \cos \varphi_1 &= 0 \\N_2(\mu_2 \cdot \cos \varphi_2 - \cos(90 - \varphi_2)) &= N_1(\mu_1 \cdot \cos \varphi_1 - \cos(90 - \varphi_1)) \\N_2 &= N_1 \frac{\mu_1 \cdot \cos \varphi_1 - \cos(90 - \varphi_1)}{\mu_2 \cdot \cos \varphi_2 - \cos(90 - \varphi_2)} \\ \frac{\mu_1 \cdot \cos \varphi_1 - \cos(90 - \varphi_1)}{\mu_2 \cdot \cos \varphi_2 - \cos(90 - \varphi_2)} &= k,\end{aligned}$$

при чему је k бездимензиони коефицијент.

Статички услов равнотеже за y осу је:

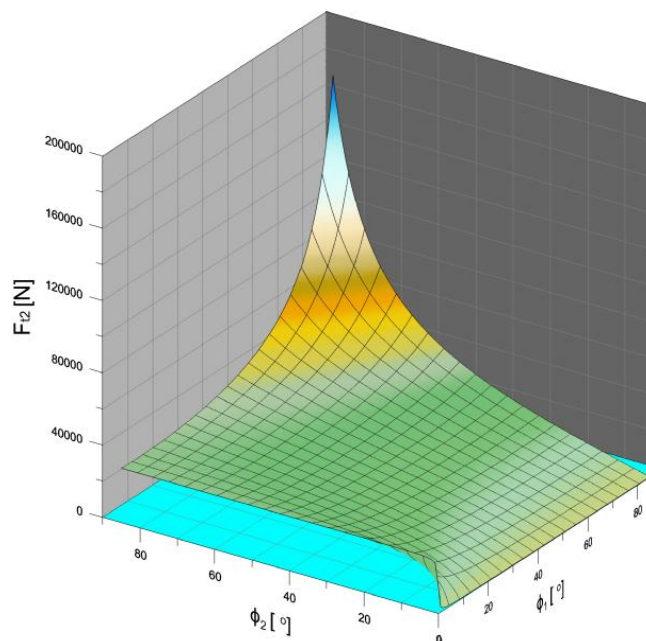
$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n y_i &= F_{t1y} + F_{t2y} + N_{1y} + N_{2y} - mg = 0 \\N_1 \cdot \mu_1 \cdot \sin \varphi_1 + N_2 \cdot \mu_2 \cdot \sin \varphi_2 + N_1 \cdot \sin(90 - \varphi_1) + N_2 \cdot \sin(90 - \varphi_2) - mg &= 0 \\N_1 \cdot \mu_1 \cdot \sin \varphi_1 + N_2 \cdot \mu_2 \cdot \sin \varphi_2 + N_1 \cdot \sin(90 - \varphi_1) + N_2 \cdot \sin(90 - \varphi_2) &= mg \\N_1 &= \frac{mg}{k \cdot \mu_2 \cdot \sin \varphi_2 + k \cdot \sin(90 - \varphi_2) + \mu_1 \cdot \sin \varphi_1 + \sin(90 - \varphi_2)} \\N_2 &= N_1 \cdot k \\F_{t1} &= N_1 \cdot \mu_1 \\F_{t2} &= N_2 \cdot \mu_2\end{aligned}$$

Приказ интензитета сила у зависности од промене углова, тј. у зависности од положаја постављања добоша, при истим вредностима пречника и тежине добоша, израчунати су и приказани у табели 1.

	φ_1	φ_2	N_1 [kN]	N_2 [kN]	F_{t1} [kN]	F_{t2} [kN]
1	82	38	6.03	41.41	0.30	24.85
2	80	39	6.88	41.16	0.34	24.70
3	78	40	7.75	40.88	0.39	24.53
4	76	41	8.61	40.55	0.43	24.33
5	74	42	9.48	40.19	0.47	24.11
6	72	43	10.35	39.79	0.52	23.87
7	70	44	11.22	39.35	0.56	23.61
8	68	45	12.11	38.87	0.61	23.32
9	66	46	12.99	38.35	0.65	23.01
10	65	47	13.83	38.01	0.69	22.80

Табела_1 Интензитети сила у зависности од углова

На основу анализе добијених вредности нормалних сила и сила трења из табеле 1, може се приметити да при постављању оптерећења у било који положај, највећи интензитет има сила N_2 , т.ј. највеће оптерећење је на погонском точку. На основу изложених прорачуна, као и већег дела прорачуна који нису приказани у раду, успостављена је зависност погонске силе (сила трења) у функције положаја добоша, т.ј. углова φ_1 и φ_2 . Ова зависност сложеног облика $F_{t2}(\varphi_1, \varphi_2)$ приказана је на дијаграму који је дат на слици 6.4.



Слика_6.4 Дијаграмски приказ зависности силе трења погонског точка од углова

Са дијаграма се може уочити да функција достиже веома високе вредности интезитета силе, при вредностима углова φ_1 и φ_2 блиским 90° . Очигледно је да је у питању тако звани ефекат клина, при којем настају изузетно велики интезитети тангенцијалне силе. Привидно, овај „екстрем функције“ може бити повољно решење са аспекта погонске силе. Међутим, да би се оствариле овако високе вредности погонске силе, систем мора да буде изложен и веома високим вредностима нормалног оптерећења, реда величине 20 [kN] . Примена овако високог оптерећења је веома проблематична са аспекта дозвољеног нивоа напона између добоша и погонског точка. Из тог разлога, аутор овог рада сматра да углове φ_1 и φ_2 треба бирати у опсегу знатно нижих вредности, при којима неће бити доведено у питање интезивно хабање облога погонског точка и стабилност целе конструкције.

Прорачун и избор електромотора

Правилан избор електромотора, према снази за конкретан погон, мора да обезбеди економичан, поуздан и продуктиван рад конструкције. Избор мотора веће снаге, него што је потребно за услове погона, изазива сувишне губитке енергије, као и већа улагања у мотор. Избор мотора недовољне снаге снижава продуктивност и поузданост, а сам мотор је, у таквим условима, изложен опасности од превременог отказа.

Номинална снага електромотора одређује се на основу израза:

$$P = M_o \cdot \omega \text{ [W]}$$

где су: M_o - момент отпора [Nm]

ω – угаона брзина $\text{[s}^{-1}\text{]}$

Момент отпора зависи од нормалне силе, коефицијента трења и полупречника добоша, одакле произилази следећи израз:

$$M_o = N_1 \cdot \mu_1 \cdot r \text{ [Nm]}$$

Усваја се максимални интезитет силе:

$$N_1 = 29419,95 \text{ [N]}$$

следи да је:

$$M_o = 29419,95 \cdot 0,05 \cdot 0,5 \rightarrow M_o = 294,20 \text{ [Nm]}$$

Одговарајућа угаона брзина се лако може израчунати на основу обрасца:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ [rad s}^{-1}\text{]}$$

где је: n - број обртаја мотора, који је дат као један од полазних података и износи
 $n = 15 \text{ } [^{\circ}/\text{min}]$

Уврштавањем познатих података у израз добије се:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 15}{30} \rightarrow \omega = 1.57 \text{ } [\text{rad s}^{-1}]$$

На основу добијеног, може се одредити потребна снага електромотора:

$$P = 294.1195 \cdot 1.57 \rightarrow P = 461.89 \text{ } [W]$$

За одређене радне услове делова усвојен је степен сигурности $\eta=2$, на основу чега се добија снага:

$$P_i = P \cdot \eta \text{ } [w]$$

одакле следи:

$$P_i = 461.89 \cdot 2 \rightarrow P_i = 923.78 \text{ } [w]$$

На основу резултата истраживања усваја се електро мотор снаге $P=1 \text{ } [kW]$ за покретање конструкције у рад.

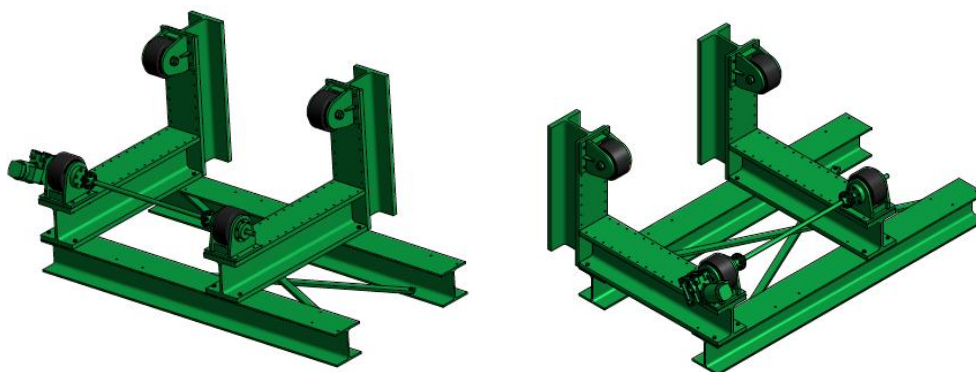
6.4 Конструктивно решење уређаја

Механизација и аутоматизација у производњи заварених склопова захтевају значајна улагања средстава, којих за сада нема. Инвестиције не смеју да буду саме себи циљ, поготову не у оваквим условима привређивања. Оне захтевају одређени обим производње и морају да допринесу повећању продуктивности, повишењу квалитета производа, снижењу трошкова производње, побољшању услова рада и омогућавању конкурентности на тржишту. Инвестирањем у опрему и нове технологије производње уопште, а посебно заварених склопова, увођењем у примену нових машина, апарата, алата, манипулатора, аутомата, постижу се следећи ефекти:

- Повећава се продуктивност,
- Обезбеђује се заваривање у најповољнијем положају, чиме се постижу: виши квалитет завареног споја, лепши изглед шавова, мања потрошња додатног материјала, краће време израде итд,
- Повећава се ниво квалитета заварених конструкција,
- Смањују се деформације услед заваривања,
- Смањују се додаци за накнадну машинску обраду или се она потпуно елиминише,
- Повећава се степен искоришћења уређаја за заваривање,

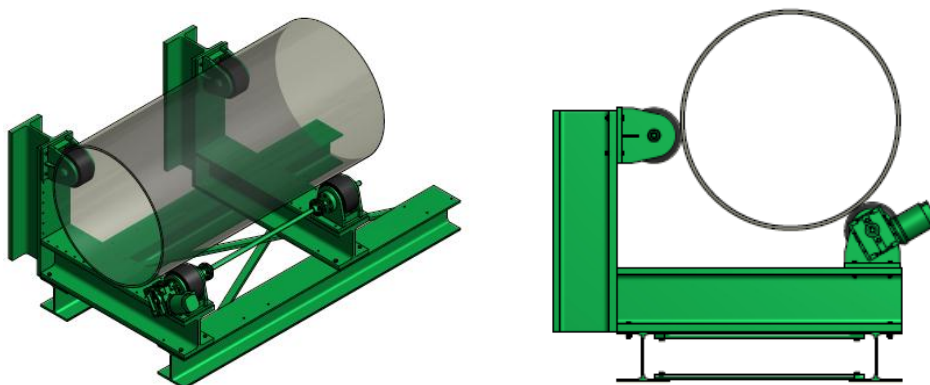
- Смањује се потребна радна површина,
- Побољшавају се услови рада,
- Смањује се број професионално оболелих заваривача,
- Повећава безбедност на раду итд.

Имајући у виду потешкоће са којима се запослени сусрећу свакодневно у току рада, инвестирање у нову опрему би знатно побољшало квалитет рада. Најбитније од наведеног је чињеница, да се увођењем нове конструкције (слика 6.2) у процесу заваривања време припремног заваривања може свести на минимум. У поступку развоја као и у пројектовању приказане конструкције, сам сегмент процене аспекта исплативости представља кључни елемент при конструисању.



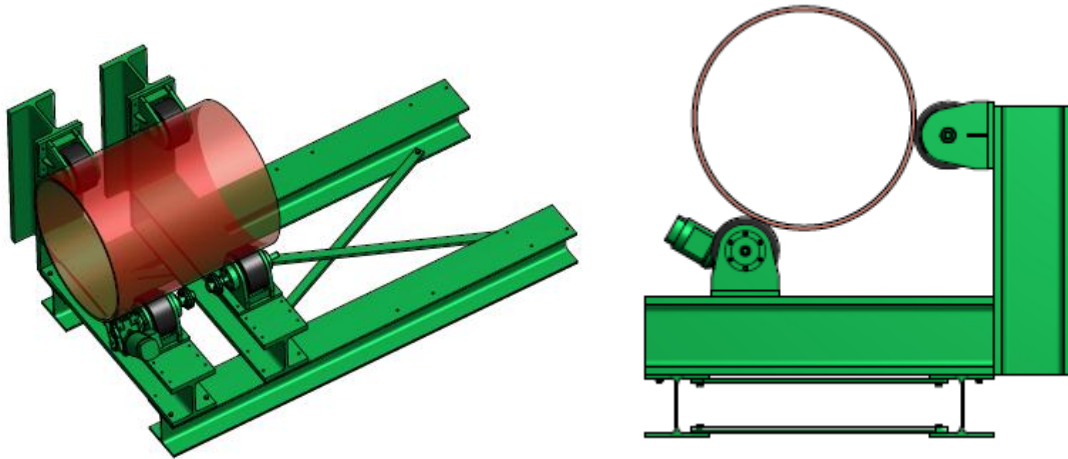
Слика_6.2 Конструктивно решење ротационог позиционера

Овакав тип позиционера је специјално дизајниран и произведен у сврху повећања продуктивности, смањујући интензитет рада заваривача, јер се цео поступак заваривања може одвијати аутоматски. Заваривачком главом управља сам заваривач, док се радни комад ротационо окреће. Кружни цилиндар за заваривање (добош), се помоћу крана поставља на подесиве ваљке колица (слика 6.3).

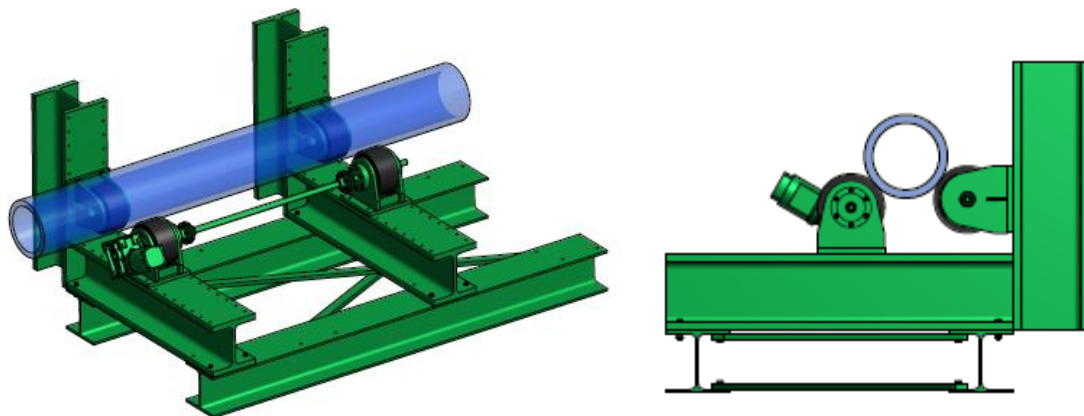


Слика_6.3 Добош пречника 1000 мм и дужине 2000 мм постављен на позиционер

Размак колица се може прилагодити величини цилиндра. На сликама 6.4-6.5 приказане су различите димензије добоша постављене на позиционеру. Растојање између ваљака могуће је, у зависности од потребе, подесити завртњем. Кретање ваљака омогућено је у хоризонталном и вертикалном правцу рама позиционера.



Слика_6.4 Добош пречника 830 мм и дужине 1000 мм постављен на позиционер

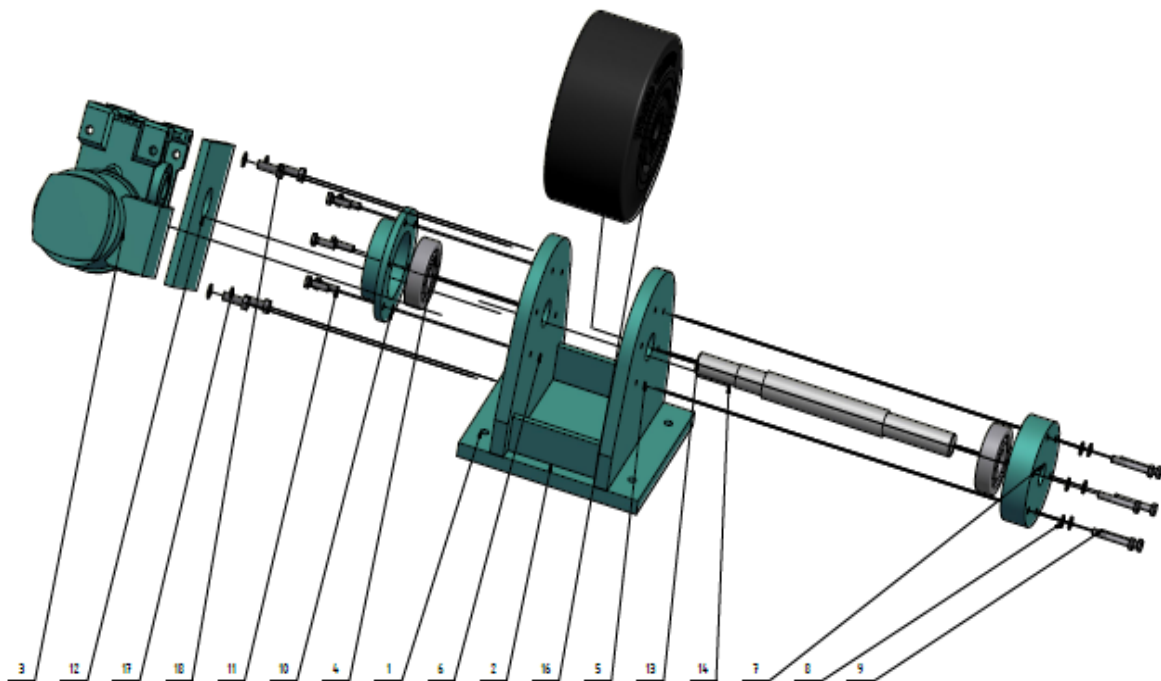


Слика_6.5 Добош пречника 310 мм и дужине 2500 мм постављен на позиционер

Погон ваљака се остварује једном електромотором, где се број обртаја редукује пужним редуктором. Погон другог дела колица остварује се помоћу флексибилног вратила. На овај начин преноса снаге, избегнута је синхронизација мотора. Коришћењем позиционера у процесу производње, добија се висока ефикасност и јефтинији процес заваривања, који има карактеристике лаког рада, поузаност, перформансе и широко поље примене. Радни предмети се, стога, постављају на најповољнији начин и у најповољнијем положају у односу на заваривача, а на основу техничко-технолошке документације.

6.4.1 Погонски точак

Погонски точак је један од главних елемената конструкције (слика 6.6) и као такав има важну улогу при обављању функције рада. Кућиште точка састоји се од страница и постоља, при чему се изводи као заварена конструкција. Поред основне функције да обједини елементе и омогући правилно функционисање точка, кућиште треба и да заштити точак од спољних утицаја. При заваривању страница потребно је водити рачуна о њиховој паралелности, како би вратило које се поставља кроз отворе страница, могло неометано да обавља своју функцију. Вратило омогућава обртање свих делова који се налазе на њему, спајање у функционалну целину и преношење оптерећења.



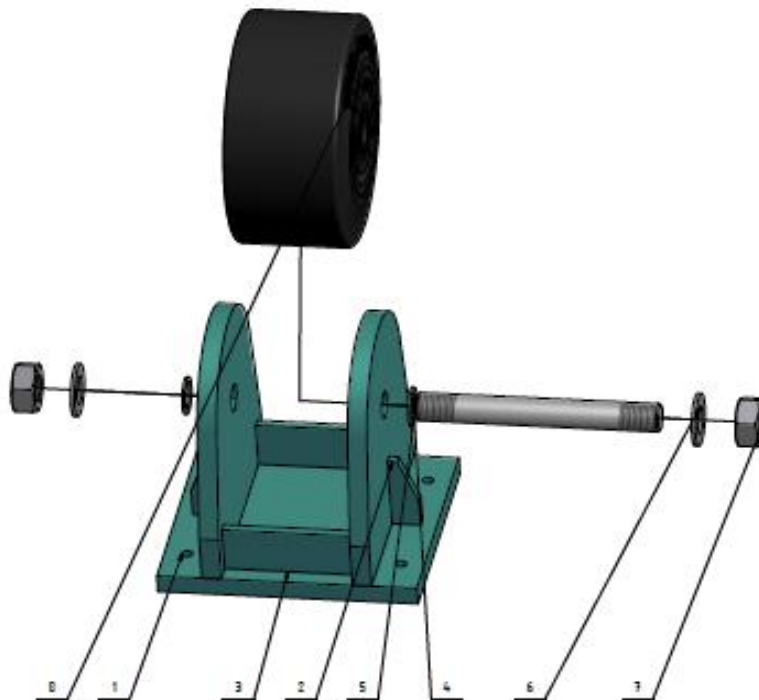
Слика_6.6 Погонски точак: 1- постоље точка, 2- електромотор са редуктором, 3- заштитна плоча, 4- радијални лежај, 5 и 6- странице точка, 7и 10- поклопац лежаја, 8 и 17- подлошке, 9- завртањ M8x55, 11- завртањ M8x28, 12- носач мотора, 13- вратило, 14- клин, 16- точак, 18- завртањ M10x30

С обзиром на то да је правац дејства спољашњег оптерећења вертикалан, за поуздан рад точка уграђују се радијални лежајеви. Оба лежаја заштићена су од дејства спољашњих утицаја поклопцима. Пужни редуктор изведен је изједна са електромоторем и служи да пренесе снагу са мотора на радну машину, а да при томе

број обртаја и обртни момент са мотора прилагоди потребном броју обртаја и моменту на вратилу точка.

6.4.2 Гоњени точак

Подсклоп гоњеног точка (слика 6.7) је једноставније изведен за разлику од посклопа погонског точка. Ради укрућења кућишта, потребно је конструисати и одговарајућа ребра крутости. У овом случају осовина је непокретна и напресована кроз отворе страница, док точак под дејством оптерећења ротира око ње. Точкови су направљени од челичне основе, са гуменом облогом, при чему гума има функцију да смањи процес хабање. На крајевима осовине изређен је навој помоћу ког је подлошком и навртком осигурана од обртања. Растојање између точка и страница унутар кућишта, обезбеђено је дистанцером.

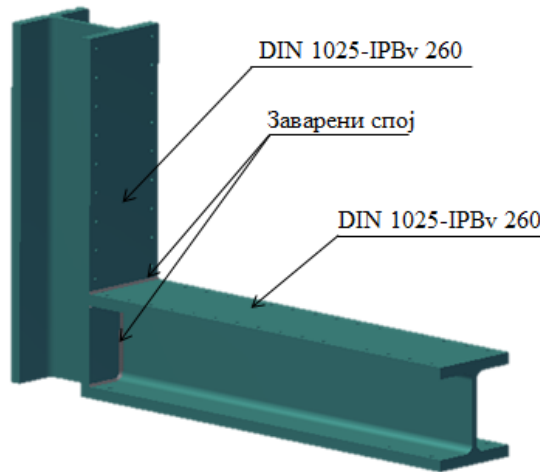


Слика_ 6.7 Гоњени точак: 1-постоље точка, 2-ребро за ојачање, 3-заштитна плоча, 4-дистанцер, 5-осовина точка, 6- подлошка, 7- навртка, 8-точак

6.4.3 Рам позиционера

Рам позиционера је важан елемент конструкције. Састоји се од два стандардна челична I профила спојена заваривањем. Функција рама је да повеже точкове у једну функционалну целину. Сигурност и поузданост позиција точкова зависи од сигурности и поузданости навојних спојева. Завртњевима и наврткама се извршава механичка

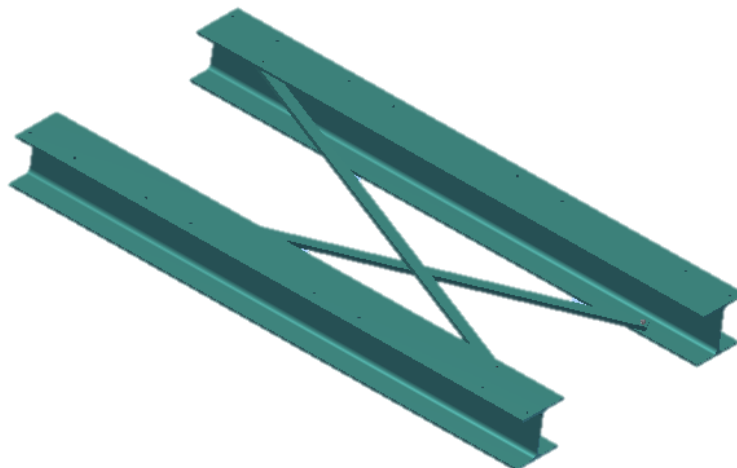
функција спајања подсклопа точкова са рамом конструкције. Кретање точкова омогућено је дужином рама, а растојање зависи од величине добоша који се обрађује.



Слика_6.8 Рам позиционера

6.4.4 Постоље

Како се сваки предмет, у општем случају, може изградити на више начина, вршена је анализа могућих варијанти израде постоља и одабрана оптимална варијанта. Као полазни материјал за израду постоља користе се два стандардна челична I профила. Изабрана дужина профила је оптимална, на основу извршене анализе предмета у погледу параметара битних за извођење процеса његове израде. Основна функција постоља је да обезбеди правилно вођење рама конструкције, без могућности закошења при раду. Веза између рама и постоља остварује се посредством навојног споја. Паралелност вођица обезбеђена је са две шипке, које су навојним спојем везане са вођице.

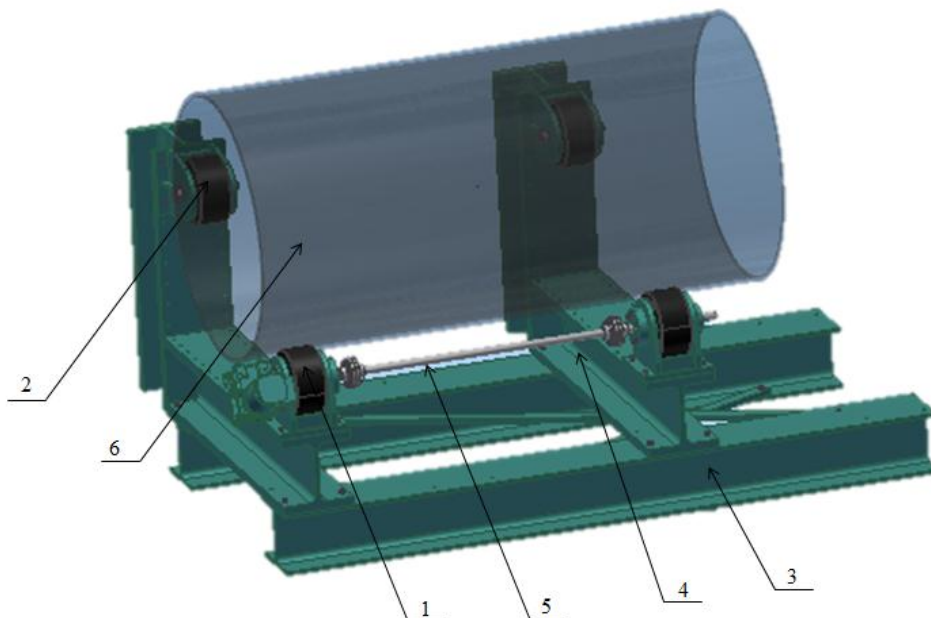


Слика_6.8 Постоље позиционера

6.4.5 Склоп ротационог позиционера

Општа функција ротације конструкције се остварује извршавањем низа парцијалних функција. Ротациони позиционер састављен је од више машинских делова, посклопова, подгрупа и група повезаних у једну функционалну целину. Машински делови (елементи), који су у веома великом броју, саставни делови конструкције су завртњи, навртке, клинови, спојнице и лежајеви.

Флексибилно вратило, међусобно везано је спојницама са вратилима точкова и тако се обртни момент и сила са мотора преносе са једног вратила точка на друго. Гоњени точкови ротациону функцију обављају под дејством ротације добоша. Рамови конструкција, ослањају се на постоље које служи за вођење, а размак између рамова, остварује се, у зависности од потребе завртњевима.



Слика_6.8 Склоп ротационог позиционера: 1-погонски точак, 2-гоњени точак,
3- постоље, 4-рам позиционера, 5-флексибилно вратило, 6-добош

7. АНАЛИЗА ЕФЕКТА РЕИНЖЕЊЕРИНГА И ПРОЦЕНА ПОВРАЋАЈА УЛОЖЕНИХ ФИНАНСИЈСКИХ СРЕДСТАВА

Најважнији пословни циљеви и данашњој глобалној економији су брзина, квалитет, флексибилност и ниска цена. Међутим, традиционални пословни системи су мање способни за постизање ових циљева, јер су створени у сагласности са два основа принципа: специјализација радног процеса, подела рада на више мањих делова и хијерархијски менаџмент – постављање надзорника који надгледа људе који раде. Ови принципи су били одговарајући у доба индустријске револуције, али су данас крајње неприкладни, јер неизбежно доводе до кашњења, грешака, крутости и високим трошковима. Ови проблеми се могу превазићи увођењем реинжењеринга, који је најбољи пут ка побољшању процеса.

Реинжењеринг представља редизајн пословних процеса ради њиховог драматичног побољшања. Редизајн отпочиње од почетка, уместо мењања или модификовања постојећих начина рада. Под драматичним унапређењем сматра се скок у перформансама – десетоструко повећање продуктивности или осамдесет посто смањење дужине трајања процеса. Увођењем нове конструкције у процес производње показано је следеће:

- Унапређење квалитета завареног споја се остварује самим омогућавањем полуаутоматског заваривања. За време ротирања позиционера, радник може несметано извршити заваривање једног пролаза у континуитету, без потребе за прекидањем шава. Процес се понавља све док се добош у потпуности на завари са страницама.
- Припремног времена заваривања које омогућава позиционер је у односу на постојеће 12 пута мање. Што значи да је, за позиционирање добоша на ротациони позиционер потребно свега 10-15 минута, у односу на 120 минута који су тренутно потребни за постављање.
- Повећање профита произилази из смањеног припремног времена. На основу разматрања, са увођењем позиционера, могуће је произвести два витла више на годишњем нивоу, што даље значи, да би се увођење конструкције исплатило у кратком временском периоду.

- Техничке могућности конструкције су такве да је могуће изводити поступак гасног сечења на позиционеру, једнако као и заваривање.

Реинжењеринг процеса треба да побољша организациону структуру, да омогући замену дуготрајних мера са мерама које доносе брзе и драстичне промене, да повећа квалитет и смањи трошкове, да смањи време извршења процеса, побољша интерне и екстерне односе, елиминише непотребне активности, омогући пријатну атмосферу за рад и дефинише широку одговорност запослених.

8. ЗАКЉУЧАК

Прегледом литературних извора везаних за разматрану проблематику, може се закључити да је ова област истраживања веома комплексна. Приказани концепт развоја специјалног производа (уређаја за позиционирање и ротацију добоша), базиран је на познавању групе инжењерских наука, а израђен у циљу подизања укупне производне ефикасности фабрике Рап Застава.

У циљу оптимизације конструкције извршена су теориска разматрања већег броја идејних решења и урађен детаљан преглед и анализа литературе која третира ову проблематику. Предложено решење уређаја не захтева синхронизацију кретања два погонска мотора, што представља посебан проблем, о чему је дискутовано у оквиру рада. Увођењем специјалног уређаја за позиционирање у производњу добија се смањена вредност обраде, мањи утрошак материјала, бољи квалитет завареног споја и поузданија конструкција витла.

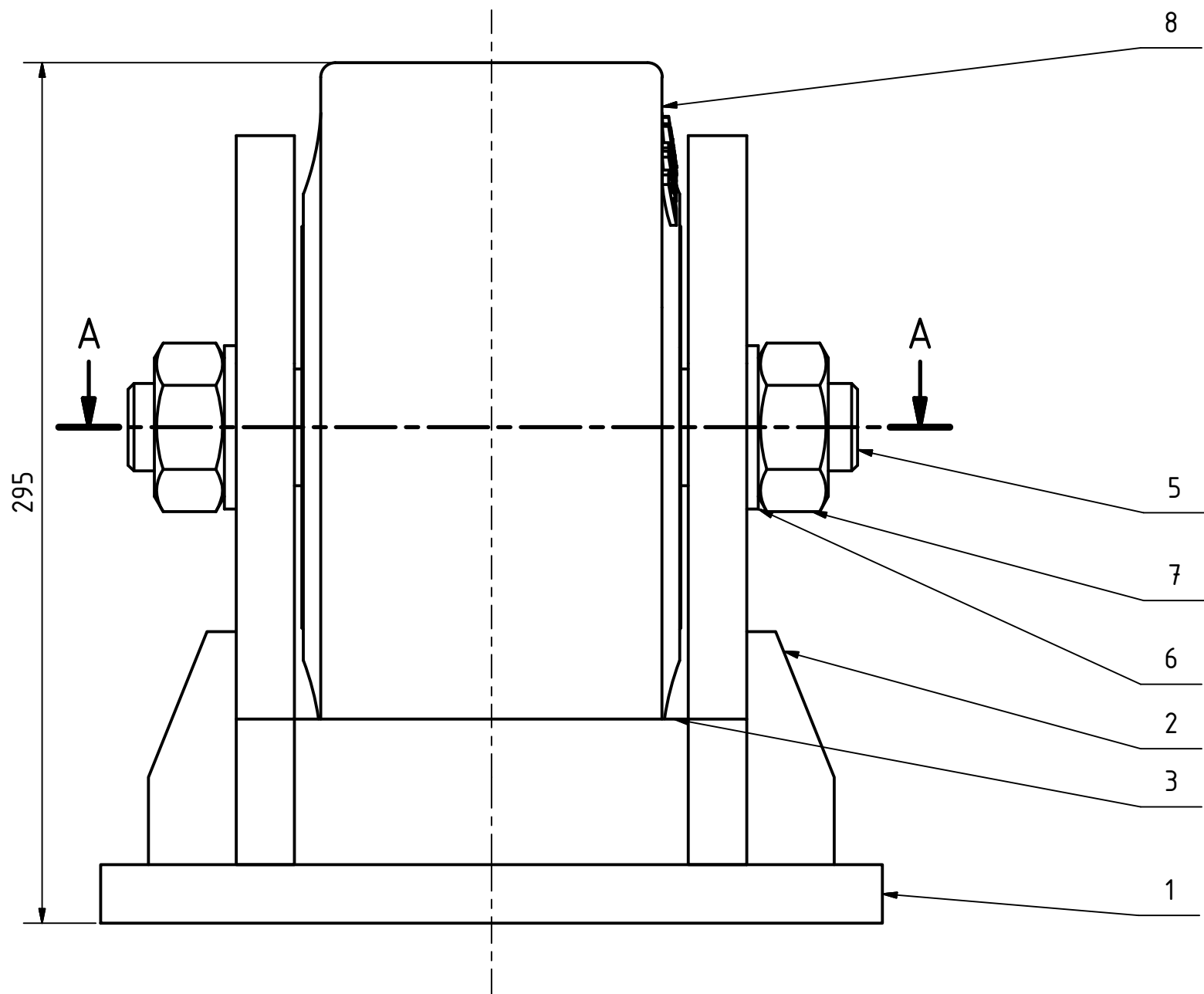
Ако се има у виду просечна цена машинског сата која износи 1500,00 динара, произилази да се на нивоу од годину дана може уштедети око 150 000,00 динара. Аутор рада сматра, да се правилним избором и конструкцијом помоћног уређаја за позиционирање, ова финансијска средства могу повратити на нивоу до две године дана. При томе, треба нагласити да подизање нивоа позиционирања добоша и механизација процеса његовог заваривања има крајње позитивне ефекте, са аспекта безбедности на раду. Посебно, ако се има у виду да је безбедност на раду једна од најзначајнијих категорија пословања у савременим условима производње.

С друге стране, конструкција је веома ефикасна и погодна за широку примену у индустријској пракси. Веома значајна предност овакве машинске конструкције је што се може изградити уз доста прихватљиву цену коштања. Имајући у виду намену конструкције, онда је више него јасно да конструкција не захтева посебно високу тачност и прецизност израде. Са тим у вези, реално је очекивати да производна цена конструкције неће премашити планирану вредност од 300000,00 динара. При креирању конструкције, аутор рада је настојао да креира конструкцију која ће задовољити функцију (намену), бити технологична за израду, обезбедити лакоћу опслуживања, бити прихватљиве цене коштања и задовољити мере безбедности на раду. Тиме се фактички показало да се могу задовољити захтеви стандарда у условима ограничених ресурса.

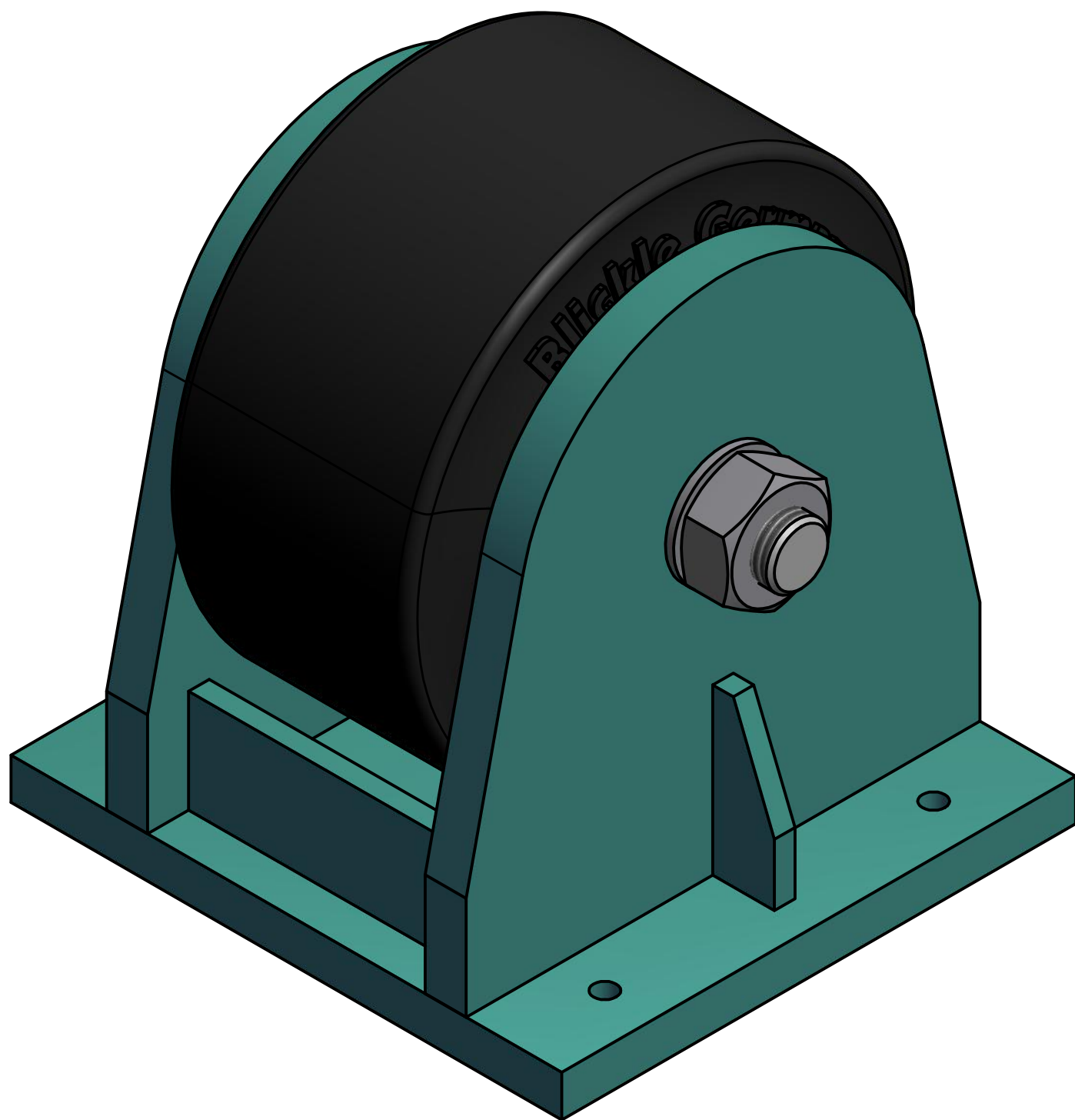
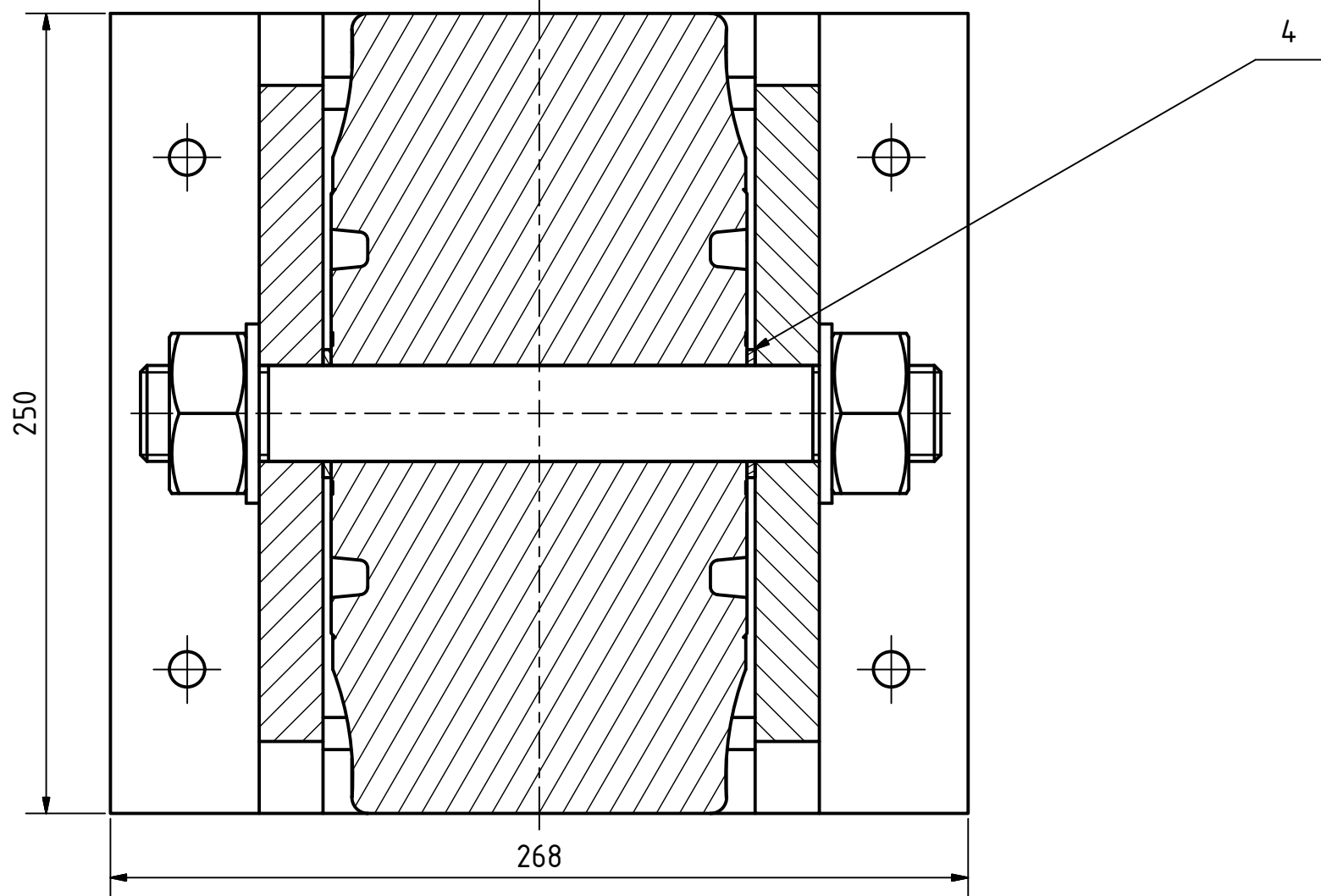
9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тадић, Б.: *Обрадни процеси и специјалне машине и уређаји*, Машински факултет, Крагујевац, 2006.
- [2] Baun L.: *Improvement in the design of winches*, National University of Singapore, 2005.
- [3] Прерада полимерних сировина, интернет страница:
http://www.металургија.орг.рс/монографије/Прерада_полиметаличних_сировина.пдф, приступљено, 02.06.2012.
- [4] Немања Вукомановић, “Програмирање ЦНЦ обредног центра”, Дипломски рад, Машински факултет Крагујевац 2005.
- [5] Интернет адреса : http://www.фимманагер.еду.рс/сите/пдф/ЦД-Зборник-веб/пдф/2_МенаџментУИндустрији/ДјурицићКрстићДјорђевићАцимовић.пдф, приступљено 05.06.2012.
- [6] Ђуричић М., Крстић М., Ђорђевић Љ., 2009., *Релевантни аспекти технолошког развоја и организације производно-пословних система*, ИМК-14 Истраживање и развој, Година ХВ, Број (30-31), 1-2/2009, стр. 115-119., Крушевац.
- [7] Витло, интернет страница: <http://hr.wikipedia.org/wiki/Vitlo>, приступљено 5.6.2012.
- [8] Званични сајт Рап Марин Групе, интернет адреса: www.rappmarine.com, приступљено у марту 2012.
- [9] Simrad FS Trawl sonarsystem, каталог Kongsberg company, 2009.
- [10] Alaska Pollock Frequently Asked Questions, интернет страница: <http://www.alaskaseafood.org/sustainability/pollock-faq.html>, приступљено јун 2012.
- [11] Engineering desing, интернет страница:
<http://www.engdesign.is/EngDesign/Osey%20Whinches.html>, приступљено у јуну 2012.
- [12] Rolls Royce deck machinery, интернет страница: http://www.rolls-royce.com/marine/products/deck_machinery/oceanographic/, приступљено јун 2012.
- [13] Званични сајт Рап Марин Групе, интернет адреса:
http://www.google.rs/imgres?q=deep+winch&hl=sr&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbnid=OnQvmDEDdhJT_M:&imgrefurl=http://rappmarine.com/product/corer-and-deep-sea-winch&docid=F4xuHh8oerUdDM&imgurl=http://rappmarine.com/upload/2010/10/

- 12/corer-and-deep-sea-winch3.jpg&w=800&h=600&ei=PSAcUN70KO_14QTP3YCoAQ&zoom=1,
приступљено јун 2012.
- [14] Winches and A&R Systems, интернета адреса:
http://www.google.rs/imgres?q=traction+winch&hl=sr&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbnid=0lkVQPLA4AjU0M:&imgrefurl=http://www.huismanequipment.com/en/products/pipelay/pipelay_components/winches&docid=ej11wd_oQ3CSZM&imgurl=http://www.huismanequipment.com/afbeeldingen/products/pipelay/components/resize_d/traction-winchfrontview_w352_h287.jpg&w=351&h=286&ei=sCAcUOmWYyB4ATC64D4Dw&zoom=1&iact=hc&vpx=375&vpy=150&dur=374&hovh=203&hovw=249&tx=116&ty=124&sig=101547328585068288461&page=1&tbnh=145&tbnw=178&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:1,s:0,i:69, приступљено јун 2012.
- [15] Интернет адреса,
<http://blogoprimeniictauobrazovanju.blogspot.com/2011/12/tehnicka-dokumentacija-u-masinstvu>, приступљено јул 2012.
- [16] Матејић, М.: *Конструисање и прорачун бродског витла у CAD софтверу*, Мастер рад, Машински факултет, Крагујевац, 2012.
- [17] Лазић, В.: *Наука о заваривању*, Машински факултет, Крагујевац, 2009.
- [18] Интернет адреса:
http://www.google.rs/search?q=welding+pipe+rollers&hl=en&prmd=imvns&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=I5VZUN-EE4Ta4QTo4YCgDA&sqi=2&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1366&bih=667#hl=en&tbm=isch&sa=1&q=welding+pipe+rolls&oq=welding+pipe+rolls&gs_l=img.3...38411.40018.0.40875.4.4.0.0.0.2.266.924.0j1j3.4.0...0.0...1c.1.iZ5wBPo9owc&pbx=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.&fp=29919e8d74ce9aff&biw=1366&bih=667,
приступљено август 2012.
- [19] Огњановић, М.; Милтеновић, В.: *Машински елементи - машински спојеви*, Грађевинска књига, Београд, 1993.
- [20] Ходолич, Ј.; Вукелић Ђ.: *Прибори*, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2008.
- [21] Јовичић, М.; Кршљак, Б.: *Основе конструисања алата и прибора*, Научна књига, Београд, 1990.
- [22] Борас, Б.: *Механизиране и аутоматизирене направе и урђаји*, Свеучилиште у Загребу, Факултет стројарства и бродоградње, Загреб, 1980.
- [23] **Bi, Z. M., Zhang, W. J.**: *Flexible fixture desing and animation: Rewiew, issues and future directions*, International Journal of Production Research Vol.39, No. 13, pp. 2867-2894, 2001.

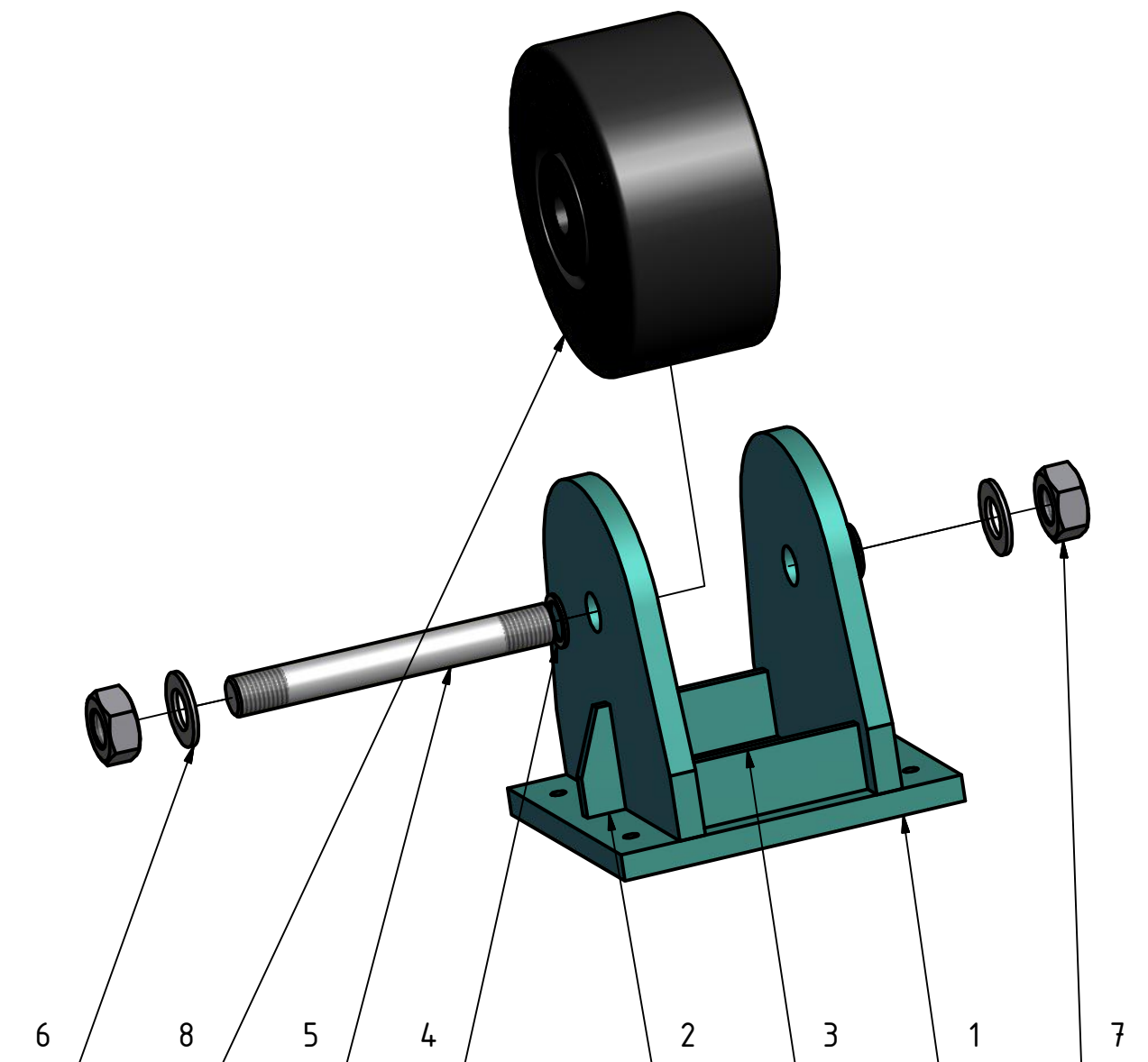


A-A (1 : 2)

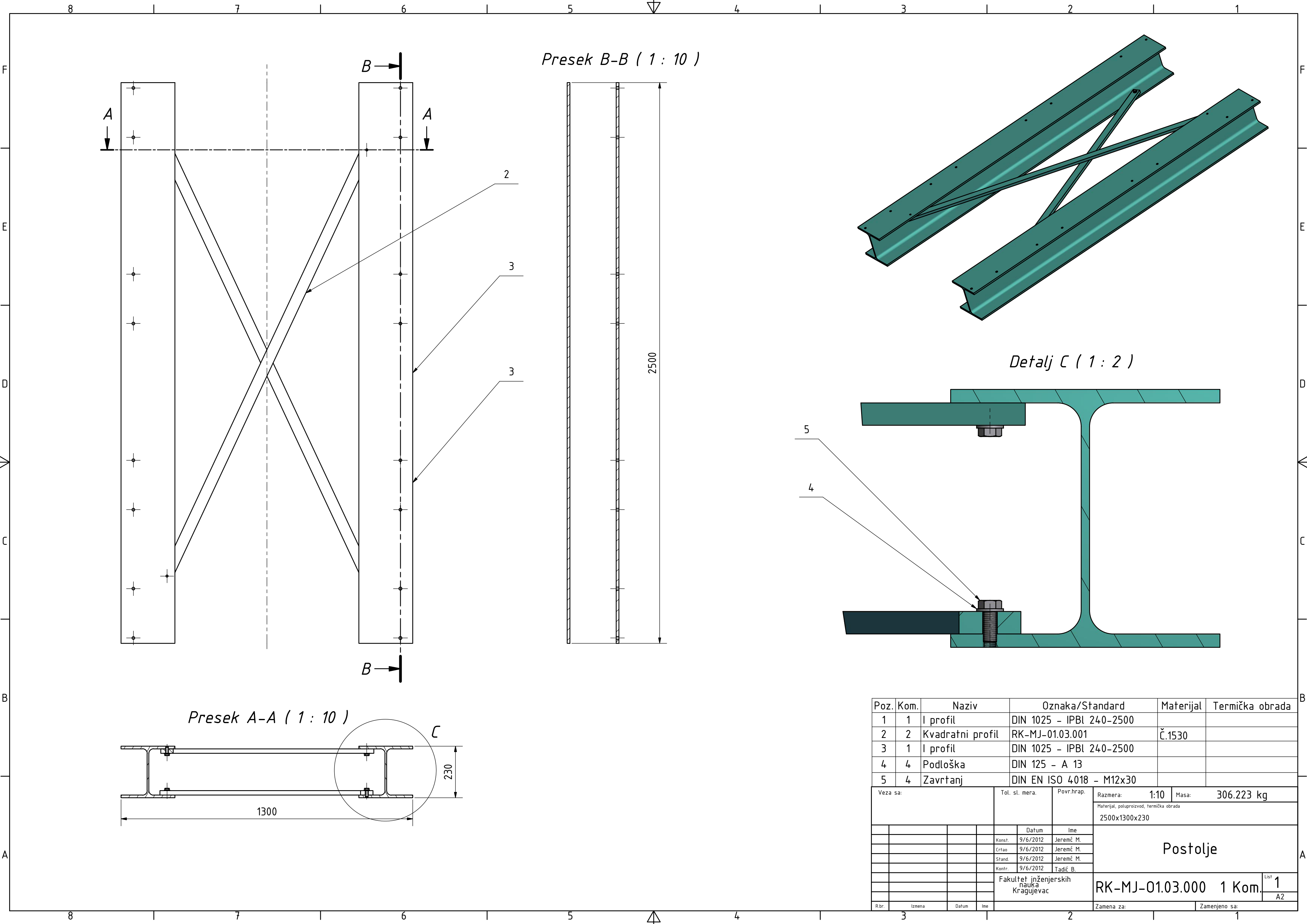


Poz.	Kom.	Naziv	Oznaka/Standard	Materijal	Termicka obrada
1	1	Ploca klizaca	RK-MJ-01.01.001	Č.1530	
2	2	Rebro	RK-MJ-01.02.001	Č.1530	
3	2	Zastitna ploca	RK-MJ-01.02.002	Č.1530	
4	2	Distancer	RK-MJ-01.02.004	Č.1530	
5	1	Osovina	RK-MJ-01.02.005	Č.41301	Poboljšan
6	2	DIN 125 - A 31	Washer		
7	2	DIN 6915 - M30	Hex Nut		
8	1	Tocak	Heavy duty wheels with elastic solid rubber tyres, cast iron or welded steel wheel centre, heavy design, 725 - 3000 kg, wheel Ø: 250 mm, Tyre width: 130 mm		

Veza sa:				Tol. sl. mera:		Povr.hrap.		Razmera: 1:2		Masa:	
								Materijal, poluproizvod, termička obrada			
								295x268x250			
					Datum	Ime		Nosač točka			
				Konst.	9/5/2012	Jeremić M.					
				Crtao	9/6/2012	Jeremić M.					
				Stand.	9/6/2012	Jeremić M.					
				Kontr.	9/5/2012	Tadić B.					
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac				RK-MJ-01.02.000 2Kom.			
								List 1			
								A2			
R.br.	Izmena	Datum	Ime					Zamena za:		Zamenjeno sa:	

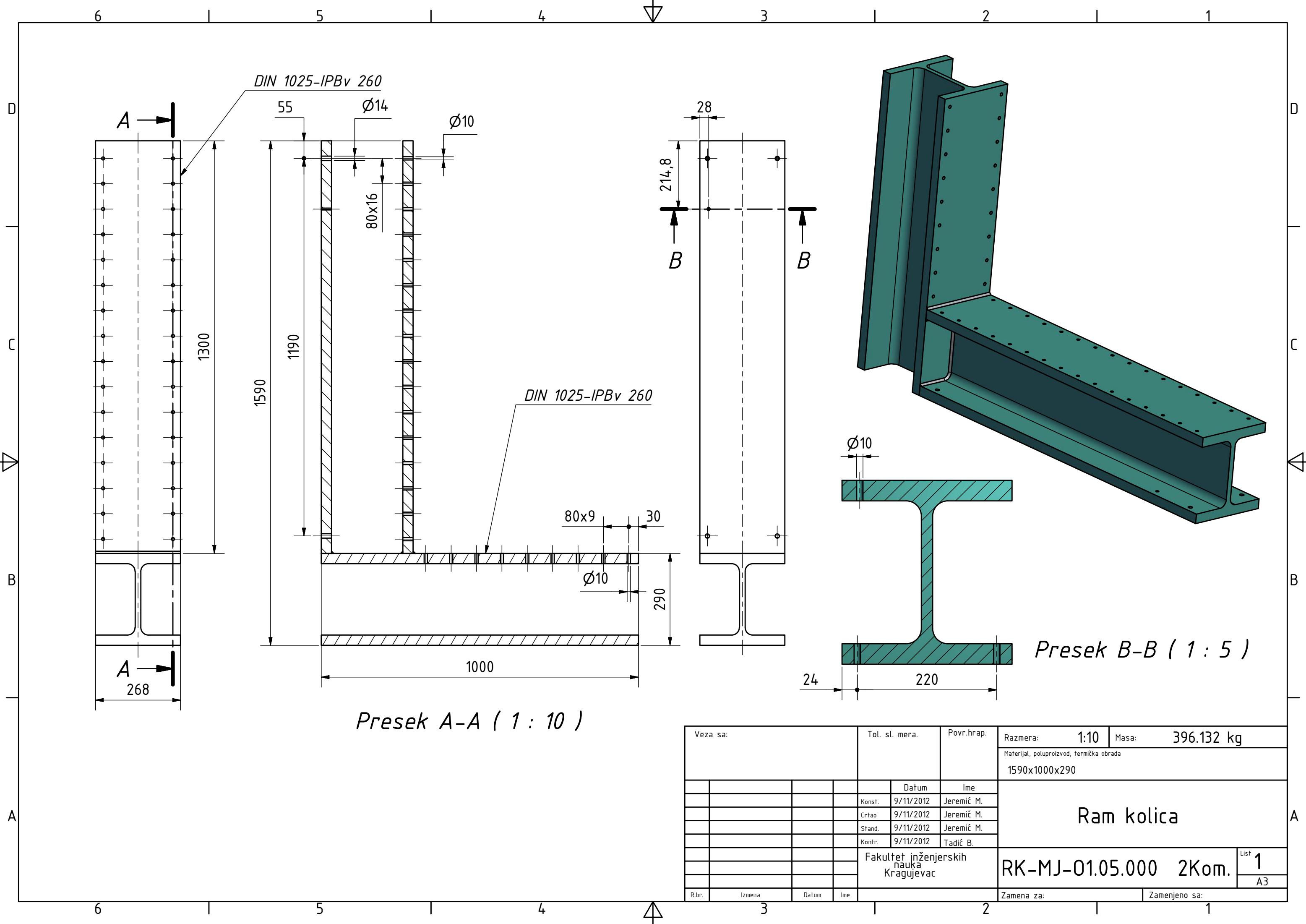


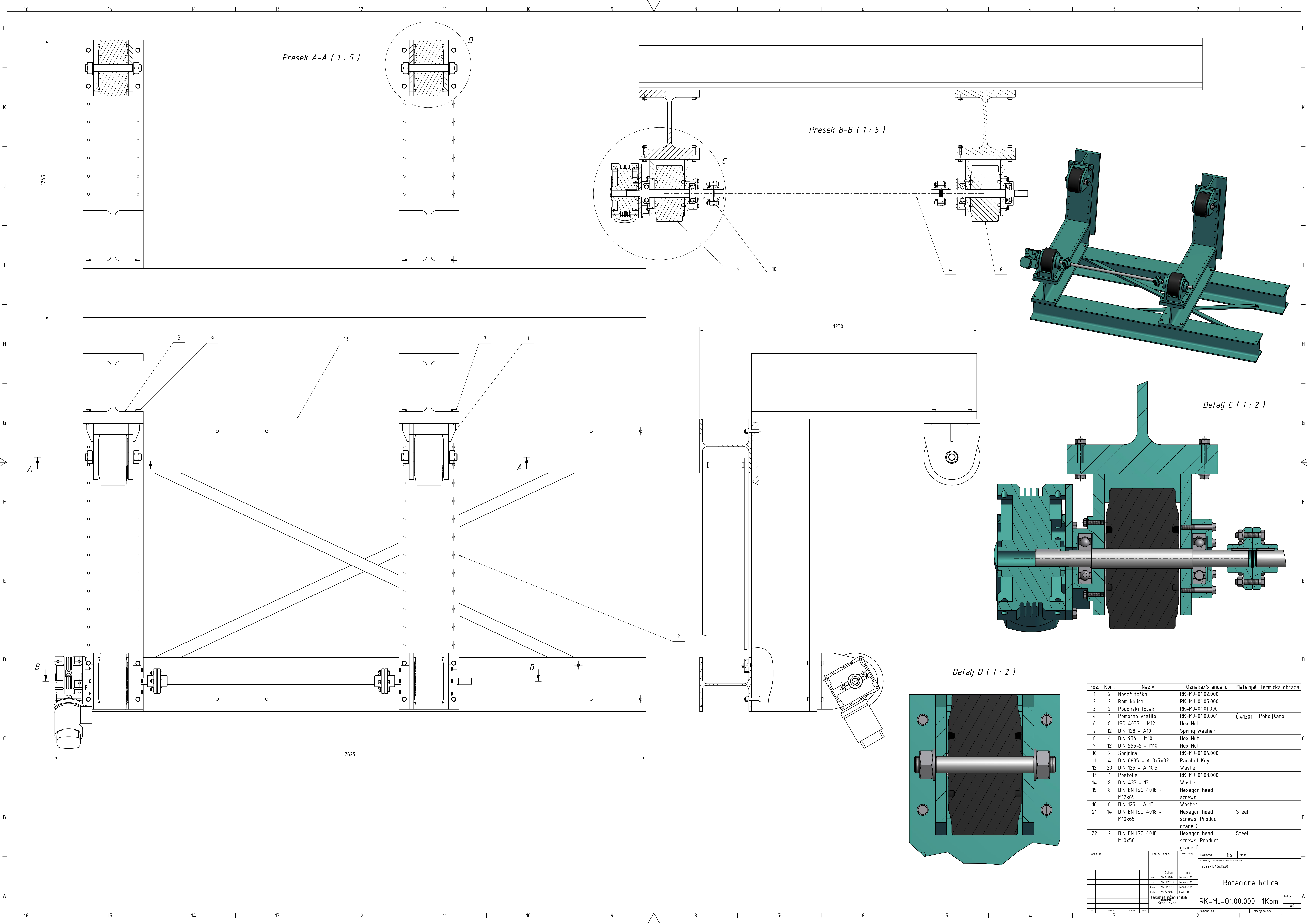
Veza sa:				Tol. sl. mera.		Povr.hrap.		Razmera: 1:2		Masa:	
								Materijal, poluproizvod, termička obrada 295x268x250			
					Datum	Ime		Nosač točka			
				Konst.	9/5/2012	Jeremić M.					
				Crtao	9/6/2012	Jeremić M.					
				Stand.	9/6/2012	Jeremić M.					
				Konfr.	9/5/2012	Tadić B.					
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac				RK-MJ-01.02.000 2Kom.			
								List 2			
								A4			
R.br.	Izmena	Datum	Ime					Zamena za:		Zamenjeno sa:	



Poz.	Kom.	Naziv	Oznaka/Standard	Materijal	Termička obrada
1	1	I profil	DIN 1025 - IPB 240-2500		
2	2	Kvadratni profil	RK-MJ-01.03.001	Č.1530	
3	1	I profil	DIN 1025 - IPB 240-2500		
4	4	Podloška	DIN 125 - A 13		
5	4	Zavrtnj	DIN EN ISO 4018 - M12x30		

Veza sa:		Tol. sl. mera.	Povr.hrap.	Razmera: 1:10	Masa: 306.223 kg
		Materijal, poluproizvod, termička obrada			
		2500x1300x230			
		Datum	Ime	Postolje	
	Konst.	9/6/2012	Jeremić M.		
	Crtao	9/6/2012	Jeremić M.		
	Stand.	9/6/2012	Jeremić M.		
		Kontr.	9/6/2012	Tadić B.	RK-MJ-01.03.000 1 Kom.
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac	
Rbr.	Izmena	Datum	Ime	Zamena za:	Zamenjeno sa:





Poz.	Kom.	Naziv	Oznaka/Standard	Materijal	Termička obrada
1	2	Nosač točka	RK-MJ-01.02.000		
2	2	Ram kolica	RK-MJ-01.05.000		
3	2	Pogonski točak	RK-MJ-01.01.000		
4	1	Pomoćno vraćilo	RK-MJ-01.00.001	Č 4.1301	Poboljšano
6	8	ISO 4033 - M12	Hex Nut		
7	12	DIN 128 - A10	Spring Washer		
8	4	DIN 934 - M10	Hex Nut		
9	12	DIN 555-5 - M10	Hex Nut		
10	2	Spojnica	RK-MJ-01.06.000		
11	4	DIN 6885 - A 8x7x32	Parallel Key		
12	20	DIN 125 - A 10.5	Washer		
13	1	Postolje	RK-MJ-01.03.000		
14	8	DIN 433 - 13	Washer		
15	8	DIN EN ISO 4018 - M12x65	Hexagon head screws.		
16	8	DIN 125 - A 13	Washer		
21	14	DIN EN ISO 4018 - M10x65	Hexagon head screws. Product grade C	Steel	
22	2	DIN EN ISO 4018 - M10x50	Hexagon head screws. Product grade C	Steel	

Vozni st.		Tol. sl. nera.	Površ. hrab.	Razmera	1:5	Masa
		Materijal, poboljšanje, termička obrada		2629x1245x1230		
		Datum		15.05.2012		
		Izradila		M. J. K.		
		Proverila		M. J. K.		
		Dobro		M. J. K.		
		Fakultet inženjerskih Kragujevac		Rotaciona kolica		
		Ime		RK-MJ-01.00.000 1Kom. 1		
		Prezime		A0		
		Datum		2012.05.15		
		Mesto		Zemljopisna oznaka		