



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Примена рачунара у развоју производа

Број индекса: 385/2013

Богдан Д. Нешић

**Конструисање стезног прибора за машинску
обраду сегмената руку багера**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Ненад Марјановић, ред. проф. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру мастер рада кандидат треба да конструише универзални стезни прибор за обраду сегмената руке багера на CNC машини. Тај прибор треба да испуни све услове и ограничења, која су унапред постављена и дефинисана од фирме „Wacker Neuson Крагујевац ”. Треба урадити CAD модел стезног прибора и на основу тог модела израдити и доставити одговарајућу техничку документацију, потребну за израду тог прибора. Прибор треба да буде конструисан тако, да се може користити у пракси. Пожељно је да задовољи економске аспекте, и на тај начин своју изводљивост и докаже.

Препоручена литература:

- [1] Б. Тадић, Ђ. Вукелић, З. Јурковић, „Алати и прибори”, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2013.
- [2] Н. Марјановић, „Методе „конструисања”, Машински факултет, Крагујевац, 1999.
- [3] С. Јовичић, Н. Марјановић, „Основи конструисања”, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011.

Крагујевац, новембар 2015.

ментор:

Др Ненад Марјановић

ИЗЈАВА

Изјављујем да сам овај мастер рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

У Крагујевцу, новембар 2015.

Богдан Нешић 385/2013

РЕЗИМЕ

У овом раду биће детаљно описан процес конструисања универзалног стезног прибора за обраду радног комада на CNC машини, кроз развој од идеје, преко конципирања и формирања конструкције до детаљног конструисања. Приликом конструисања овог прибора поштована су сва правила конструисања и испуњен је захтев да се у њему могу склапати три различита типа сегмента руке багера. Својом конструкцијом овај прибор омогућава уштеду у пракси, а такође обезбеђује и лако руковање и већу продуктивност производње. Конструисање универзалног стезног прибора, као и израда техничке документације, рађена је у програмском пакету Catia. Овако конструисан прибор могуће је направити и применити у пракси.

Кључне речи: стезни прибор, конструисање, обрада

ABSTRACT

This paper will explain in detail the process of designing universal clamping equipment for processing the workpiece on a CNC machine, developing from the idea, through the conceiving and forming construction to the detail designing. During designing of this equipment all the rules of construction were observed and equipment also meets the requirement to support three different excavator arm segments. Due to the construction this accessory allows savings in practice, and also provides easy handling and higher productivity. Constructing a universal clamping accessories, as well as technical documentation, was made in the CATIA software. Additional clamping equipment designed this way can be developed and implemented in practice.

Key words: clamping equipment, designing, processing

САДРЖАЈ

1. УВОД	2
1.1. Историјат фирме	3
2. СТЕЗНИ (ПОМОЋНИ) ПРИБОРИ	4
2.1. Класификација прибора.....	5
2.2. Основни принципи пројектовања стезних прибора.....	6
3. ПОСТАВЉАЊЕ ТЕХНИЧКОГ ЗАДАТКА И.....	
ФОРМИРАЊЕ ЛИСТЕ ЗАХТЕВА	8
4. ПЛАН АКТИВНОСТИ.....	15
5. КОНЦИПИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УНИВЕРЗАЛНОГ	
СТЕЗНОГ ПРИБОРА.....	17
5.1. Општа функција универзалног стезног прибора	17
5.2. Концепција стезног прибора.....	18
6. ФОРМИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УНИВЕРЗАЛНОГ	
СТЕЗНОГ ПРИБОРА.....	19
6.1. Развој производа представљен кроз његово моделирање – подсклопова	19
6.1.1. Подсистем позиционирања и граничења предмета обраде.....	24
6.1.2. Подсистем стезања предмета обраде	27
6.2. Коначни изглед универзалног стезног прибора.....	32
6.3. Изглед стезног прибора са спрегнутим сегментима руке багера	33
6.4. Zero point.....	35
7.0 ДЕТАЉНО КОНСТРУИСАЊЕ СТЕЗНОГ ПРИБОРА	40
7.1. Анализа стезног прибора.....	40
7.2. Техничка документација	40
7.3. Економски аспекти стезног прибора.....	41
7.4 Радни век, одржавање и сервисирање стезног прибора	42
8. ЗАКЉУЧАК	43
ЛИТЕРАТУРА.....	45

1. УВОД

Циљ мастер рада је конструисање универзалног стезног прибора за обраду три различита типа сегмента руке багера на CNC машини. Да би се то одрадило потребно је проћи кроз одређене фазе, почевши од идејног решења, затим конципирања, пројектовања, израде модела, техничке документације, итд.

За израду овог модела посебно је коришћено знање стечено на обављању стручне праксе у фирми Wacker Neuson Крагујевац. Прибор је конструисан у сарадњи са ментором као и са менаџментом наведене фирме. За израду модела и техничке документације коришћен је програмски пакет Catia V5.

Основна намена стезног прибора је реализација производне операције, захвата или производа уопште. При томе, стезни прибор треба да омогући задовољење свих захтева по питању остварења одређених кота и захтеваног квалитета обрађених површина, односно да обезбеди поуздано базирање и стезање предмета обраде.

Овај стезни прибор не спада ни у једну теоријски дефинисану групу прибора јер је сам по себи јединствен и предвиђен за конкретну врсту производа. Он у себи садржи карактеристике и особине специјалних стезних прибора јер је намењен одређеној производној операцији и обради, затим карактеристике и особине групних стезних прибора јер се примењује за базирање и стезање групе сличних предмета израде, као и карактеристике модуларно флексибилних стезних прибора који се користе за малосеријску и серијску производњу.

До овог задатка, конструисања универзалног стезног прибора, дошло је у сарадњи са менаџментом фирме Wacker Neuson. У питању су три слична сегмента руке багера, од којих се један посебно разликује у габаритним мерама. Због тога се у фирми користе стезни прибори готово посебно за сваки сегмент, што самим тим доводи до коришћења више CNC машина. Идеја је да се конструише универзални стезни прибор на коме ће моћи да се обрађују сва три сегмента. На тај начин би се убрзао процес производње, а и сва три сегмента руке багера би могла да се обрађују на једној CNC машини. Јавља се уштеда која се односи за потребно време транспорта, коришћења радне снаге, времена у застоју производње се смањују, уштеда материјала, итд.

Један од основних захтева за конструкцију овог модела је да се користе материјали који се користе у фабрици и да се конструкција делова и подсклопова усклади са условима машинске обраде која се примењује у оквиру фирме. Олакшавајућа околност при изради модела је познавање функционисања фирме, а посебно алатнице, јер се ту израђују делови који чине жељени универзални стезни прибор, као и сарадња са мајсторима.

У току моделирања, конструкција прибора је трпела одређене измене делова и подсклопова, а све у циљу функционалности стезног прибора, лакшег постављања сегмента руке багера, тако да је свако ново решење било оптималније од претходног.

Такође, улогу при изради конструкције имала су искуства радника у фирми на CNC машини, као сарадња са менаџментом фирме.

1.1. Историјат фирме

Wacker Neuson SE је мултинационална компанија, која развија, производи и продаје опрему и делове за грађевинске машине [1].

Историјат компаније се везује за 1848. годину када је Јохан Кристијан Вакер основао ковачку радионицу у Дрездену. Компанија је 1930. године пријавила свој први патент – електрични набијач земљишта. Сада компанија поседује преко 400 патената и корисних унапређења. Од 2005. године, у сарадњи са Weidemann GmbH допуњен је асортиман групе са производима компактних грађевинских машина и машина за пољопривреду.

Данас има више од 40 филијала, више од 140 продајних и сервисних центара и преко 12.000 продајних и сервисних партнера широм света. Фирма има преко 3.500 запослених. Седиште компаније је у Минхену.

Wacker Neuson је водећа компанија у свету у области производње грађевинских машина и уређаја. Професионалним корисницима из области грађевине, хортикултуре и пољопривреде као и индустријским предузећима, предузећима за рециклажу и општинама нуди преко 300 производних група као и услуге изнајмљивања, замене и поправке делова.

Компанија Wacker Neuson Крагујевац д.о.о. део је интернационалне групе Wacker Neuson SE, са централом у Минхену, Немачка, која се бави производњом грађевинских машина као и целокупне машинске опреме која је потребна у грађевинској индустрији. Wacker Neuson Крагујевац д.о.о. се бави производњом кључних компоненти (заварених конструкција) за грађевинске машине.

Компанија Wacker Neuson је у Крагујевцу основана 2007. године и тада је бројала неких 20 радника. Како су пролазиле године, фирма је ширила своје капацитете, како производне тако и у људству, тако да данас фирма има око 300 радника.

У производним погонима компаније у Крагујевцу 80% производног процеса чини заваривање, а остало су операције сечења материјала као и механичке обраде. У оквиру компаније развијено је одељење за пројектовање алата и израду прототипова.

2. СТЕЗНИ (ПОМОЋНИ) ПРИБОРИ

Производња материјалних добара у погонима металне индустрије изводи се помоћу машина и алата [2]. До траженог облика радног предмета долази се преко кинематике кретања појединих механизма и радних органа машине или директно преко облика алата који се репродукује на радни предмет (обрада профилним стругарским ножевима и глодалима, операција просецања, извлачења или ковања у калупима) или њиховом комбинацијом (израда зупчаника, ожљебљених вратила помоћу глодала, итд.). Монтажом се формирају целине производа који се састоје од више делова а везивање у целину може бити растављиво и нерастављиво.

У производњи опреме у обрадном систему присутни су сем алата и допунски чланови: стезач са три или четири покретне чељусту, обртач радног предмета на стругу, стезач алата и обртни сто на бушилици, подеони апарат и машински стезач на глодалици. Помоћу ових и других прибора треба да се у потпуности одреди положај радног предмета у обрадном систему, тј. његово сигурно задржавање у том положају на који делује систем сила у раду. Сем тога треба да омогуће одређивање релативног положаја и вођење алата (на пример при бушењу).

У условима појединачне производње на универзалним машинама могу се у принципу наћи решења различитим мерама. У њих спада обележавање површина за обраду или центара отвора на радним предметима, или ангажовање радника виших квалификација и искуства. Без обзира на принципијелну прихватљивост оваквих решења, он анису препоручљива у модерној серијској и масовној производњи, јер не омогућавају израду делова са одговарајућим техничким показатељима и постизање виших техноекономских ефеката. Одговори на ово се на лазе кроз развој и примену различитих помоћних прибора који испуњавају постављене захтеве.

У категорију помоћних прибора могу да се уврсте сва она средства за производњу која служе за одређивање положаја и притезање радних предмета или алата, а обезбеђују и исправно вођење алата у односу на радни предмет. Сем њих се, у различитим операцијама склапања (монтаже) користе прибори који олакшавају њихово извођење.

Стезни прибори су обавезни материјални чинилац обрадног система [3]. Њиховом применом, у односу на рад без њих, долази се до побољшања низа техноекономских ефеката. Ефекти примене стезних прибора огледају се кроз:

- исправно базирање радног предмета (или алата) на машини у односу на захтеване конструктивне базе, чиме се избегава потреба за појединачним обележавањем предмета обраде, а и знатно скраћује припремно (помоћно) време,
- смањење грешака тачности димензија при постављању предмета обраде у стезни прибор, независно од вештине радника, што је један од предуслова за могућност спровођења принципа заменљивости готових производа,
- максимално искоришћење перформанси машинског парка,

- повећање продуктивности алатних машина, олакшање рада радника и реалније одређивање норматива рада и
- успешније координирање радних времена у функционалној, а посебно линијски организованој производњи.

Повећање техноекономских ефеката уз примену стезних прибора може се сагледати кроз:

- скраћење времена и повећање поузданости одређивања радног положаја (локације) предмета обраде или алата,
- скраћење времена за стезање предмета обраде или алата,
- скраћење времена обраде,
- могућност коришћења радника нижих квалификација уз истовремено обезбеђење потребног квалитета производа и производности,
- смањење физичког замора радника,
- снижење шкарта и
- уштеде у служби контроле и смањење броја потребних мерних прибора.

2.1. Класификација прибора

Подела стезних прибора на различите класе или групе могућа је, у општем случају, на основу неколико критеријума, и то према:

- виду радног поступка,
- континуалности рада,
- степену механизације,
- степену универзалности,
- броју предмета обраде који се истовремено стежу и обрађују, и
- конструктивно-експлоатационим карактеристикама прибора.

Према виду радног поступка разликују се прибори:

- за ливење, ваљање и сличне претходне операције,
- за припремне операције (обележавање, центрирање и слично),
- намењени обради резањем,
- намењени обради деформацијом,
- намењени за склапање и монтажу,
- намењени за термичку обраду и
- намењени за завршне операције (бојење, заштита површина и слично).

Степен универзалности прибора може бити различит. На пример, могу бити стандардизовани прибори за делове различитих облика (стезач са три чељусти, обртни шиљци и слично).

Према броју предмета, или алата, који се истовремено стежу у помоћном прибору разликују се прибори за стезање једног или више предмета обраде или алата.

Према намени могућа је даља подела помоћних прибора на четири категорије:

- прибори опште намене (универзални),
- прибори индивидуалне намене (специјални),
- групни прибори,
- модулни флексибилни прибори.

2.2. Основни принципи пројектовања стезних прибора

Стезни прибори представљају неопходан материјални чинилац сваког обрадног процеса односно елемент обрадног система алат-машина-предмет обраде-стезни прибор. При пројектовању стезни прибор треба разматрати, не као статички, већ насупрот томе као елемент сложеног динамичког система. С тим у вези, стезни прибор представља засебну конструкцију која треба да задовољи задате функције циља при дејству сложених динамичких оптерећења и других утицаја.

При пројектовању стезног прибора треба испоштивати основне принципе пројектовања од којих се могу издвојити следећи:

- функционалност,
- поузданост,
- технологичност израде, економичност,
- лакоћа опслуживања и
- безбедност на раду.

Основна намена стезног прибора је реализација производне операције, захвата или производа уопште. При томе, стезни прибор треба да омогући задовољење свих захтева по питању остварења одређених кота и захтеваног квалитета обрађених површина, односно да омогући поуздано базирање и стезање предмета обраде.

Значи, при пројектовању стезног прибора треба имати у виду материјалне односе између прибора са једне стране и предмета обраде, алатне машине, алата, прибора за мерење и радника са друге стране, а такође и процесе који се одвијају у времену: постављање и скидање предмета обраде, одређивање његовог положаја, ослањање, стезање и отпуштање, машинска обрада. Поред тога присутни су и захтеви у погледу довођења средства за хлађење и подмазивање, одвођења струготине и безбедности на раду.

У погледу предмета обраде треба истаћи захтеве по питању одређених кота, толеранција и квалитета обрађене површине, што је дефинисано конструктивним цртежом дела односно операционом листом у технолошком поступку израде дела.

За израду стезних прибора, најчешће се примењују челици за цементацију и челици за побољшање. У највећем броју случајева реч је о угљеничним конструктивним челицима за цементацију и челицима за побољшање. Неки елементи и неке врсте прибора израђују се и од легираних челика. Избор врсте челика врши се на основу вида оптерећења којем је одређени део прибора изложен у току експлоатације (савијање, хабање, ударна оптерећења и слично). У многим случајевима постоји више алтернативних решења, што треба посебно размотрити када је реч о одређеним елементима прибора.

Основна функција стезног прибора јесте поуздано базирање и стезање предмета обраде. При извођењу обраде, силе резања, преносе се са алата на предмет обраде и стезни прибор. Положај предмета обраде у стезном прибору мора бити једнозначно одређен, односно, предмет обраде се у стезном прибору треба ослањати, базирати и центрирати по тачно дефинисаним површинама, линијама и тачкама (елементарним површинама формираним око одређених линија и тачака).

Обрада делова састоји се из појединачних операција дефинисаних технолошким поступком израде, што значи да се до готовог производа долази по тачно утврђеном редоследу, на пример: одсецање, глодање одређених површина, бушење, брушење.

У основи, изабране површине за базирање, центрирање и граничење треба да омогуће остварење одређених кота, толеранција и квалитета обрађене површине, уз могућност извођења процеса машинске обраде по једној или више површина, и при максимално поузданом стезању предмета обраде.

3. ПОСТАВЉАЊЕ ТЕХНИЧКОГ ЗАДАТКА И ФОРМИРАЊЕ ЛИСТЕ ЗАХТЕВА

Технички задатак представља улаз у процес конструисања и настаје услед техничких потреба и планирања производа са циљем да се постојеће техничко стање промени и обогати у корист човека [4].

Технички задатак се формира на основу захтева, услова, ограничења и жеља које се постављају пред будућу конструкцију. Често је технички задатак дефинисан од стране купца, али је неопходно да конструктор разради задатак и да га усагласи са наручиоцем и извођачима. Резултат разраде техничког задатка треба да буде спецификација, односно детаљан опис захтева, који се обично изводи у облику листе захтева.

Током обављања стручне праксе у фирми Wacker Neuson Крагујевац, и раду на технолошким документацијама-операционим листама (операциона листа представља технолошки поступак за израду дела, која у себи садржи идентификациони број дела, назив дела, број технолошког поступка, укупан број операција, димензије делова, времена производње, степен приоритета,...) за сваки производ, упознат сам са целокупном процедуром и формирањем склопова почев од делова, затим подсклопова и добијања завршних (заварених) склопова. Једна од врста производа је група производа под називом Hubarm. То је сегмент руке багера приказан стрелицама на сликама (1,2,3,4) [1].



Слика 1. Сегмент руке багера Hubarm 803

На слици 2 [1] приказан је сегмент руке багера Hubarm 1303, на багеру који носи ознаку 1404.



Слика 2. Стрелицом приказан сегмент руке багера Hubarm 1303

На сликама 3 и 4 [1] је приказан сегмент руке багера Hubarm E13, на машини багера са ознаком EZ17.



Слика 3. Сегмент руке багера Hubarm E13



*Слика 4. Сегмент руке багера Hubarm E13
када је машина (багер) у радном погону*

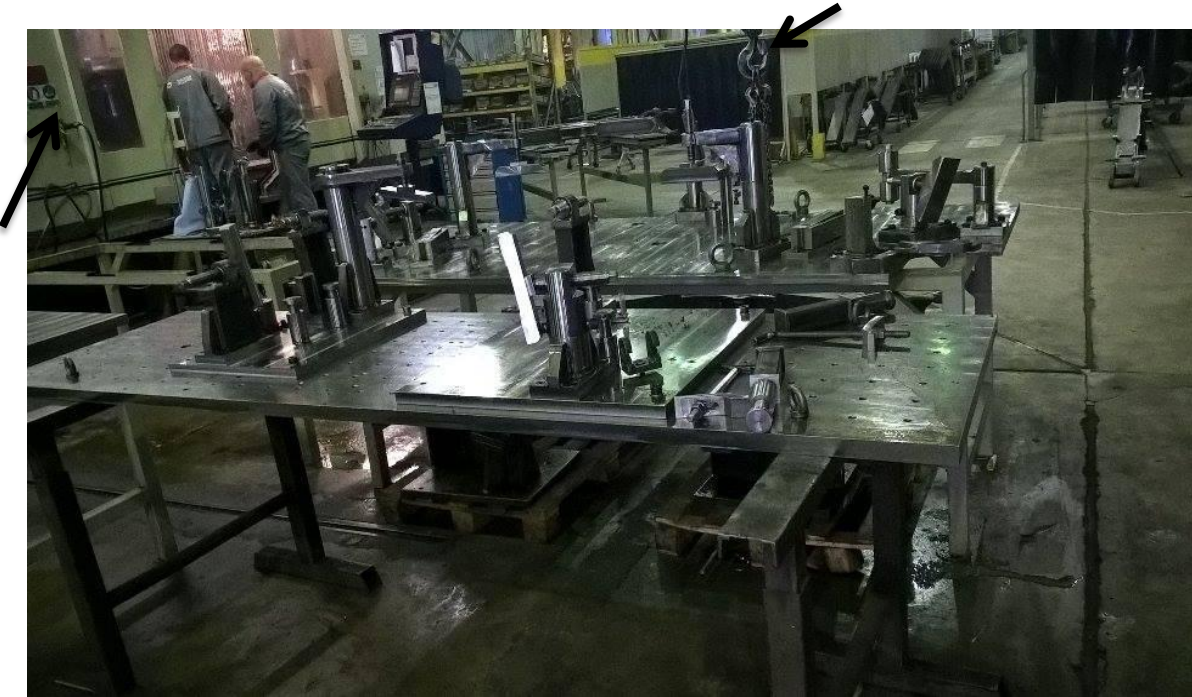
803 је најмањи Wacker Neuson багер и идеалан је за рушење и ископавање у тесним просторима. Његова компактна величина, 700 mm ширине, чини га идеалним за рад у зградама. Гумене траке не оштећују подове и лако пролази чак кроз улазна врата. Дизел мотор, са три цилиндра, је моћан, ефикасан и поуздан.

Багер 1404 је компактна машина која спада у класи од 1,5 тона [1]. Овај багер је идеално погодан за ископавање у тесним просторима. 1404. има куполу усклађену са врховима и ROPS прописима. Постоје два модела, са краћом и дужом руком. Користи 3-цилиндрични дизел мотор, стаза багера 1404 као опцију може да користи гумену траку, раоник и монтирано радно светло. Велики поклопац мотора и лако уклањање покривача са стране, обезбеђује лакши приступ и одличну употребљивост.

Компактни багер EZ17 је најбољи модел у својој класи. EZ17 покреће Tier 4 Final мотор који нуди одличну моћ, уштеду горива и тиху операцију. EZ17 обезбеђује максималну покретљивост и приступачност као и одличну дубина копања и моћну силу разламања кашике. Доњи део је подесив и може да се шири, што омогућава да путује кроз уске пролазе и низак притисак на тло штити постојеће уређење. Савршен баланс доступности, брзине и продуктивности.

Након заваривања и добијања склопа, овај сегмент руке багера (Hubarm) се шаље на обраду отвора на одливцима и на ослонцима за цилиндар, на CNC машини. Отвори на одливцима се разбушавају, а затим и машинском обрадом помоћу вертикалне глодалице доводе на тражене мере (растојање између отвора) које су задате у техничким цртежима, на ослонцима за цилиндар такође. За те процесе је потребно конструисати стезни прибор.

Примери појединачних, постојећих радних столова са стезним приборима који се користе у фирми су дати на слици 5. Помоћу дизалице радни комад (рука багера) се поставља на стезни прибор и када се изврши причвршћивање односно стезање сегмента руке багера, шаље се, помоћу стубне дизалице на CNC машинирање.



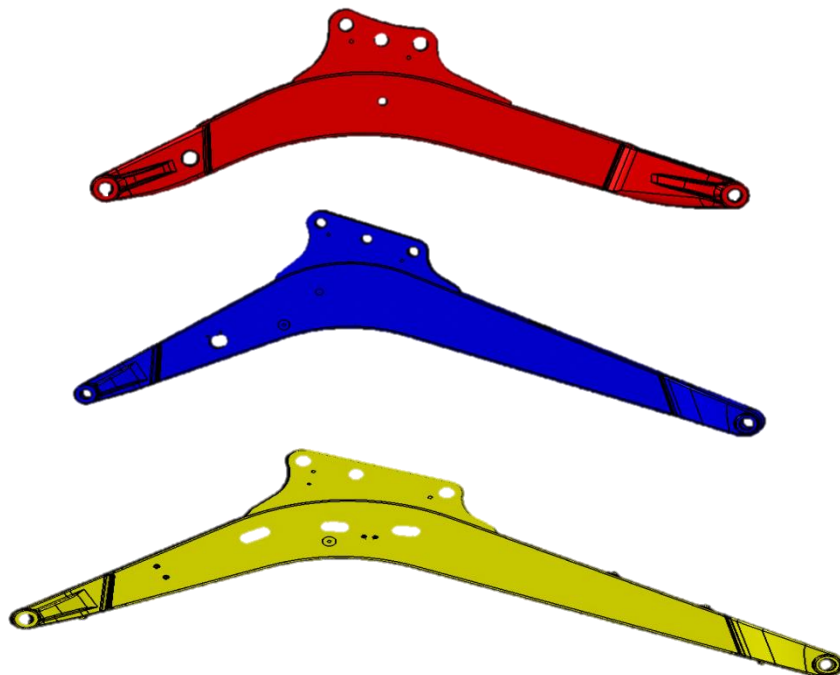
Слика 5. Изглед постојећих стезних прибора на радним столовима, постављени на ногарима. Стрелицом приказана CNC машина и кука од дизалице.

На слици 6 је приказан пример где је радни комад, Hubarm 30Z, претходно заварен у склоп, у стезном прибору, спреман за машинирање на CNC-у.

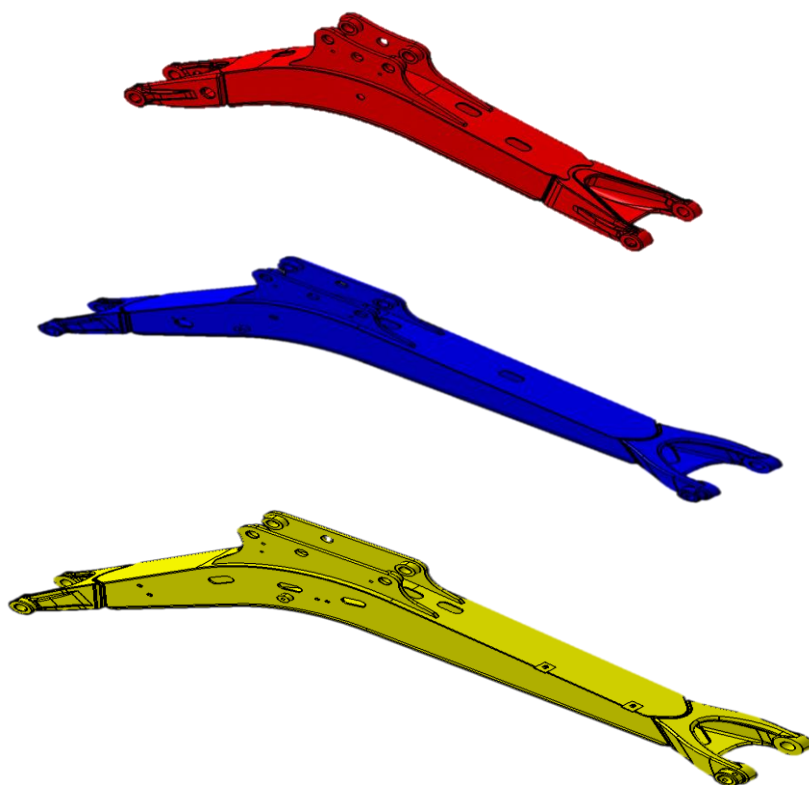


Слика 6. Пример стезног прибора за само један радни комад

У сарадњи са конструкционим бироом фирме, идеја је да се конструише универзални стезни прибор за 3 сегмента руке багера. На следећим сликама, 7 и 8, су приказана сва три Hubarm-а. Обојена су различитом бојом због лакшег означавања. Слика је преузета из модела, из програмског пакета Catia у којој је и рађено комплетно моделирање алата.



Слика 7. Сегменти руку багера за сва три модела Hubarm-а

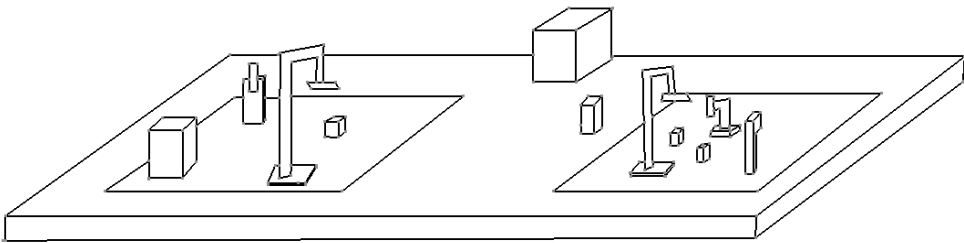


Слика 8. Сегменти руку багера за сва три модела Hubarm-а

Црвеном бојом је приказан модел Hubarm 803, плавом бојом модел Hubarm 1303, а жутом бојом модел Hubarm E13.

На основу CAD модела ових Hubarm-а дефинисан је технички задатак (табела 1) као и листа захтева за конструисање стезног прибора за обраду на CNC машини.

Табела 1. Технички задатак

Технички задатак
- Функција: Позиционирање и стезање сегмента руке багера ради обраде на CNC машини. - Скица:  - Концепција: Треба да омогући стезање три различита модела-сегмената руке багера, стога постоји једна концепција склопа стезног прибора, са различитим концепцијама подсклопова стезног прибора. - Габарити: 2400x800x500 mm - Радни век: 5 година уз редовно одржавање и сервисирање. - Цена: Предвиђена буџетом.

Технички задатак се формира на основу захтева, услова, ограничења и жеља које се постављају пред будућу конструкцију [4]. Често је технички задатак дефинисан од стране купца, али је неопходно да конструктор разради задатак и да га усагласи са наручиоцем и извођачима. Резултат разраде техничког задатка треба да буде спецификација, односно детаљан опис захтева, који се обично изводи у облику листе захтева.

У овом случају, технички задатак и листа захтева (табела 2) су дефинисани од стране одељења за развој фирме Wacker Neuson Крагујевац.

Табела 2. Листа захтева

Листа захтева			
Стезни прибор за обраду на CNC машини		Чврст захтев	Лабав захтев
1	Функција: - Прибор треба да омогући лако постављање и позиционирање комада који треба даље да се машинира. - Прибор треба да омогући стезање комада ради правилног машинирања. - Прибор својим обликом и положајем саставних подсклопова треба да омогући лак прилаз деловима прибора који се ручно подешавају. - Облик прибора треба да омогући његово лако премештање ако је то потребно.	+ + +	+
2	Подаци битни за извршење функције: - Коришћење CAD модела сегмената руку багера за конструисање стезног прибора. - Користити материјале који се већ користе у фирми. - Прибор треба да омогући његову лаку монтажу и демонтажу.	+ +	+
3	Радна својства: - Радни век уз правилно одржавање и сервисирање минимум 5 година. - Брза и једноставна промена радних комада и њихова тачност обраде.	+ +	
4	Ергономска својства: Алат треба да буде безбедан за руковање.	+	
5	Технолошка својства: Алат треба да омогући примену постојећих технолошких решења која се користе у фирми.	+	
6	Испорука: Рок за завршетак конструкције 31.12.2015.	+	
7	Економски услови: Трошкови израде стезног прибора не треба да превазиђу трошкове предвиђене буџетом.	+	

Из табеле 2 може се видети да су формиран чврсти и лабави захтеви. Чврсти захтеви су они захтеви који се морају испунити и сходно томе они су у овом раду испуњени. Док су лабави захтеви они захтеви који не морају да се испуне, али они су у овом раду испуњени тек пошто су испуњени чврсти захтеви из горе приказане табеле 2.

4. ПЛАН АКТИВНОСТИ

У оквиру фирме постоји план активности који сваки запослени у конструкционом бироу (одељење за пројектовање стезног прибора(алата) и израду прототипова) мора да поштује и примењује када приступи конструисању новог прибора. Такође, треба напоменути да се овај план активности користи и када се захтева избор нових продуката (модела машина, сегмената машина, итд.). У складу са тим, примењен је овај план активности (слика 9) при конструисању универзалног стезног прибора, који прати производ од идеје до реализације.

[illegible]

Слика 9. План активности (Activity plan)

Следи објашњење коришћених фаза при конструисању задатог универзалног стезног прибора.

- Почетак пројекта обухвата:

1) Предлог за novi proizvod (stezni pribor) – gde se daje predlog za konstruisanje i izradu novog pribora, radi unapređenja postojećeg stanja.

2) Обезбеђивање неопходних цртежа и 3D модела.

3) Анализа производа (прибора) – где спада технолошко-економско образложење због чега треба приступити конструисању и изради новог производа. Предочава се предност новог стезног прибора у односу на постојећа решења, и све могуће предности које тај стезни прибор доноси.

- Документација обухвата:

1) Калкулација трошкова у оквиру буџета – одељење за развој врши калкулацију и одређивање буџета потребног конструисање и израду новог стезног прибора:

2) Дизајнирање 3D модела - дакле врши се моделирање у одговарајућем софтверском програму, на основу кога могу да се одреде све карактеристике новог производа.

3) Израда техничке документације – на основу 3D модела врши се израда техничких цртежа за израду делова производа.

- Материјали:

1) Набавка материјала – унутар фирме се обавља набавка материјала јер фирма поседује залихе материјала и опрему за обраду материјала (сечење, глодање, стругање, заваривање,...). Сви стандардни елементи се поручују преко службе набавке којој се доставља списак потребних стандардних елемената (завртњеве, матице, лежајеви, итд.).

- Израда производа (прибора) и прототипова

1) Обрада делова производа – у фирми се врши највећи део обраде делова. Фирма поседује ласере за сечење лимова дебљине од 3 mm до 15 mm, плазме (лимови дебљине 15mm до 50mm), затим стругове, глодалице, CNC машине, итд.

2) Екстерне услуге – за елементе који се не могу обрадити унутар фирме, користе се екстерне услуге од мањих фирми, које раде обраду тих елемената.

3) Формирање склопа прибора – обрађени делови склопа се према документацији спајају и формира се склоп стезног прибора.

4) Мерни протокол – када се направи модел ради се мерни протокол, где се врши провера свих функционалних и битних мера стезног прибора. Када се направи прототип, и прибор пусти у рад, такође се врши провера мера (кад се предмет обраде налази у стезном прибору).

- Финализација пројекта

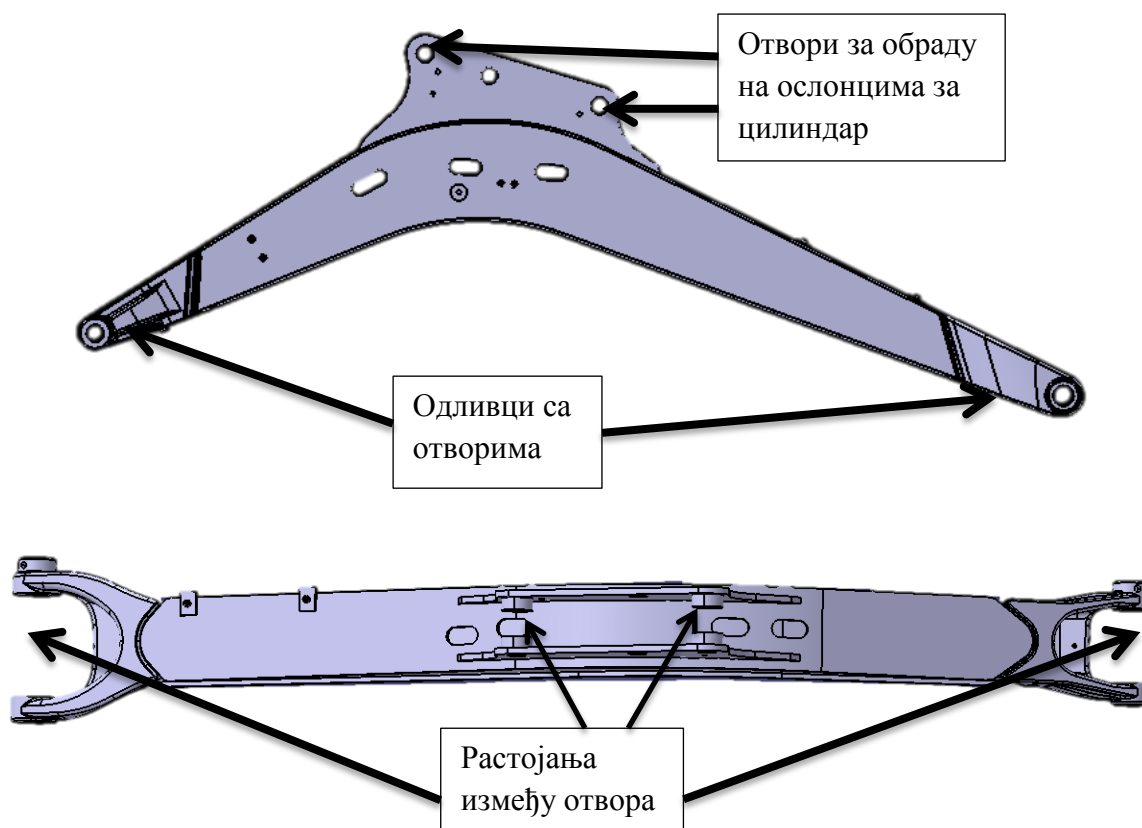
1) У овој фази врши се пуштање стезног прибора у рад. Такође се врши утврђивање стварног буџета за израду прибора, где је циљ показати да сума није превазишла предвиђени буџет.

5. КОНЦИПИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УНИВЕРЗАЛНОГ СТЕЗНОГ ПРИБОРА

Конципирање идејног решења машинског система представља утврђивање глобалног размештаја делова и компонената ради остваривања задате функције. Ова фаза конструисања обухвата пут од идеје преко описа функције до идејног решења функције [4].

5.1. Општа функција универзалног стезног прибора

Овај стезни прибор треба да обезбеди правилно позиционирање и стезање сегмената руку багера, у овом случају три Hubarm-а, ради машинирања сегмената руку багера на CNC машини. На машини се врши обрада отвора на одливцима и два крајња отвора на ослонцима за цилиндар, приказани на слици 10. Отвори се доводе на захтевану меру бушењем, а затим се растојања између отвора глодањем доводе на прописану меру.



Слика 10. Приказ отвора који се обрађују на CNC машини

Стезни прибор треба да буде такав да може да се уз што је могуће мањи напор модификује и да се користи за три различита сегмента руке багера (Hubarm 803, Hubarm 1303, Hubarm E13). Машинирањем на CNC машини отвори се доводе на

толеранцијама захтевану меру са техничких цртежа руку багера, као и растојања између отвора,.

Стезни прибор треба да буде стабилан, како би обезбедио безбедан и правилан рад. Дакле, стезни прибор треба да поседује и одређена ергономска својства поред карактеристика тачности.

5.2. Концепција стезног прибора

Концепција стезног прибора је дефинисана самим изгледом радног комада и условима за његову обраду односно машинирање. На подсклоповима стезног алата је могуће, односно потребно вршити промене и подешавања да би се задовољила геометрија одговарајућег радног комада при стезању и позиционирању.

Усвојена је концепција стезног прибора која је имала најмањи број измењивих компоненти. То подразумева да је избегнута примена хидрауличних и пнеуматских делова, већ су примењене најједноставније механичке справе. На тај начин се долази до уштеде у трошковима израде.

Одлука да се конструише стезни прибор са једноставним механичким справама, донета је при савету са главним конструктором који је задужен за рад са CNC машинама. Савет је искуствене природе, јер се тако показало у пракси до сада, да је стабилност стезног прибора, а пре свега радни век знатно дужи на тај начин. То значи да се избегава наручивање специфичних делова (типа шине, итд.).

Усвојена концепција стезног прибора може да се конструише у самој фирми. Током избора концепције мора се водити рачуна о многим аспектима, од њихових габарита, економске исплативости, могућности за што стабилнијим и поузданијим радом као и простору око универзалног стезног прибора.

6. ФОРМИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УНИВЕРЗАЛНОГ СТЕЗНОГ ПРИБОРА

Формирање конструкције представља део процеса конструисања у којем се на основу усвојене концепције, уз додатне активности које омогућавају добијање нових информација, започне са производњом [4].

За разлику од конципирања формирање конструкције укључује велики број корективних етапа у којима се анализа и синтеза стално смењују и допуњавају. У овој фази потребно је дефинисати:

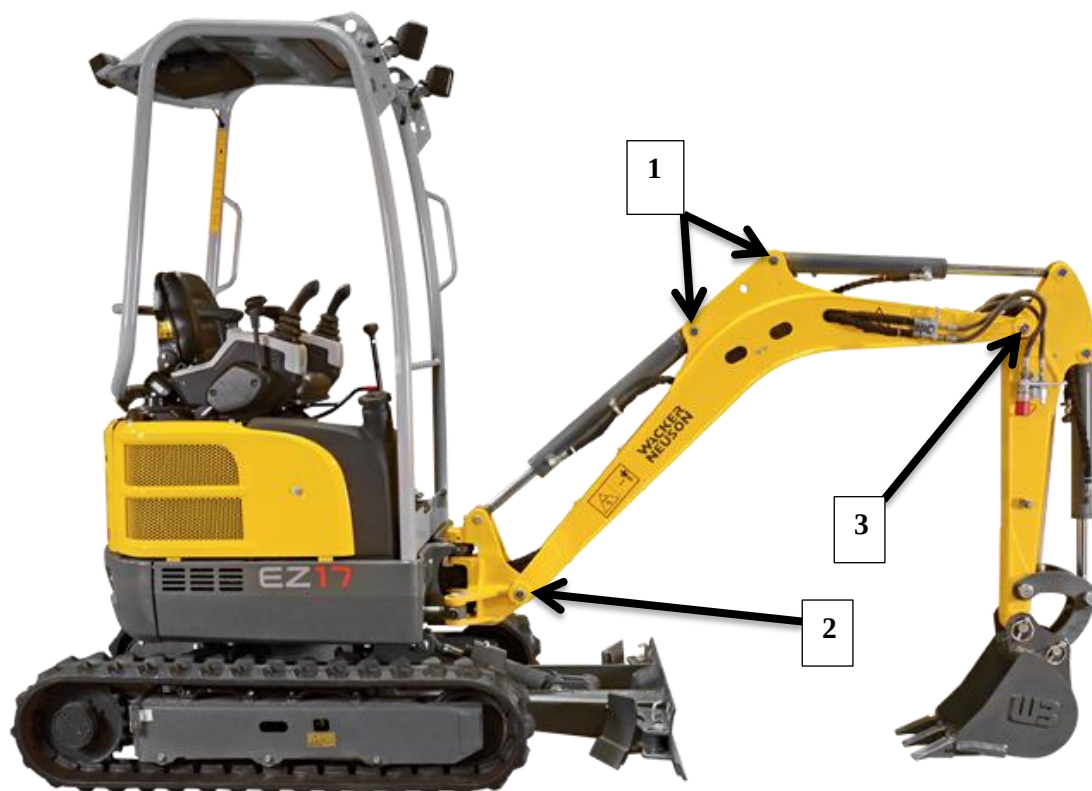
- Начин израде (величина серије, расположиви капацитети, ангажовање других произвођача итд.).
- Материјал – врста, хемијски састав, особине, начин израде, итд.
- Димензије делова конструкције – које се одређују на различите начине у зависности од постављеног задатка и расположивих средстава за његово решавање.
- Облик делова конструкције с обзиром на технологију израде, карактеристике усвојених материјала, напонска и друга стања, монтажу итд.
- Квалитет и тачност делова конструкција, толеранције, храпавост површина и друге карактеристике које се дефинишу на основу прорачуна, испитивања, процена итд.

Фаза формирања конструкције обухвата избор распореда, облика и димензија делова и склопова на основу изабране концепције. Извршава се кроз два корака, формирањем прелиминарног и дефинитивног пројекта.

Обично се ради више варијанти прелиминарног пројекта да би се добиле информације о предностима и недостацима појединих варијанти.

6.1. Развој производа представљен кроз његово моделирање – подсклопова

Сваки од ова три сегмената руке багера - Hubarm-а, имају по четири отвора која се машинирају на CNC машини. Неопходно је довести те отворе на захтевану меру по техничком цртежу купца, јер су то веома битни отвори на руци багера: отвори на ослонцу за цилиндар су веома битни, а отвори на одливцима служе за везу са другим деловима багера, као што је приказано на слици 11 [1]. На отворима на ослонцима за цилиндар, са унутрашње стране су заварене чауре.



Слика 11. Приказ отвора на сегменту руке багера Hubarm

На слици 11, приказани су отвори на сегменту руке багера. Бројем 1 означени су отвори за хидраулику на ослонцима за цилиндар. Број 2 представља отвор на одливку који се спаја за почетни механизам руке багера, а бројем 3 је означен отвор на одливку који служи за спајање са предњим сегментом руке багера (Loeffelstiel).

На следећим сликама (12,13,14,15) приказани су резни и мерни алати који се користе за обраду на CNC глодалици. Од резних алата најчешће се користе алати произвођача SANDVIK и HSS.



Слика 12. Резни алати произвођача Sandvik и HSS



Слика 13. Резни алати са Sandvik диском Ø250



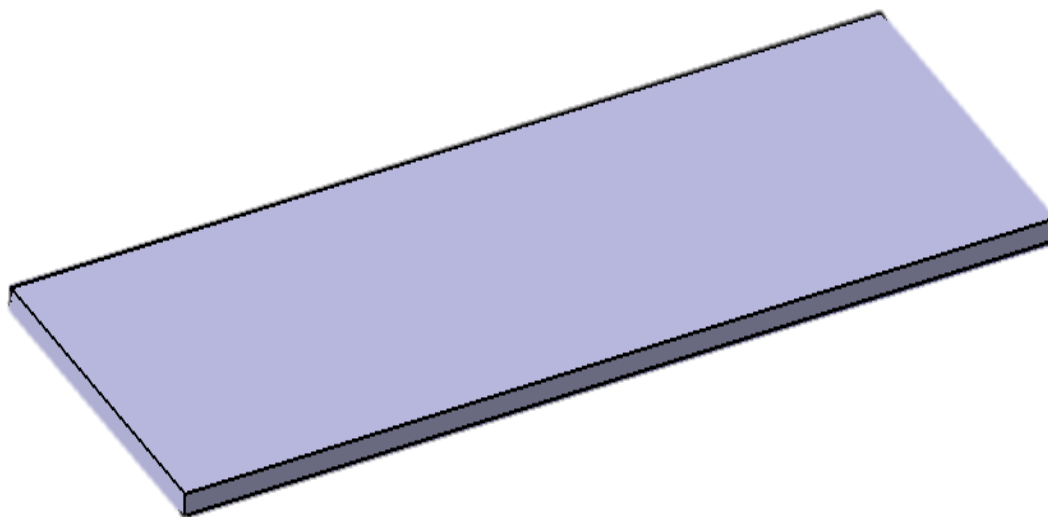
Слика 14. Помична кљунаста и дигитална мерила



Слика 15. Прецизни дигитални микрометри

У наредном делу је приказано идејно решење алата за стезање и позиционирање делова који се обрађују на CNC глодалици.

Прво што је конструисано јесте радни сто стезног прибора. То је плоча димензија 2400x800x40mm приказана на слици 16.



Слика 16. Првобитни изглед радног стола

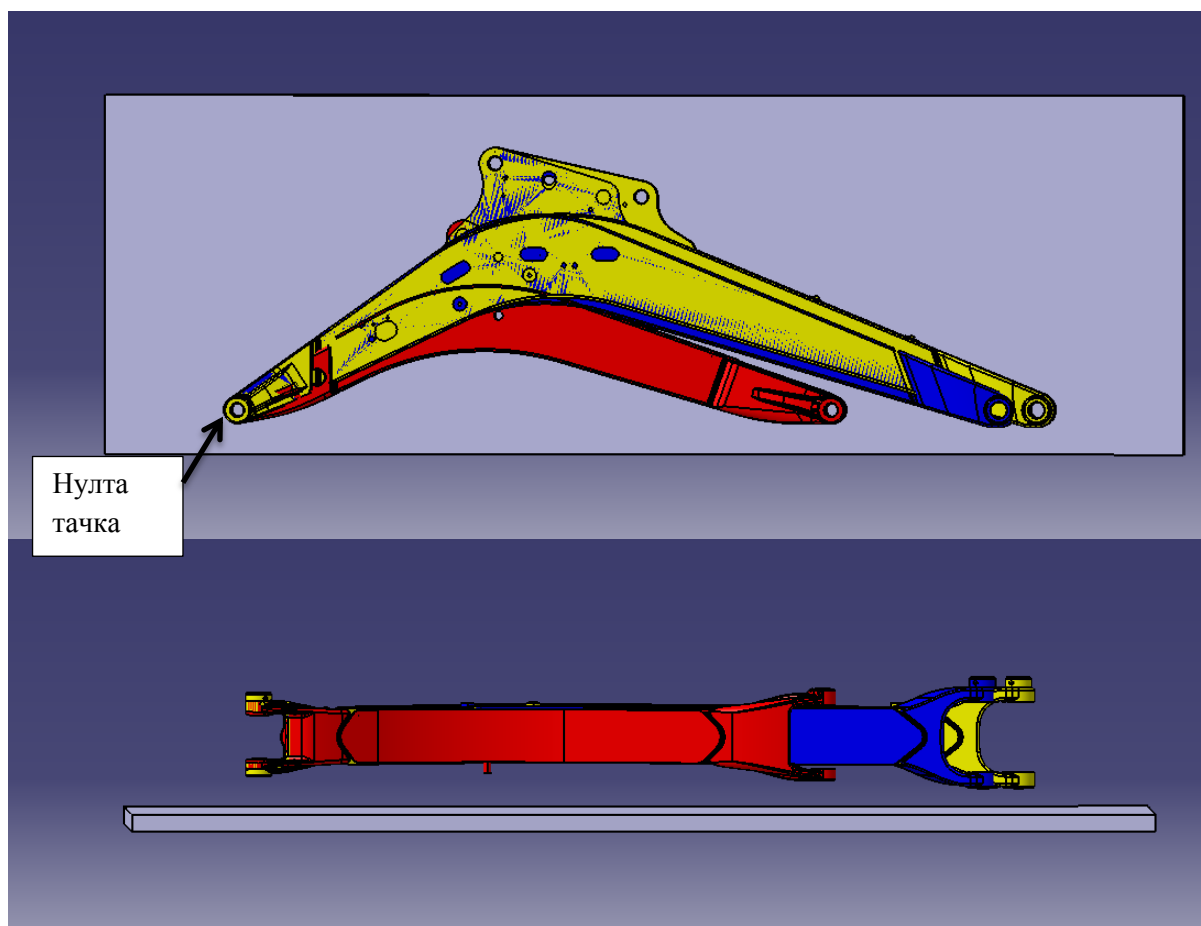
Целокупно конструисање (израда 3Д модела), као и израда техничке документације, рађена је у софтверском пакету Catia V5R21. При моделирању коришћен је модул Assembly design, Part design, а у оквиру њега радно окружење (workbench) Sketcher.

Димензије радног стола су стандардизоване за све стезне приборе који се користе на CNC глодалици.

Затим је потребно правилно поставити сва три модела сегмената руке багера по хоризонтали, тако да имају заједничку средњу линију и да је она на истом растојању од радног стола.

Одређено је да је мањи одливак на краћој страни сегмента руке багера фиксиран, и са отвором који се налази на њему, представља нулту тачку за даље конструисање стезног прибора. Овај отвор је дакле узет као полаз за израду прибора, као нулта тачка, а налази се на истом месту код сва три типа сегмента руке багера, Hubarm-а.

Дакле, за сва три модела Hubarm-а, оса отвора на мањем одливку је заједничка. Други отвори одливака су на истом растојању од ивице радног стола. Средња линија радних комада је на истом растојању од површине радног стола. Такав почетни изглед радних комада на радном столу је приказан на слици 17.



Слика 17. Радни комади на радном столу правилно постављени пред почетак конструисања стезног прибора

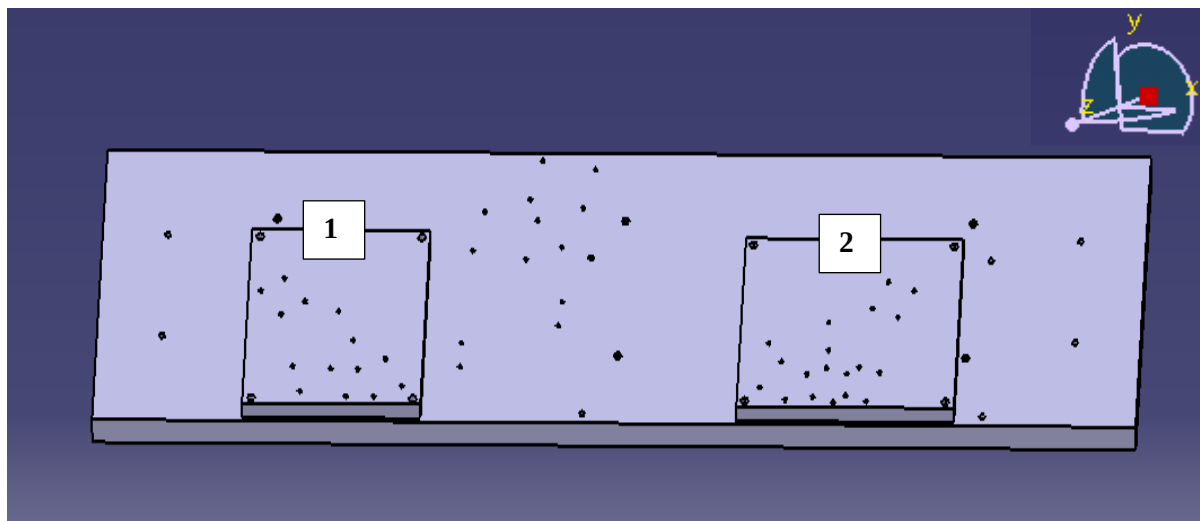
Нулта тачка приказана на слици 17, представља почетак у односу на који се даље врши конструкција стезног прибора. Основно правило је да предмет обраде буде стегнут што ближе могуће зони обраде (отвори на одливцима и 2 отвора на лашама).

Као што се види са слике 17, прављење стезног прибора за два слична модела обележена жутом и плавом бојом (Hubarm E13 и Hubarm 1303) неће представљати претежак задатак. Ипак, овај трећи сегмент руке багера – Hubarm 803 обележен црвеном бојом представља изазов, јер је до сада за њега само прављен посебан стезни прибор. Док су жути и плави модел дужине 1780mm и 1695mm (растојања између оса одливака), трећи модел црвене боје је доста краћи (1322mm).

Због тога, уместо предвиђене три конзоле за сваку зону обраде користиће се две конзоле због габаритних мера и функционалности стезног прибора о чему ће бити речи касније.

Треба напоменути да се овај најмањи сегмент руке багера ретко прави, па је баш због тога пожељно имати један стезни прибор који може да се модификује и када је потребна његова израда-Hubarm-а 803. Што се тиче коришћених делова за стезни прибор коришћени су поуздани делови (стега, граничници,...), модел је скоро без неких стандардних делова или скупих делова који морају да се посебно наручују, а кроз праксу до сада су се показали као краткотрајни (линеарне јединице са шинама, итд).

Врши се постављање две конзоле на радном столу. Једна је фиксирана (димензија 515x425x25mm) и налази се у делу где је нулта тачка, односно где су отвори сва три одливка на истој оси. Друга конзола је померајућа (димензија 500x500x25mm), и налази код другог одливка радног комада. У зависности од модела који се машинира она се помера на одговарајућа растојања. Конзола се завртњевима причвршћује на основну плочу. Конзоле су приказане на слици 18.



Слика 18. Две конзоле на радном столу:
1-фиксирана; 2- померајућа

Идејно решење је представљено кроз два подсистема:

1. Подсистем позиционирања предмета обраде и
2. Подсистем стезања предмета обраде.

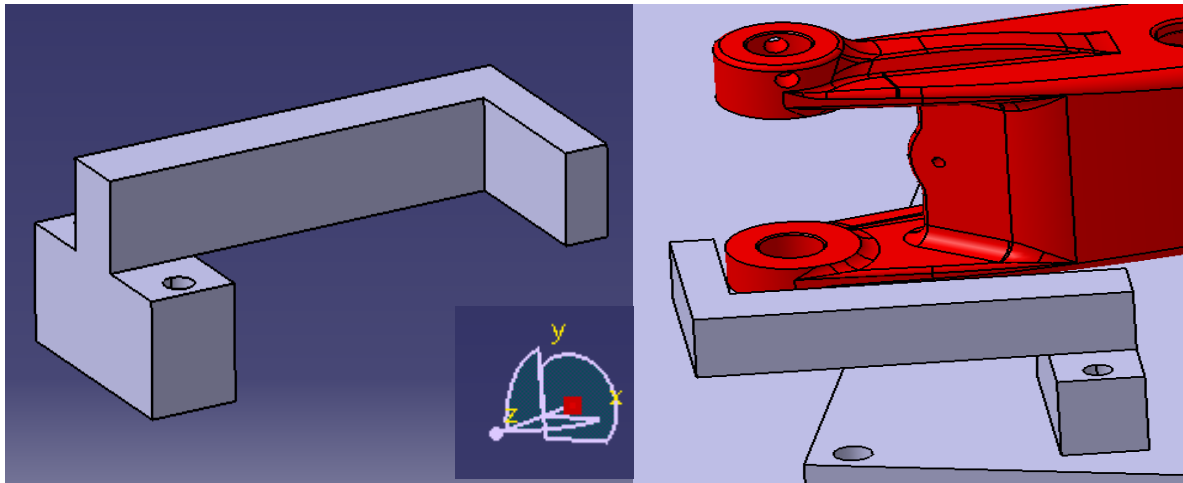
6.1.1. Подсистем позиционирања и граничења предмета обраде

Састоји се из следећих компоненти:

- чврсти граничник 1,
- чврсти граничник 2
- граничник са навојним вретеном
- позиционер за лаше
- осам подесивих граничника (слушкиња)

Чврсти граничник 1

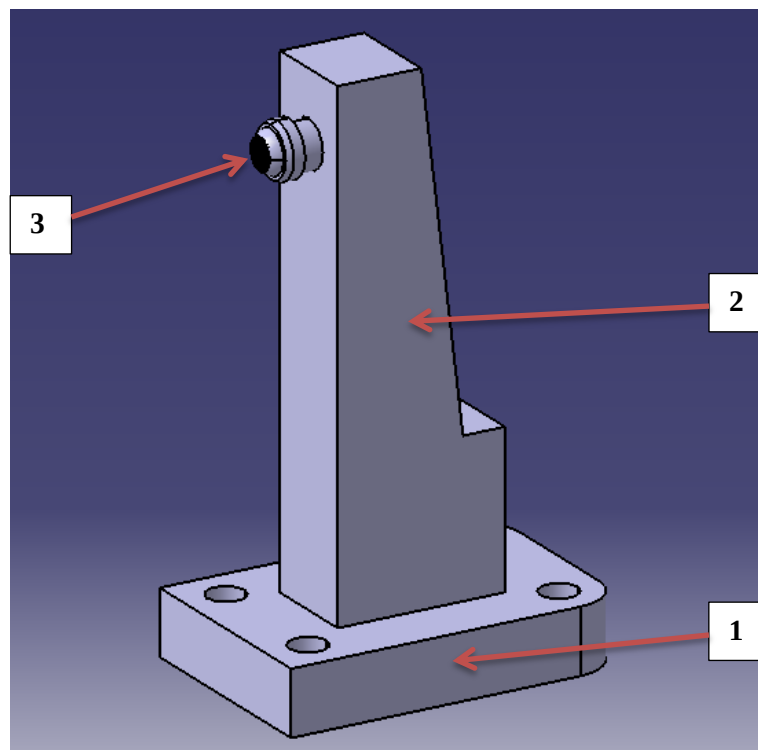
Чврсти граничник 1 служи за позиционирање мањег одливка и изабран је зато што омогућава додир по две линије (због угла од 90^0). Обезбеђује позиционирање по X и Z оси (слика 18). Помоћу завртњева се причвршћује за конзолу (фиксирану).



Слика 18. Чврсти граничник 1

Чврсти граничник 2

Налази се на другој конзоли. Састоји се од доње плоче (означен на слици бројем 1), тела граничника (број 2) и чепа за базирање (пин – број 3) (слика 19).

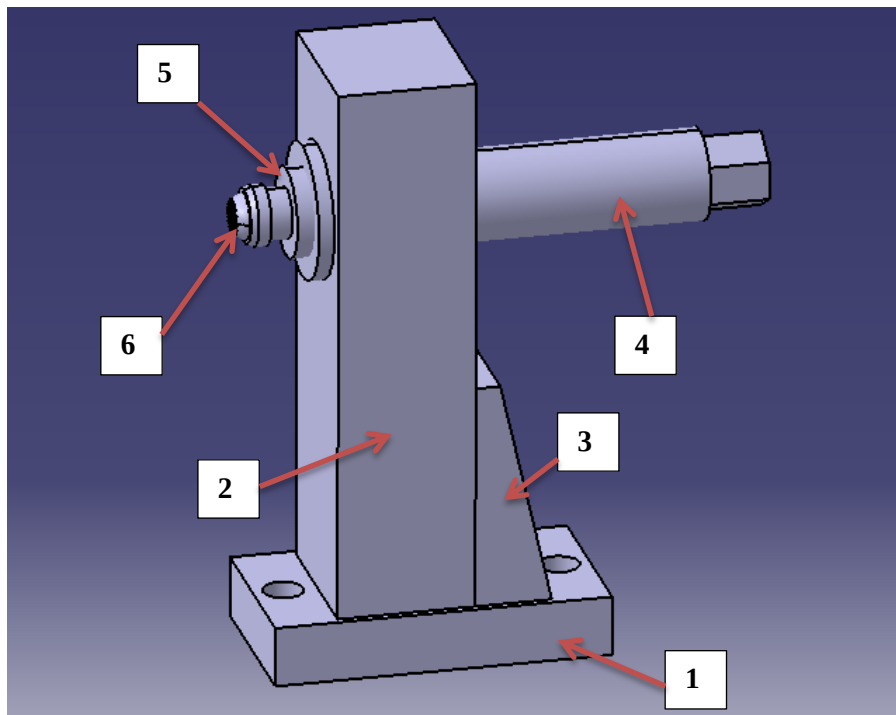


Слика 19. Чврсти граничник 2

Овај граничник представља бочни ослонац, јер омогућава позиционирање радног комада по Z оси. Завртњевима се причвршћује за конзолу (померајућу).

Граничник са навојним вретеном

Овај граничник се налази на првој конзоли. Састоји се од постоља, основе, косника који служи као ојачање, навојног вретена (дужине 130mm), уметка, и пина (слика 20).

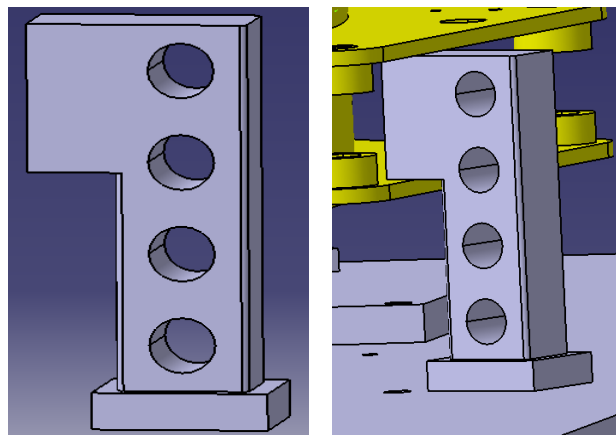


Слика 20. Граничник са навојним вретеном:
1-постоље; 2- основа; 3 –косник; 4 - навојно вретено; 5- уметак; 6 – пин.

Овај граничник се користи као подесиви бочни ослонац (навојно вретено дужине 130mm) и самим тим представља силу отпора при затезању бочне стеге са друге стране радног комада. Помоћу два завртња се причвршћује за фиксирану конзолу.

Позиционер за лаше

Служи да правилно позиционира лаше пре стезања са алатом за стезање лаша. Приказан на слици 21.

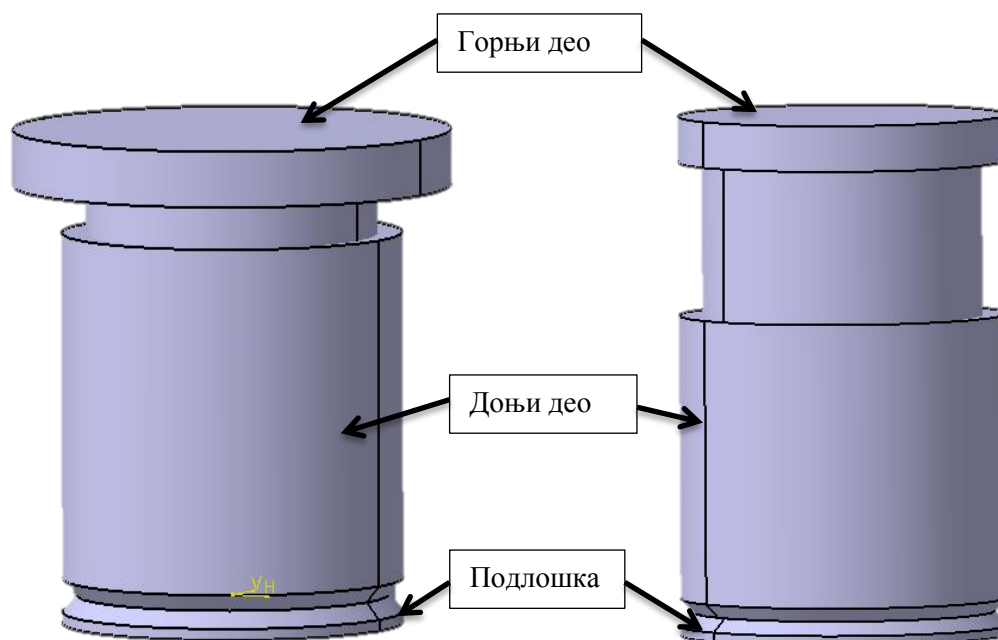


Слика 21. Позиционер за лаше

Састоји се од постоља и главног дела. Као што се може видети са слике 21 има четири отвора у виду олакшања. Он није причвршћен за радни сто. Након коришћења и стезања предмета обраде одлаже се ван радног стола.

Осам подесивих граничника (слушкиња)

Састоји из три дела: доњи део, горњи (завртњак) и подлошка. Завијањем и одвијањем завртња, граничник се прилагођава предмету обраде. Служе за спречавање вибрација, нарочито у задњим деловима комада (близу места обраде). Приказани су на слици 22.



Слика 22. Подесиви граничник (слушкиња)

Комплет од четири подесива граничника је са главом завртња пречника 90mm, а други комплет је са главом завртња који има пречник 70 mm.

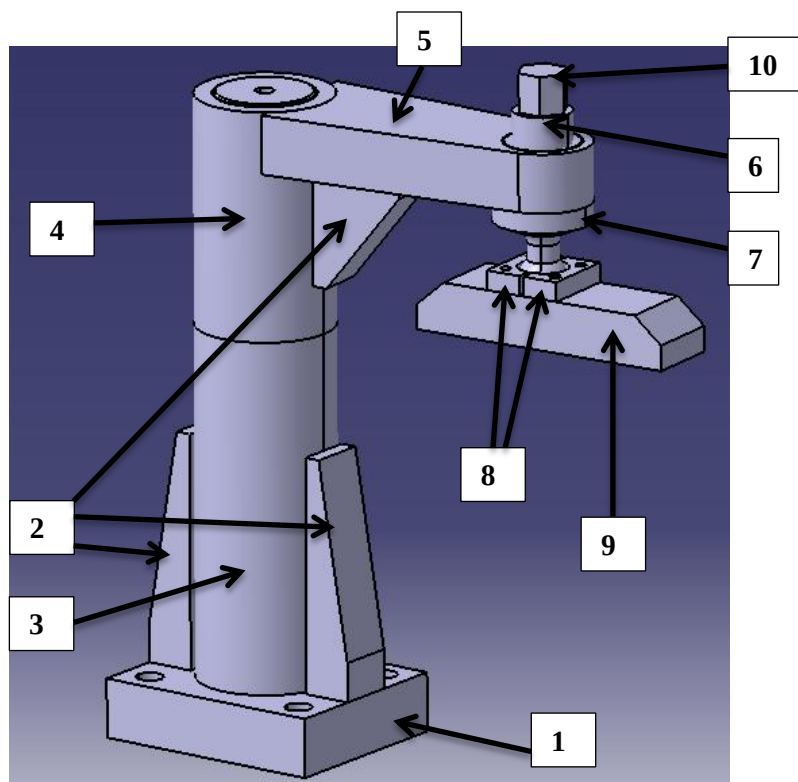
Причвршћују се завртњевима за радну плочу или конзолу, у зависности од тога где се налазе.

6.1.2. Подсистем стезања предмета обраде

Овај подсистем се састоји од:

1. Две окретне стеге за стезање предмета обраде вертикално на доле;
2. Две окретне стеге за бочно стезање предмета обраде до граничника;
3. Прибор за стезање ослонаца за цилиндар;
4. Помоћна вертикална стеге;

Окретна стега за стезање предмета обраде вертикално на доле приказана је на слици 23. Користе се две овакве стеге, на првој и на другој конзоли по једна.



Слика 24. Стега за стезање предмета вертикално на доле

На слици 24, бројевима су приказани:

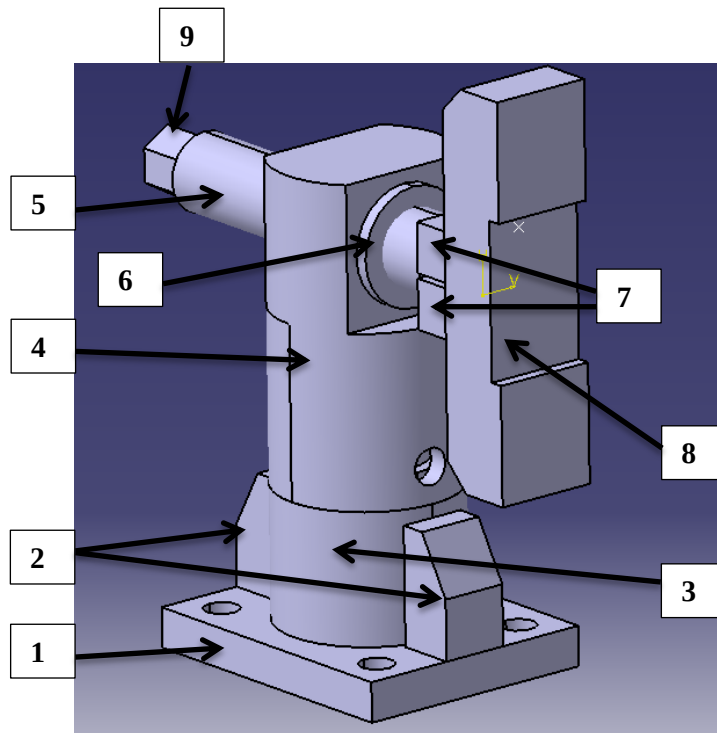
- 1) Доња плоча;
- 2) Ојачања;
- 3) Основа;
- 4) Цилиндар;
- 5) Полуга;
- 6) Навојно вретено;
- 7) Уметак
- 8) Два осигурача
- 9) Притискивач
- 10) Прихват за ОК кључ

Стега служи да онемогући померање комада приликом обраде. Користе се две овакве стеге, једна на једној, а друга на другој конзоли, и причвршћене су за конзолу завртњевима.

Притискивач је ексцентрично повезан са крајњим делом навојног вретена. Та промена је морала да се уведе, да би могла правилно да се стегну сва три сегмента руке багера јер су различитих димензија. Осигурачи су причвршћени за притискивач помоћу четири завртња М5.

Стега за бочно стезање

Ова стега је приказана на слици 25. Користе се две овакве стеге, на обе конзоле по једна.



Слика 25. Стега за бочно стезање

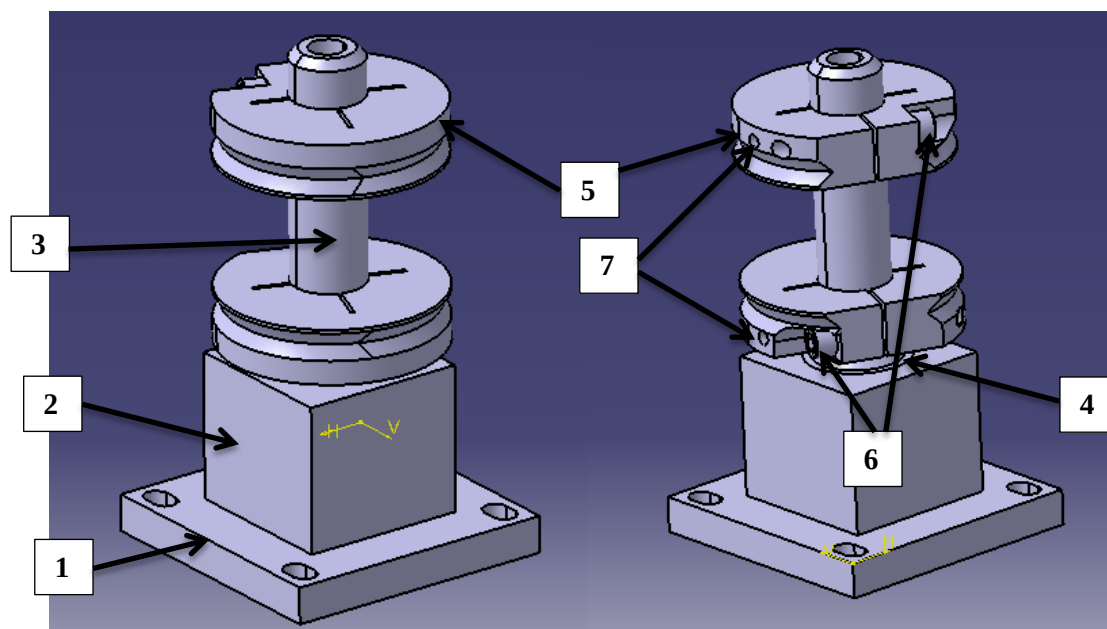
На слици су бројевима приказани:

- 1) Основа;
- 2) Два ојачања;
- 3) Осовина;
- 4) Окретница;
- 5) Навојно вретено;
- 6) Уметак;
- 7) Два осигурача;
- 8) Притискивач.
- 9) Прихват за ОК кључ.

Навојно вретено дужине 135mm омогућава довољан опсег за правилно стезање радног комада. Обе стеге су причвршћене за конзоле завртњевима, као и осигурачи за притискивач.

Прибор за стезање лаша

На слици 26, приказан је модел прибора за стезање ослонаца за цилиндар, где највећу улогу имају ексцентрични дискови.



Слика 26. Прибор за стезање ослонаца за цилиндар

Дискови су ексцентрични, тако да се окретањем око осовине може извршити стезање два модела сегмента руке багера – Hubarm-а 1303 и Hubarm-а E13.

На слици су бројевима означени делови:

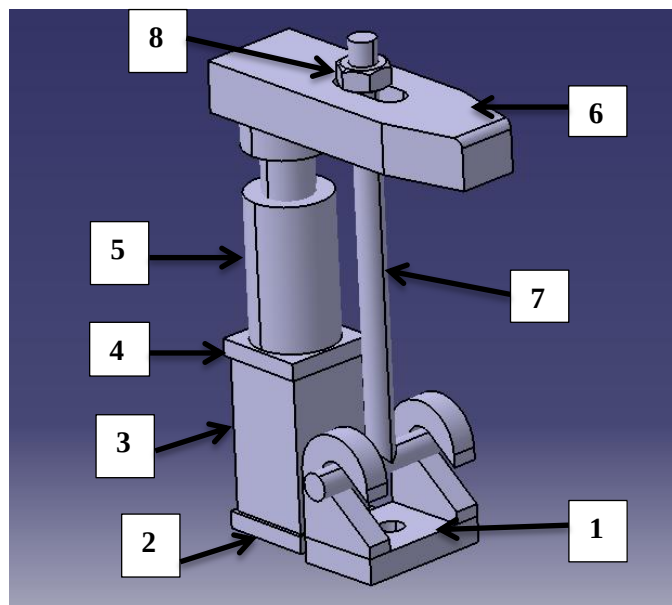
- 1) Доња плоча;
- 2) Основа;
- 3) Осовина
- 4) Два уметка (налазе се између осовине и основе);
- 5) Два ексцентрична диска;
- 6) Два завртња M12x60;
- 7) Отвори за клин

Клиновима се врши додатно налегање ексцентричног диска, односно стезање лаша. Овај прибор је причвршћен за радни сто завртњевима.

Помоћна стега за вертикално стезање

Због немогућности постављања треће конзоле која би била код средњих делова руке багера, испод лаша, зато што су мали сегменти руке багера (поготово Hubarm 803), потребно је извршити стезање средњих делова сегмената, пре свега због преношења вибрација. Зато је направљена помоћна вертикална стега, слика 27.

Представља вид импровизације, али се до сада већ показала као веома корисна.

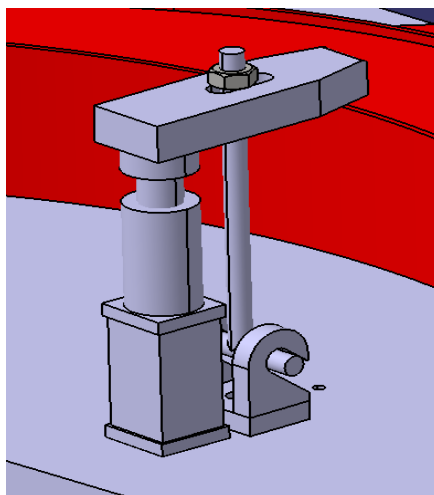


Слика 27. Помоћна стега

На слици су бројевима означени делови:

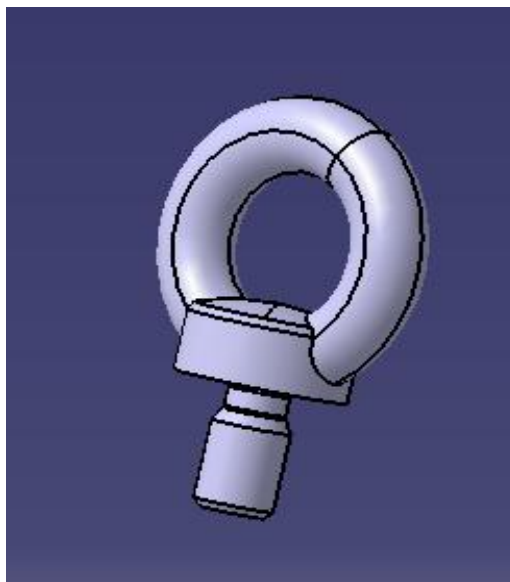
- 1) Стезач;
- 2) Доња плочица;
- 3) Основа
- 4) Основа граничника
- 5) Подесиви граничник;
- 6) Притискивач;
- 7) Шипка са навојним вретеном;
- 8) Навртка M16.

Стезач је фиксиран за радни сто завртњем M12, а помоћна стега може да се помера по радном столу. Подесиви граничник је повезан са основом помоћу завртња M10 и помоћу њега се одређује потребна висина. Затезањем навртке врши се стезање сегмента руке багера притискивачем (слика 28).



Слика 28. Положај помоћне стеге на моделу

За преношење радног стола са стезним прибором и стегнутим сегментом руке багера помоћу дизалице, користе се четири транспортна навоја, приказан на слици 29.



Слика 29. Транспортни навој

Изабран је следећи модел транспортног навоја приказан на слици 30 [5].

4-8

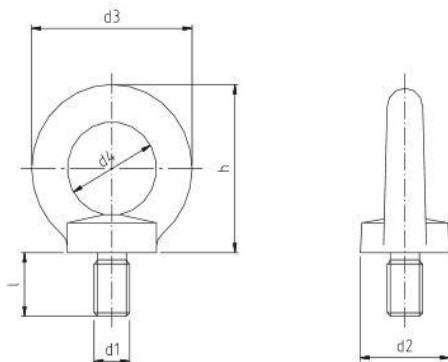
NONNENMANN Group



DIN580 C15E
WG 5521

Ringschrauben Norm 2003
 Lifting Eye Bolts Norm 2003
 Okasti vijak za kacenje Norma 2003

d1	d2	d3	d4	h	l
M8	20	36	20	36	13
M10	25	45	25	45	17
M12	30	54	30	53	20.5
M16	35	63	35	62	27
M20	40	72	40	71	30
M24	50	90	50	90	36
M30	65	108	60	109	45
M36	75	126	70	128	54
M42	85	144	80	147	63
M48	100	166	90	168	68
M56	110	184	100	187	78
M64	120	206	110	208	90
M72	150	260	140	260	100
M80	170	296	160	298	112
M100	190	330	180	330	130

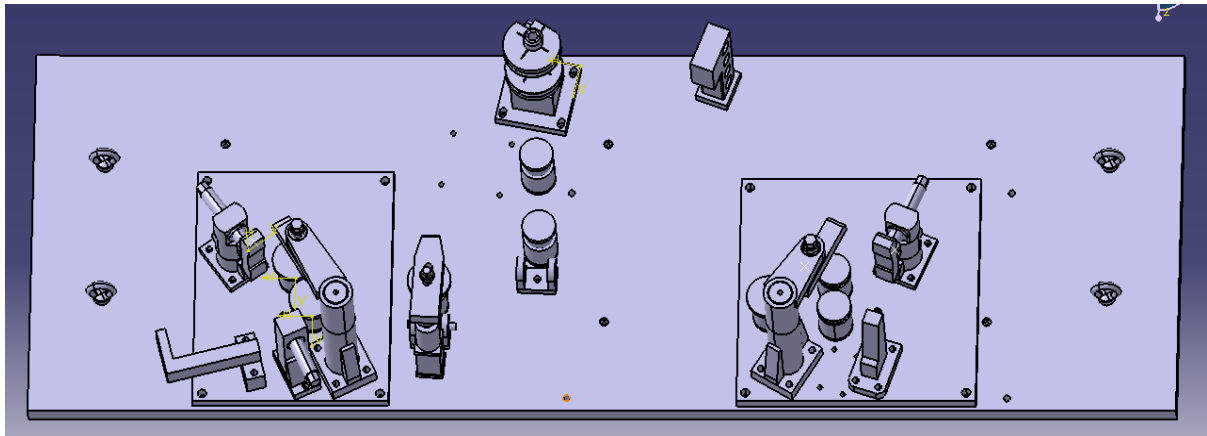


The technical drawing shows two views of a lifting eye bolt. The left view is a top-down perspective showing the circular eye with diameter d3, the central hole with diameter d4, and the base with diameter d1. The right view is a side elevation showing the height of the eye (h) and the diameter of the base (d2). The drawing is a line drawing with no shading.

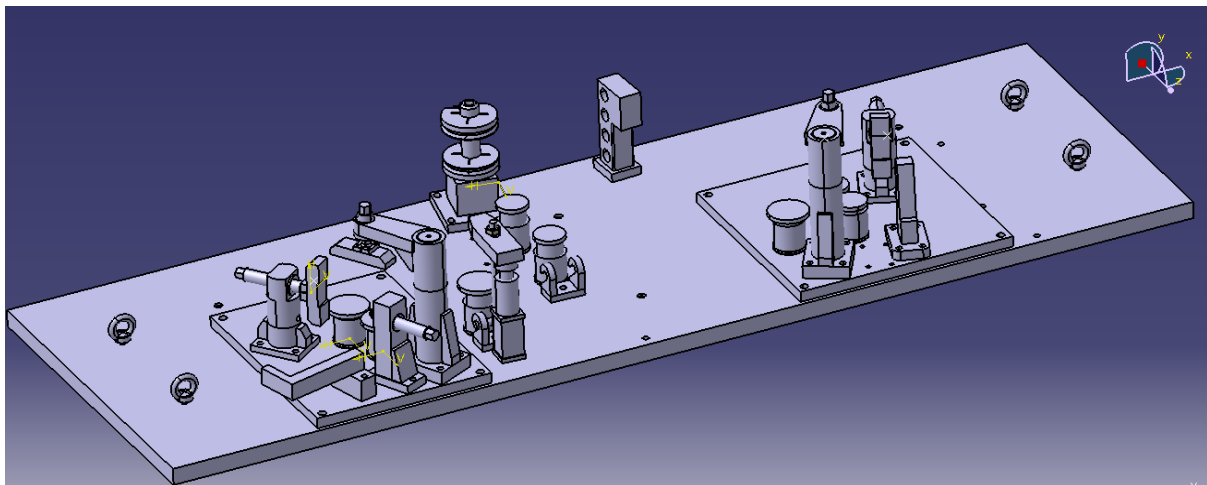
Слика 30. Изабрани модел транспортног навоја

6.2. Коначни изглед универзалног стезног прибора

Изглед универзалног стезног прибора дат је на слици 31 и 32. Сви делови до сада наведени су приказани и позиционирани.



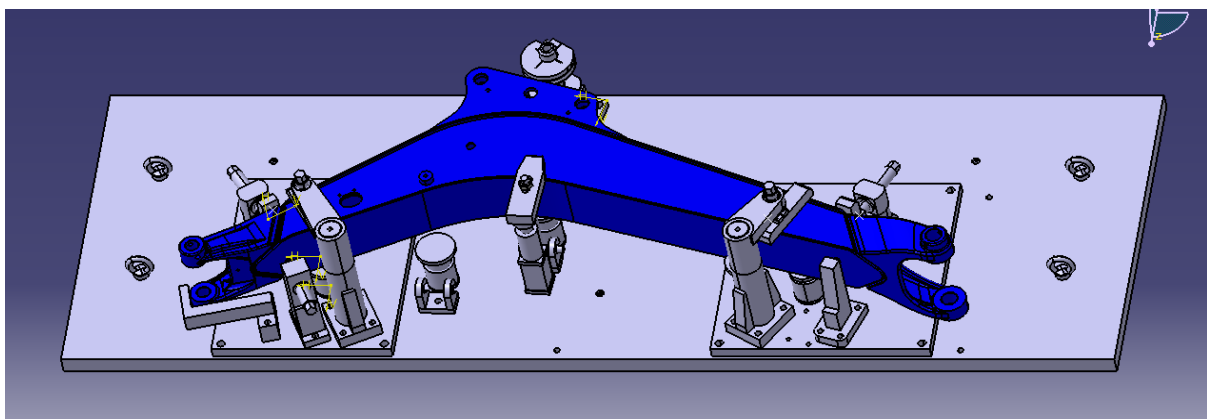
Слика 31. Изглед стезног прибора (поглед 1)



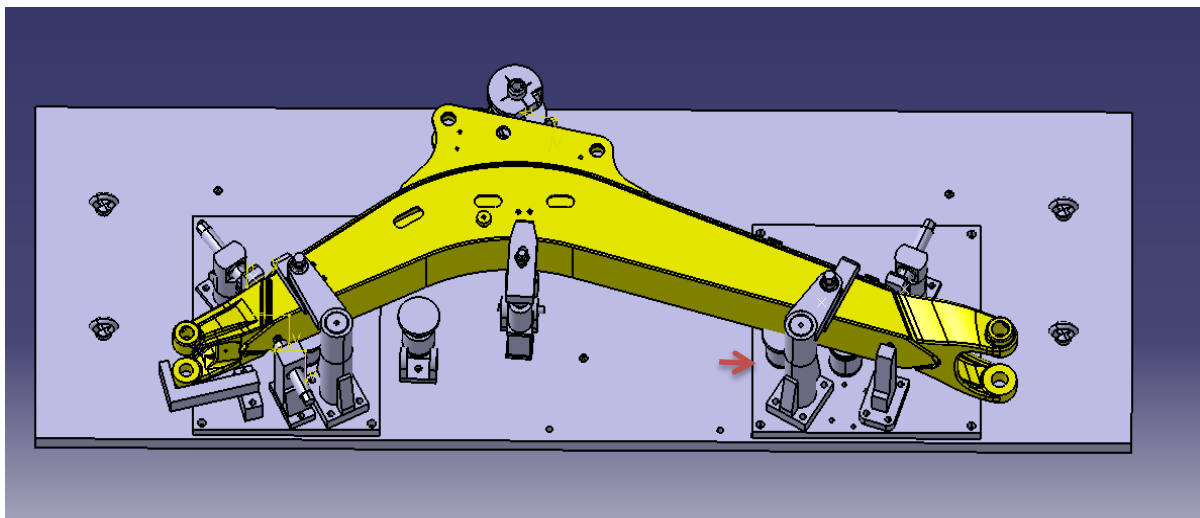
Слика 32. Изглед стезног прибора (поглед 2)

6.3. Изглед стезног прибора са спрегнутим сегментима руке багера

На следећим сликама су приказани сегменти руку багера у стезном прибору.



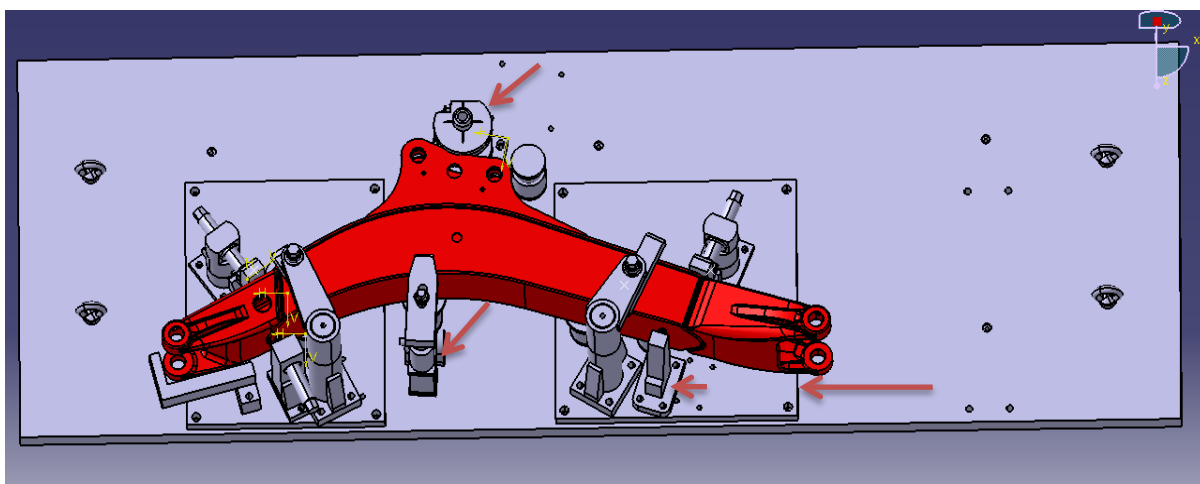
Слика 33. Сегмент руке багера Hubarm 1303 спрегнут у стезном прибору и спреман за CNC машинирање



Слика 34. *Сегмент руке багера Hubarm E13 спрегнут у стезном прибору и спреман за CNC машинирање*

Ако узмемо да је почетна концепција стезног прибора таква да је спреман за позиционирање и стезање руке багера Hubarm 1303, да би се поставио Hubarm E13, потребно је померити другу конзолу задато растојање, приказано отворима за конзолу (означено стрелицом на слици 34). Такође, врши се окретање ексцентричних дискова на алату за стезање лаша, док се не постигне потребно стезање, као провера затезања стегама помоћу ОК кључа.

На слици 35 је приказан модел сегмента руке багера Hubarm 803 у стезном прибору, за који је потребно највише померања.



Слика 35. *Сегмент руке багера Hubarm 803 спрегнут у стезном прибору и спреман за CNC машинирање*

За овај модел треба нагласити да је предвиђено да ће ретко да се машинира. Да би се извршило правилно позиционирање и стезање сегмента руке багера, потребно је померити другу конзолу на задато растојање означено отворима на радном столу,

затим, померање подсклопа алата за стезање ослонаца за цилиндар на такође отворима означено место, као и померање помоћне стеге до другог стезача.

Такође, потребно је да се помери чврсти граничник 2 на другој конзоли улево, на позицију означену отворима. Сва ова померања су означена стрелицом на слици 35.

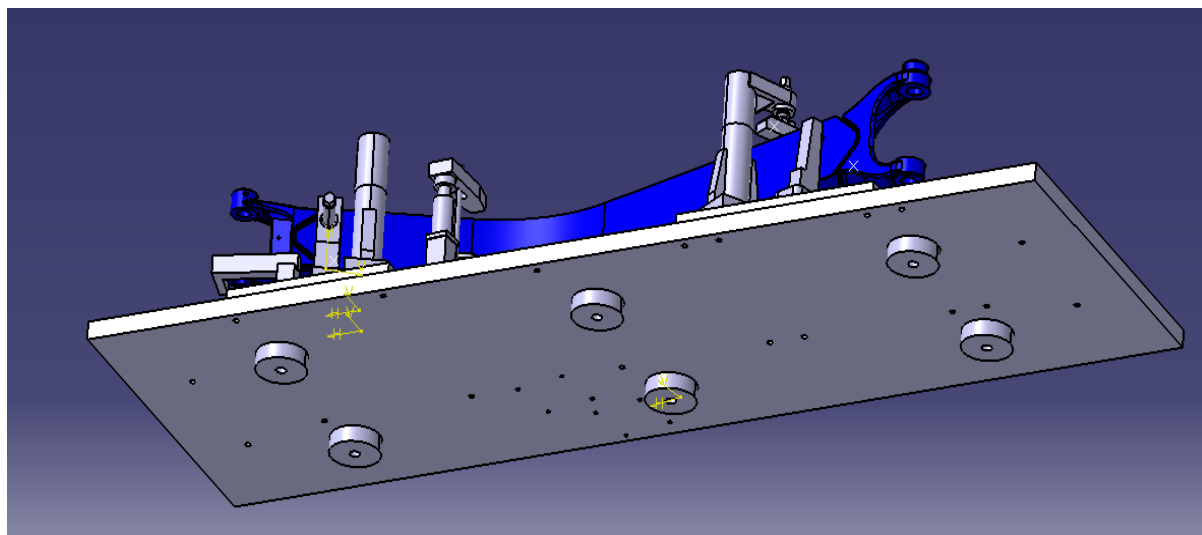
Што се тиче подесивих граничника (слушкиња), они се подешавају да буду 4mm виши. Треба напоменути да су два подесива граничника (од 8 постојећих) већ на задовољавајућој висини.

Дужине навојних вретена на стегима (за хоризонтално и вертикално стезање) су сасвим задовољавајуће тако да се ОК кључем лако регулише потребно стезање. Исто се односи и за граничник са навојним вретеном.

6.4. Zero point

Када је сегмент руке багера спрегнут у стезном прибору и спреман за CNC машинирање, потребно је правилно поставити радни сто на машину за обраду. За то се користи систем стезања по називом 'zero point'.

На моделу је приказан на слици 36.



Слика 36. Изглед шест позиционираних базних пинова са доње стране радног стола

Плоча се састоји од 6 пинова, а на машини се налазе базна кућишта пинова, и када се изврши стезање радног комада – сегмента руке багера, радни сто се помоћу дизалице доводи до машине, где пинови упадну у базно кућиште и онда се врши процес хидрауличког стезања.

На плочи машине су израђени отвори за центрирање и причвршћивање. Радни сто са стезним прибором у коме је предмет обраде се центрира чивијама преко отвора и причвршћује завртњима.

Систем стезања са нултом тачком (ZERO POINT) се користи због својих многобројних предности:

- Веома брза замена радног стола са прибором;
- Висока прецизност код понављања стезања $< 0,005 \text{ mm}$;
- За све машине заједнички механички интерфејс;
- Позиционирање и стезање и фиксирање у једном радном ходу

На следећим сликама је приказан процес успостављања Zero point-а, на радном столу, тј инсталацију базних кућишта пинова.

На радном столу, се дакле, пре постављања и прављења стезног прибора, са доње стране се постављају 6 пинова за Zero point.

Након детаљног чишћења следи операција бушења радног стола, слика 36.



Слика 36. Израда отвора - бушење

Затим следи урезивање навоја, слика 37.



Слика 37. Урезивање навоја

Затим се врши постављање базних пинова (слика 38).



Слика 38. Постављање базних кућишта пинова

Следи затезање базних кућишта пинова, приказано на слици 39.



Слика 39. Затезање базних кућишта пинова

Добијени изглед приказанна слици 40.



Слика 40. Изглед базних кућишта пинова након стезања

Крајњи изглед, након повезивања хидрауличке инсталације приказан на слици 41.



Слика 40. Изглед базних кућишта пинова након повезивања хидрауличке инсталације

Овако припремљен радни сто се затим шаље у алатницу, пренесен помоћу виљушкара, где се израђују и позиционирају елементи стезног прибора.

Када је стезни прибор направљен, елементи позиционирани, извршено пробно стезање сегмента руке багера, виљушкар се преноси у производну халу и поставља на предвиђене ногаре поред CNC машине.

7.0 ДЕТАЉНО КОНСТРУИСАЊЕ СТЕЗНОГ ПРИБОРА

Детаљно конструисање представља део процеса конструисања у којем се комплетира конструкција техничког система са коначним дефинисањем распореда, облика, димензија и карактеристика површина свих компонената, врши дефинитиван избор материјала, технологије израде и прорачун трошкова [4]. Током досадашњег процеса конструисања, постављене су задовољавајуће димензије и распоред у склопу, приказан је изглед целог склопа са сегментима руку багера за сва три модела.

Стога, други део фазе детаљног конструисања је разрада конструкционе документације која укључује склопне и радионичке цртеже, цртеже монтаже и одговарајуће листе делова.

Конструктор треба да обезбеди документацију која се односи на израду, монтажу, транспорт и контролу квалитета, а кориснику треба обезбедити упутства за руковање, одржавање и поправке.

7.1. Анализа стезног прибора

Распоред и класификација производне документације се врши на основу анализе производа којом се врши подела производа на мање јединице [4]. Анализа производа може дати функционално, производно или монтажно оријентисану структуру.

Карактеристике ових структура су подела на поједине компоненте које се не могу даље делити и комбиновање тих компонената или подсклопова у склопове и коначно у производ.

Анализом конструкције помоћног стезног прибора утврђено је да се он не може делити функционално јер сам по себи представља целину и има функцију као целина.

Најповољније је извршити поделу његових елемената према монтажној структури. Овим начином дефинисани су подсклопови који се као целине постављају на прибор. Делови подсклопова дефинисани су у оквиру тог подсклопа.

7.2. Техничка документација

Технички цртеж представља универзални језик комуникације техничких лица у области машинства [6]. Техничко цртање је техничка дисциплина која омогућава да се тродимензионални објекат прикаже у равни цртежа.

Основни циљ машинског техничког цртања је да се кроз цртеж или скуп цртежа у потпуности једнозначно дефинишу облик, функција, димензије, врста обраде, материјал, квалитет и друге карактеристике машинских делова и склопова.

У техничком цртању предмети се приказују тако да се једноставно могу одредити све димензије предмета. За разумевање техничког цртања у машинству потребно је да технички цртеж буде јасан, прегледан и прецизан. Техничко цртање се базира на принципима нацртне геометрије, у комбинацији са правилима техничког цртања, која су прописана ради постизања једнообразности.

Техничка документација је урађена за све нестандартне делове прибора за заваривање и приложена је на крају овог рада. Стезни прибор је подељен на главне подсклопове и на помоћне елементе прибора. За све нестандартне елементе подсклопова урађена је техничка документација.

Обележавање цртежа се врши на следећи начин:

01.XX.YY

01 – ознака за склопни цртеж прибора,

XX – ознака за цртеже подсклопова,

YY – ознака за делове подсклопова.

Овакав вид означавања цртежа је према стандардима фирме. Таблице које су коришћене у техничким цртежима су такође по стандарду фирме.

Избор материјала је био ограничен на материјале који се користе у фирми. Толеранције су дате према искуству израде ранијих прибора и нису дате стандардно већ бројно у вредностима одступања. Квалитет обраде је условљен технологијом израде у фирми.

На цртежима нису дате ознаке за заваривање јер њих накнадно одређује технолог заваривања у фирми. Технологи заваривања прописује поступак и режиме заваривања оног тренутка када се отпочне са израдом универзалног стезног прибора.

7.3. Економски аспекти стезног прибора

Сваки машински систем треба да је економски оправдан у погледу цене, продуктивности, степена искоришћења, потребних трошкова експлоатације итд [7]. Упоредо са остваривањем техничких карактеристика морају се при конструисању испоштовати и економски захтеви.

Економски показатељи у овом случају не могу бити дати јер фирма задржава право на тај тип информација. Може се само навести којим начинима и где се остварује уштеда коришћењем овог прибора у односу на претходна решења.

Највећа уштеда је у самој чињеници да се овај универзални стезни прибор користи за три различита сегмената руке багера, док су остали, тј. претходна решења, углавном прављена за један сегмент руке багера. Ту је уштеда на рачун материјала, уложеног буџета, радног простора, итд.

7.4 Радни век, одржавање и сервисирање стезног прибора

Што се тиче одржавања, овај прибор није претерано захтеван јер спада у лако одрживе машинске системе због своје масивне конструкције и широких толеранција које треба да обезбеди.

Мали је број клизних елемената, тј. нема их, тако да нема много хабања и није неопходно посебно одржавање њихових додирних површина. Наравно, чишћење ваздухом из компресора, након сваког машинирања се подразумева.

Што се тиче редовног одржавања овог прибора као целине, битно је да се на крају радног времена или пре припреме прибора за нови производ, детаљно очисти од остатака делова насталих као последица машинирања и сличних нечистоћа.

Сервисирање се врши периодично, једном месечно када се проверавају елементи прибора, његова геометрија и тачност. У случају да дође до промене геометрије могу се, дотезањем завртњева за везу са основном плочом, подсклопови довести у потребан положај.

Подсклопови су наменски причвршћени завртњевима за основну плочу како би се лако могли демонтирати са прибора, померати, а и наравно сервисирати.

Радни век прибора предвиђен је при нормалној употреби и уз редовно сервисирање на пет година. На основу искуства у фабрици као и бројем комада који се на прибору обраде, могуће је очекивати вишеструко дужи радни век.

У случају гашења производње овог модела багера за који се производе ова три типа Hubam-а, као и могуће реконструкције самог багера, доводи до тога зашто је предвиђени радни век стезног прибора од пет година задовољавајући.

8. ЗАКЉУЧАК

Конструисање универзалног стезног прибора, као и сваког другог машинског система, представља један дуг, свеобухватан и тежак процес који се може лакше савладати са већим искуством из области конструисања. Такође искуство стечено на пракси доприноси ка бољем конструисању.

Стезни прибори, како је наглашено, јесу обавезни материјални чинилац обрадног система. Њиховом применом, у односу на рад без њих, долази се до побољшања низа техно-економских ефеката.

Конструкција прибора за заваривање настала је истраживањем, детаљним анализирањем, конципирањем, формирањем и детаљним конструисањем прибора. Доста времена је потрошено и на анализирање већ постојећих решења прибора у оквиру фирме.

Детаљно анализирање постојећих решења је омогућило креирање идејног решења конструкције прибора што је допринело смањењу конструктивних варијанти прибора. На основу прикупљених података приступило се конципирању и формирању конструкције прибора. У фази детаљног конструисања ништа није битно промењено на самој конструкцији.

Анализом конструкције помоћног прибора за заваривање, може се закључити да су сва ограничења и услови у виду габарита, функције и радних својства, датих на почетку рада, испуњени. Основна и најбитнија функција да се сва три модела руку багера могу позиционирати и стегнути за даљу обраду машинирањем је у потпуности задовољена.

Прибор је апсолутно монтажано/демонтажан, што омогућава лако руковање и сервисирање. Са економског аспекта конструкција испуњава све економске захтеве, јер се њеном применом смањују финансијски трошкови.

Ефекти примене стезних прибора огледају се кроз [8]:

- Исправно базирање радног предмета (или алата) на машини у односу на захтеване конструктивне базе, чиме се знатно скраћује припремно (помоћно) време;
- Смањење грешака тачности димензија при постављању предмета обраде у стезни прибор, независно од вештине радника, што је један од предуслова за могућност спровођења принципа заменљивости готових производа;
- Највеће могућности искоришћења перформанси постојећег машинског парка;
- Повећање продуктивности алатних машина;
- Олакшање рада радника и реалније одређивање норматива рада;
- Успешније координирање радних времена у функционалној, а посебно у линијски организованој производњи.

Радни век универзалног стезног прибора је такав да и у случају модификације радног предмета уз минималне реконструкције прибора, прибор се може користити у дугом временском периоду.

При пројектовању универзалних стезних прибора тежи се постизању компромиса између функционалности прибора и могућности његове примене при стезању различитих врста предмета обраде. Стезни прибори представљају неопходан материјални чинилац сваког обрадног процеса односно елемент обрадног система алат-машина-предмет обраде - стезни прибор.

При пројектовању стезни прибор треба разматрати, не као статички, већ насупрот томе као елемент сложеног динамичког система. С тим у вези, стезни прибор представља засебну конструкцију која треба да задовољи задате функције циља при дејству сложених динамичких оптерећења и других утицаја [8].

Конструкцијом представљеног универзалног стезног прибора омогућиће се обрада више типова горње руке багера, што ће значити краће припремно време, бржа измена производа, смањење залихе у складишту, смањени трошкови одбачених производа, опадајући губици.

Циљ рада је испуњен, конструкција прибора задовољава све услове који су постављени у раду и, пре свега, конструкција је применљива у пракси. Што је био и примарни циљ.

Конструисање оваквих и сличних прибора омогућава уштеде у пракси и може да повећа продуктивност производње, с обзиром да су сви остали елементи у фирми способни да испрате пораст производње.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.wackerneuson.us/en/wacker-neuson-us/home.html> - приступљено, септембар 2015.
- [2] Д. Вукелја, „Конструкција и прорачун помоћних прибора”, Универзитет „Светозар Марковић”, Београд 1978.
- [3] Б. Тадић, Ђ. Вукелић, З. Јурковић, „Алати и прибори”, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2013.
- [4] Н. Марјановић, „Методе „конструисања”, Машински факултет, Крагујевац, 1999.
- [5] <http://www.nonnenmann.net/download/catalog/4%20Normteile.pdf#page=13> – приступљено септембар 2015.
- [6] Л. Ивановић, „Техничко цртање са компјутерском графиком”, Машински факултет, Крагујевац, 2008.
- [7] С. Јовичић, Н. Марјановић, „Основи конструисања”, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011.
- [8] Тадић Б., Вукелић Ђ, З Јурковић: „Алати и прибори”, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2008 година.