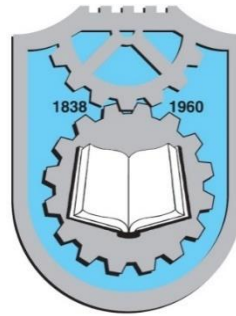


Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Савремени обрадни системи

Број индекса: 350/2015

Белоица Ч. Надежда

Утицај конструкције дела на технологију израде

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат би требао да изврши анализу утицаја конструкције на технологичност израде дела. Анализу вршити на примеру пројектованог алата за просецање лима на страницама електро ормана за уградњу електричне опреме. Конструкцију алата треба извести на два начина: у облику једноделног и вишеделног алата. За пројектоване алате за пробијање дефинисати технологију израде делова алата и за делове сложене конструкције, изградити NC код у софтверском пакету CATIA и прилагодити за управљачку јединицу HEIDENHAIN TNC 155.

Препоручена литература:

1. Петровић Б. : ПРОГРАМИРАЊЕ УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ HEIDENHAIN, завршни рад, Факултет инжењерских наука, 2013.година.
2. Девеџић Б.: Обрада метала деформисањем, Машински факултет у Крагујевцу, 1985.год.
3. Недић Б., Лазић М., Производне технологије: Обрада метала резањем – предавања, скрипта, Машински факултет Крагујевац, 2007. год.

Крагујевац, 02. октобар 2017.год.

Ментор:

Проф. др Богдан Недић

Резиме:

У оквиру рада описана је технологичност израде дела са аспекта утицаја конструктивног решења. Анализа је спроведена на примеру различитих конструкција алата за просецање.

У оквиру овог рада извршно је конструисање алата за просецање на принципу једноделног и вишеделног алата као и пробојца са оштрим и заобљеним спољашњим ивицама. На основу техничке документације прописана је технологија израде делова алата за пробијање, након чега је приступљено изради NC кода на деловима алата пробојца сложене геометрије. Прегледом добијених резултата може се доћи до закључка за коју конструкцију алата пробојца се одредити.

Кључне речи: Алат за пробијање, конструисање, технологија израде, техничка документација.

Introduction

While taking into consideration the constructive solution, described within this thesis is the technology of part production.

The analysis is done throughout various examples of cutting tool construction.

Construction of various tools, including the principle of one-piece and multiple-piece tools, tools with sharpened and rounded edges as well, is done throughout the analysis. The technology of production of cutting tool parts is based on technical documentation provided, the NC code is developed for cutting tool parts of complex geometry. A solution of necessary cutting tool construction is obtained while reviewing the results.

Keywords: Cutting tool, construction, production technology, technical documentation.

Садржај:

1. Уводна разматрања	5
2. Технологијност конструкције делова за израду	8
2.1 Анализа технологијности конструкције производа	9
3. Обрада лима просецањем и пробијањем	11
4. Конструисање алата за пробијање лима	17
4.1 Конструисање пробојца из једног дела	18
4.2 Конструисање пробојца из више делова	19
4.3 Конструисање пробојца без радијуса на спољашњим угловима	21
4.4 Конструисање пробојца са радијусом на спољашњим угловима	22
5. Технолошки поступак израде пробојца	23
6. Технологија израде пробојца на CNC машини	28
6.1 Опис машине за HEIDENHAIN управљачку јединицу за израду пробојца	28
Карактеристике машине	28
8. Закључак	35
7. Литература	37
8. Прилог	38

1. Уводна разматрања

Поступак израде неке машине условљен је потребом за том машином. Када се зна њена намена, машина се представља у облику идејног решења, тако што се прави низ скица на којима се поједини делови машине везују на разне начине, све док се не добије најповољније кинематско решење. При одлучивању која је верзија најбоља неизбежан је компромис између онога што се може жртвовати на рачун нечег другог. Знање и искуство инжењера, стечено праксом, доприноси квалитету предложеног решења. Последња фаза конструисања неке машине иде на стварну конструкцију засновану на научном принципу и искуству.

Конструктор је одговоран за функционалну исправност своје конструкције и за њену остварљивост. Због тога општа спрема конструктора треба да почива на познавању фундаменталних и основних примењених наука (Наука о материјалима, Елементи машина, Физика, Отпорност материјала...).

При решавању задатка конструктор мора узети у обзир све захтеве које конструкција мора да задовољи, као и захтеве које поставља наручилац. Конструктор прати израду конструкције у фабрици и њен живот у експлоатацији. На тај начин се откривају недостаци конструкције и стичу искуства за боља решења. Са истим циљем се стално прати развој науке и технике, а нарочито развој конструкција из сродних области машинства. Конструисање се тако проширује и на усавршавање постојећих конструкција, тј.отклањање недостатка ради прилагођења функције свим захтевима као што су побољшање или измена постојеће машине, смањење тежине или цене коштања, повећање производних капацитета и др.

Постоји више краћих или ширих дефиниција технологичности. Технологичан производ је онај производ, који задовољава функционалност, економичност и естетику. Функционалност има исто значење као и поузданост – поуздано функционисање производа. Економичност подразумева ниске трошкове израде и коришћења производа. Код неких делова постројења није важан изглед, док код неких постројења или производа естетика може бити један од главних захтева.

Према широј дефиницији технологично решење ће бити оно решење које осигурава функционисање производа, с траженим режимом поузданости, у предвиђеним условима експлоатације и у предвиђеном веку експлоатације уз најмање трошкове.

Овој дефиницији се може додати још додатних захтева који су потребни већ данас, а биће поготово потребни у будућности, због кризе енергије, материјала као и загађивања животне и радне средине. Та проширена дефиниција гласи:

“Технологично решење ће бити оно, које осигурава исправно функционисање производа с траженим режимом поузданости, у предвиђеном веку експлоатације, а уз најмање трошкове, најмањи утрошак материјала, најмањи утрошак енергије и уз најмање загађивање животне и радне средине”(слика 1)[1].

Термин технологичност је изведен из руског језика од истоветне речи *технологичност* [1].



Слика 1. Проширена дефиниција технологичности [1]

Важно је уочити разлику између технологије и технологичности. Ако се разматрају режими рада и следи операција рада, тада се разматра технологија рада, а ако се додатно разматрају и трошкови, тада је то разматрање технологичности. Док појам технологије означава процес или поступак, технологичност означава својство производа кроз поузданост, функционалност и економичност. Будући да захтевана поузданост мора бити осигурана, остаје економичност као главни критеријум оцене технологичности за различите израде производа. Она техничка решења која након задовољења захтева функционалности не теже минималним трошковима (минималном утрошку материјала, енергије и

минималном загађивању животне и радне средине), нису добра решења. Задатак инжењера је обликовање и давање технологичних решења и то довољно поузданих и јефтиних решења. Код исказивања технологичности не обавља се апсолутно исказивање технологичности него се обавља упоређивање различитих могућих решења. [1]

Код свих решења мора бити задовољена захтевана поузданост (класа, квалитет, својства, карактеристике), а оно решење које је најекономичније биће изабрано као најтехнологичније, односно технологично решење. Зато се анализа технологичности спроводи анализом различитих алтернативних решења, која морају дати довољну поузданост. Један од критеријума избора технологичности решења биће и минимални трошкови.

У оквиру другог поглавља овог рада дат је појам технологичности као и анализа технологичности конструкције производа са освртом на обраду метала резањем. Треће поглавље односи се на обраду лима одвајањем, упоређивање поступка пробијања и просецања, поделу алата за пробијање и просецање.

Четврто поглавље односи се конкретно на конструисање алата за пробијање и истраживање која је конструкција прихватљивија и погоднија за израду, док је у петом поглављу дат технолошки поступак израде: једноделног алата, вишеделног алата, пробојца без радијуса на спољашњим угловима и пробојца са радијусом на спољашњим угловима.

У шестом поглављу дат је кратак опис управљачке јединице HEIDENHAIN, њено програмирање и дат је конкретан пример израде програма на компјутеру за CNC глодалицу за различите пробојце.

На крају је дат закључак и преглед коришћене литературе.

2. Технологичност конструкције делова за израду

Технологичност производа као мера прикладности за производњу је врло широк појам и тешко је једнозначно дефинисати, јер зависи од многих утицајних елемената, међу којима су и захтеви у којима ће процес бити вођен. Што је технологично за један производни систем, за други можда није. Ипак, могу се дати опште смернице за конструкцију и оцену технологичности:

- ❖ исправна израда производа од појединачних делова, подсклопова и склопова до комплетног производа, што подразумева лако руковање и лаку уградњу појединих делова и поступност израде коју омогућује више склопна израда производа,
- ❖ повољно обликовање делова у циљу уштеде материјала израде и времена израде,
- ❖ уважавање специфичности појединих примењених поступака при изради,
- ❖ економичност захтева на хрпавост површина и дозвољена одступања појединих величина,
- ❖ сврсисходно котирање појединих делова темељено на функцији у склопу,
- ❖ примена метода унификације делова и елемената израде делова,
- ❖ уочавање могућности капацитета властитих погона и кооперација [2].

Код оцењивања технологичности производа не постоји апсолутна мера. Технологичност је релативан појам и не може се исказати једнозначном нумеричком величином. Могуће је спровести квантификацију темељом појединих критеријума, који се базирају на процени појединих заједничких изради производа за које се може рећи да о њима зависи прикладност за производњу. При упоредном вредновању прикладности за производњу две израде истог производа могуће је исказати нпр. [2]:

а) коефицијент понављања K_p

$$K_p = \frac{N_{del}}{N_{poz}},$$

Где је:

N_{del} – број делова у производу,

N_{poz} – број различитих позиција.

Може се рећи да је технологичнији производ са већим K_p , јер има више истоврсних делова у свом саставу.

б) коефицијент намене делова N_{kom}

$$N_{kom} = N_{OSN} + N_{DOD} + N_{POM} + N_{SPOJ}$$

Овај израз даје информације о односу појединих група делова у склопу (додатних, помоћних, спојних) у односу на укупан број основних делова. Тиме се сугерира да је технологичнији склоп који има што мање непотребних делова [2].

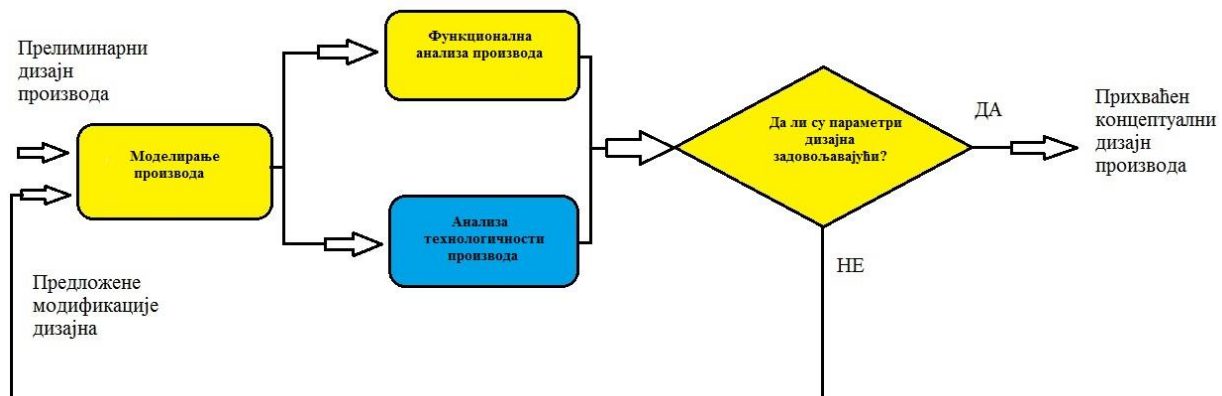
2.1 Анализа технологичности конструкције производа

Технологичност конструкције производа представља меру погодности производа за израду, монтажу, експлоатацију, одржавање и друге аспекте за животног века производа. Један од начина пројектовања производа са високим степеном технологичности се односи на примену принципа неопходног минимума:

- ❖ да је конструкција производа, компонената и делова минималне сложености са становишта технологије израде, монтаже, контроле, транспорта, складиштења, итд.
- ❖ да се максимално користе унифицирани квалитет и димензије изабраних материјала,
- ❖ да се производи састоје од минималног броја делова и компонената,

- ❖ да се максимално користе стандардизовани, типизирани и поновљени делови, односно варијантни делови, али уз задовољавање претходна три захтева и
- ❖ да се користи само неопходни квалитет и тачност обраде при пројектовању производа и изради на постојећој опреми.

Ако се основни ток пројектовања прошири системом за анализу технологичности, могуће је при пројектовању производа испунити, не само функционалне захтеве, већ и захтеве у погледу технологичности израде, монтаже, итд [3].



Слика 2. Приказ система за анализу технологичности [3]

На основу потреба да се направи неки производ, полази се од идеје, замисли, скице како тај производ би требао да изгледа. Приступа се моделирању тог производа. После тога врши се анализа функционалности производа као и анализа технологичности производа тј. могућност израде као и цена коштања. Да ли ће тај производ неком требати, има ли могућности то да плати и да ли ће тиме оправдати своје постојање. Након те анализе долази се до закључка да ли тај нови производ оправдава израду или не.

Ако се дође до закључка да оправдава своју израду и постојаност приступа се даљој разради техничке документације као и његова израда.

У случају да анализа показује негативне резултате, онда се приступа поновном моделирању производа користећи закључке, анализе као би се поправило техничко решење производа.

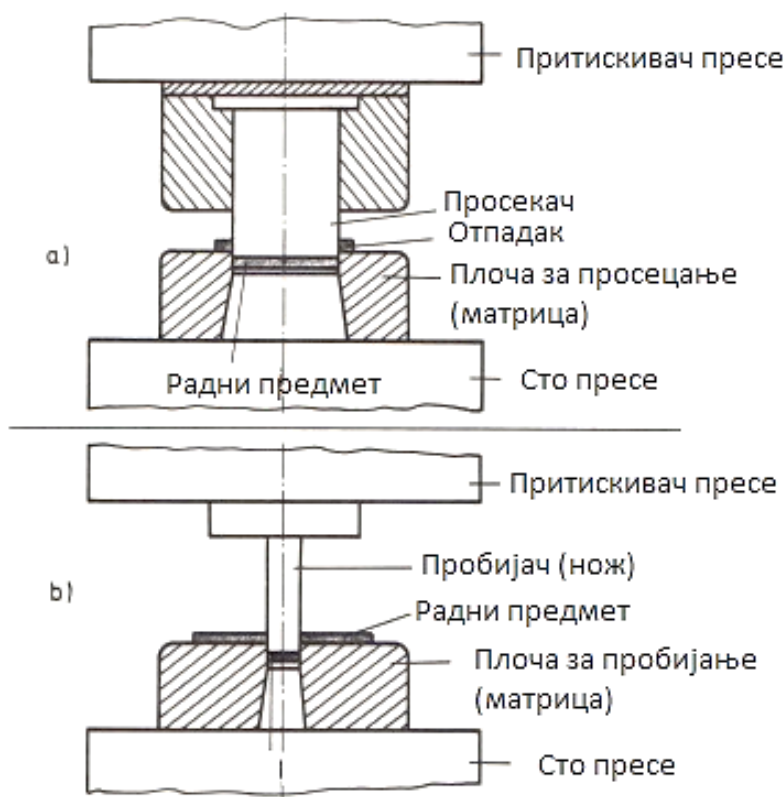
3. Обрада лима просецањем и пробијањем

Просецање и пробијање представљају операције одвајања једног дела материјала од другог по затвореној контури помоћу алата постављених на пресе (најчешће механичке).

При просецању се одвајањем по спољашњој контури из лима добијају радни предмети различитог облика (готови производи или полупроизводи).

То је уједно и најраспрострањенији вид обраде лима одвајањем (слика 3а).

При пробијању се, међутим, врши одвајање по унутрашњој контури, тј. израђују се отвори у лиму, тако да просечени део материјала у том случају представља отпадак (слика 3б).

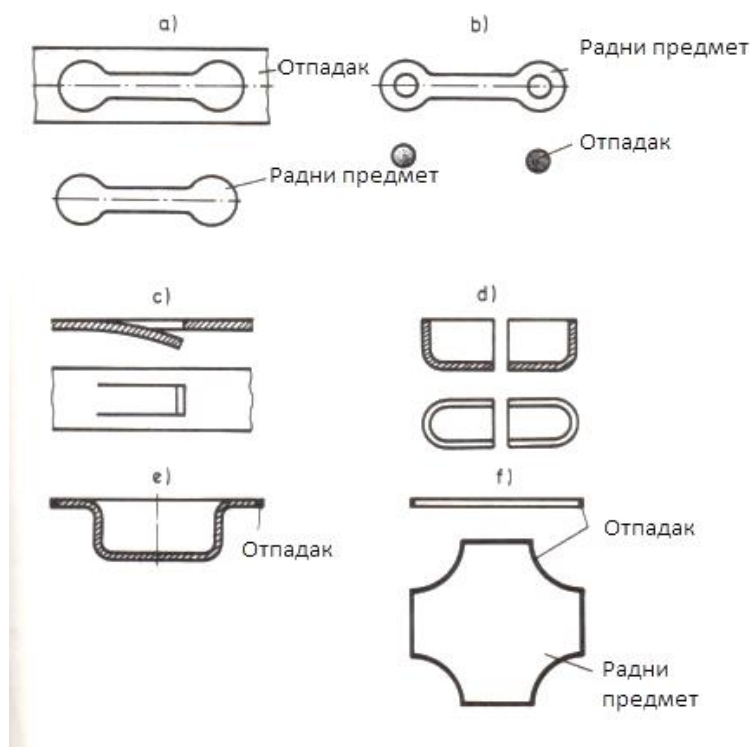


Слика 3. Просецање (а) и пробијање (б) [7]

У поређењу са одсецањем, просецање и пробијање представљају у суштини исти процес, с тим што је одсецање најчешће одвајање по правој линији, док се просецање и пробијање могу вршити по затвореним контурама различитог облика.

У ширем смислу, може се разликовати већи број операција овог типа (слика 4):

- ❖ просецање,
- ❖ пробијање,
- ❖ засецање—делимично одсецање материјала по незатвореној линији, без отпадка,
- ❖ расецање—раздвајање равног или просторно обликованог радног предмета од лима на два или више делова (на пример, при изради несиметричних делова може се најпре изградити симетрично тело, а онда његовим расецањем добити два или више несиметричних делова),
- ❖ опсецање—одвајање неравног (оштећеног) краја или сувишног материјала по спољној контури равних или неравних предмета (ова операција се често не изводи као посебна, већ се уклапа у операцију просецање, пробијање и сл., комбиновање операција),
- ❖ остале операције овог типа.



Слика 4. Шеми неких карактеристичних операција обраде лима одвајањем у алатима на пресама: а)просецање; б)пробијање; ц)засецање; д)расецање; е)опсецање; ф)калибрисање (чишћење) просечених ивица [7]

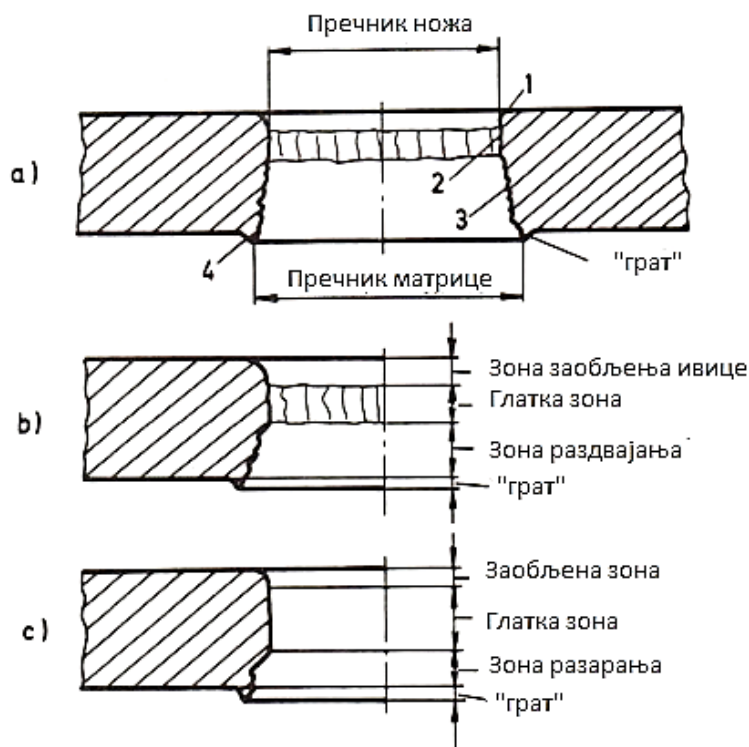
Да би се у индустријским условима постигла већа производност, често се при обради радних предмета у више операција израђују вишесечни алати за просецање или друге наведене операције. При томе се може вршити узастопно просецање – када се предмет обрађује у неколико ходова пресе (обрадак односно лим, после сваког хода пресе се помера), или истовремено просецање – када се више операција на једном радном предмету обави у једном ходу пресе.

Димензије делова који се обрађују просецањем или сличним операцијама помоћу алата на пресама могу се кретати у врло широким границама – од неколико милиметара, до неколико метара, а дебљина лима се креће од око 0,03 mm до око 25 mm, па и више.

Да би се добиле што глаткије површине пробијеног отвора погодно је да се ради са малим зазором, а често се при томе још остварује сасвим благо заобљење ивица ножа, чиме се постиже како лакше покретање материјала преко ивице, тако и повољнија напонска шема – уз повећање дубине продирања до почетка разарања материјала. Ако је, међутим, у питању квалитет површине просеченог дела (а не пробијеног отвора), онда се

могу благо заоблити ивице матрице (ово се евентуално врши при просецању нешто дебљих лимова) .

На слици 5. шематски је приказан утицај величине зазора на квалитет зидова пробијеног отвора. Види се да је при умањеном зазору могуће добити релативно глатку површину отвора, на чијем се само доњем делу формира храпав појас [7].



Слика 5. Шематски приказ изгледа пробијеног отвора при постојању различитих зазора: а) нормални зазор између пробијача и матрице (5-10 % од дебљине лима s); 1-заобљена ивица, 2-глатка зона, 3-храпава зона разарања, 4-ивични венац; б) велики зазор, в) умањен (мали) зазор [7]

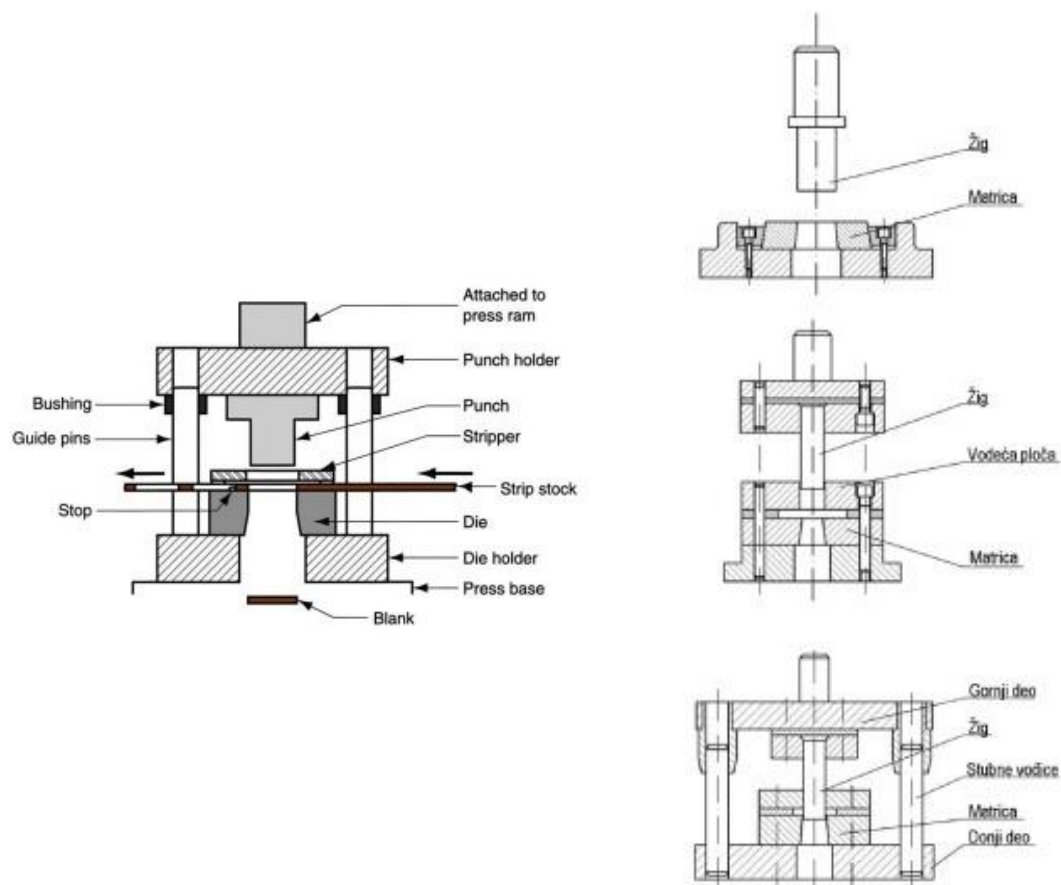
На основу горе поменутог, може се закључити да се однос између величине глатке и храпаве зоне на одвојеној површини често разликује у зависности од тога да ли је у питању површина просеченог дела или површина пробијеног отвора. Дубине насталих прскотина, као и њихов број, обично су већи на површини просеченог дела, него на отвору. Такође се може закључити да се правилним избором зазора не утиче само на смањење храпавости одвојених површина, већ се тиме своди на најмању меру и поремећаји облика, с обзиром да ове површине могу добити конусан или неки други облик који карактеришу закошене (неуправне) старане [7].

Разликују се различите врсте алата за пробијање и просецање:

1. према врсти ножева:
 - a) алати са једним ножем,
 - b) алати са више ножева.
2. према броју делова који се истовремено пробијају–просецају :
 - a) алати за пробијање (просецање) једног радног комада,
 - b) алати за пробијање (просецање) више радних комада.
3. према броју операција:
 - a) једнооперацијски алати,
 - b) вишеоперацијски или комбиновани алати.
4. према начину повлачења траке кроз алат:
 - a) алати са ручним померањем траке,
 - b) алати са механичким померањем траке (аутоматски)
5. према конструкцијским карактеристикама:
 - a) алати без вођења,
 - b) алати са вођењем.

Главни елементи алата за пробијање и просецање су (слика 6):

- ❖ матрица,
- ❖ жиг,
- ❖ кућиште са вођицама,
- ❖ елементи за вођење и центрирање траке,
- ❖ елементи за регулисање помака траке,
- ❖ елементи за причвршћивање алата за сто машине,
- ❖ помоћни елементи.



Слика 6. Елементи алата (раздвајање)

4. Конструисање алата за пробијање лима

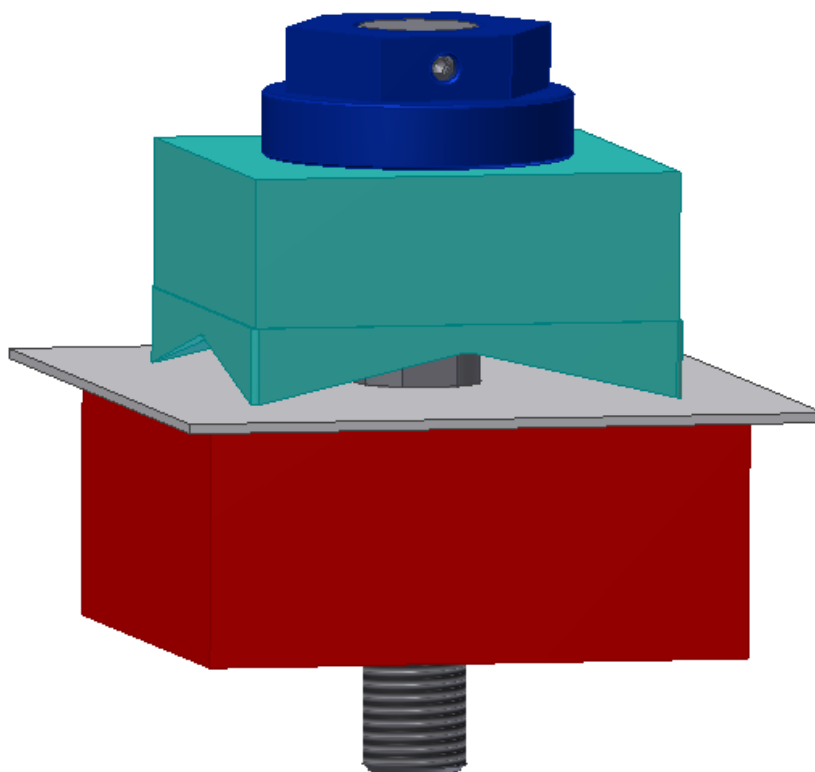
Мастер рад има за циљ анализу утицаја конструкције алата за пробијање на технологију његове израде. Електро ормани су неизоставна опрема у свим системима било да се електрична енергија директно претвара у механички рад или служи за добијање другог вида енергије нпр. хидрауличке енергије која се на крају такође претвара у механички рад.

На електричним орманима потребно је изградити више различитих отвора како по облику тако и по називној величини. Ови отвори су примењују за улазак каблова преко уводница, уградњу мерно регулационе опреме као што си волтметри и амперметри како и данашња све већа употреба аутоматизације коришћењем ПЛЦ-а и ХМИ-тач панел уређаја.

Алат за пробијање отвора за уградњу амперметра и волтметра на електричним орманима је предмет истраживања у овом раду. Отвор који је потребно добити након пробијања на електро орману је облика квадрата димензија 68 x 68 mm. Стандардна дебљина лима је између 1,5-2 mm. За пробијање је потребно остварити силу од 1050 N, у прозводном простору потребна сила се остварује хидрауличким цилиндром, док се на самим објектима потребна сила може остварити ручним алатима и радом монтажера.

Како би дошли до најбољих резултата у смислу испуњења техничког задатка као и самих напона који се јављају приликом пробијања и крајњих деформација по питању равности лима на местима пробијања констукција алата се може извести на више начина. Истраживање конструкције алата у овом раду се односи на четири конструкције и то:

- ❖ конструсање пробојца из једног дела,
- ❖ конструсање пробојца из више делова,
- ❖ конструисање пробојца са радијусом на спољашњим угловима,
- ❖ конструисање пробојца без радијуса на спољашњим угловима.



Слика 7. Конструисање пробојца из више делова

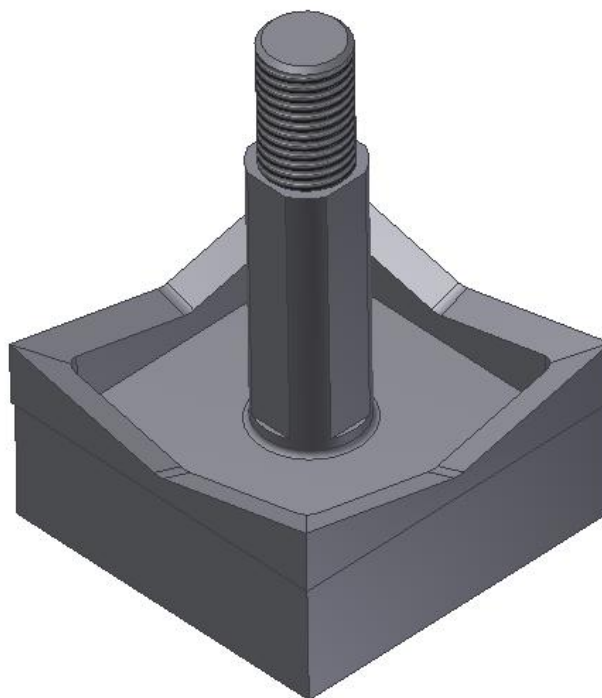
4.1 Конструисање пробојца из једног дела

Конструисање пробојца може се вршити на више начина у зависности од врсте примене, врсте експлоатације као и времена експлоатације. У зависности од поменутих почетних услова, инжењери анализирају техничка решења која задовољавају техничке задатке или нека од техничких решења посматрајући утицај експлоатације. Гледано са стране произвођача опреме (електро ормана у овом случају) интереси и начини пословања производне компаније су најчешће фокусиране на постизању ниских тржишних цена опреме, поновне продаје и квалитет самог производа.

Концепт конструисања пробојца из једног дела (слика 8) у већој мери заступају велике компаније. Разлози за такав прилаз може бити ниска нулта цена производа, односно масовна производња коју прати адекватни полазни материјали припремка који се добијају поступцима ливења и ковања. Велике компаније потрошача које имају потребу за

овим производима не запошљавају раднике на одржавању ове опреме, цене које ове компаније добијају по основу броја потраживања опреме су приступачне.

Пример оваквог пробојца приказан је у прилогу 9 у виду радионичког цртежа. Геометрија самог пробојца прилагођена је потребној сили да савлада отпоре као и равности лима након пробијања отвора.



Слика 8. Једноделни алат пробојца

4.2 Конструисање пробојца из више делова

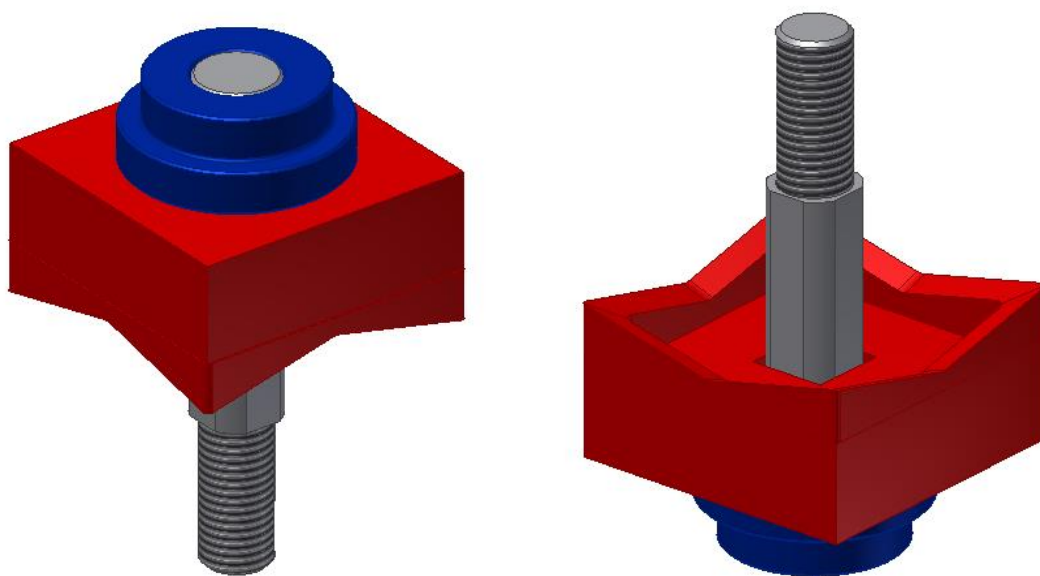
Конструкција пробојца из више делова (слика 9) представљају техничка решења за које се опредељују мањи произвођачи ове опреме. Своје производе углавном пласирају на тржиште мањих компанија које изводе радове како у производним халама тако и на терену где су услови за рад далеко скромнији.

Приступ овом концепту за инжењере је погоднији, производи се могу изградити на машинама универзалног типа, припремци су пролагођени тржишту полуфабриката, хемијско–термичка обрада се врши само на делу алата који долази у контакт са лимом. Могућност одржавања алата је вишеструко лакша.

У овом раду алат пробојца се састоји од три дела и то:

- ❖ пробојац–сечиво,
- ❖ сворњи вијак,
- ❖ навртка.

Сворњи вијак и навртка у овом концепту представљају универзалне елементе алата пробојца. Приликом рада хаба се искључиво пробојац–сечиво, који се замењује новим. Универзални елементи могу се имплементирати у вишеделне пробојце других називних величина.

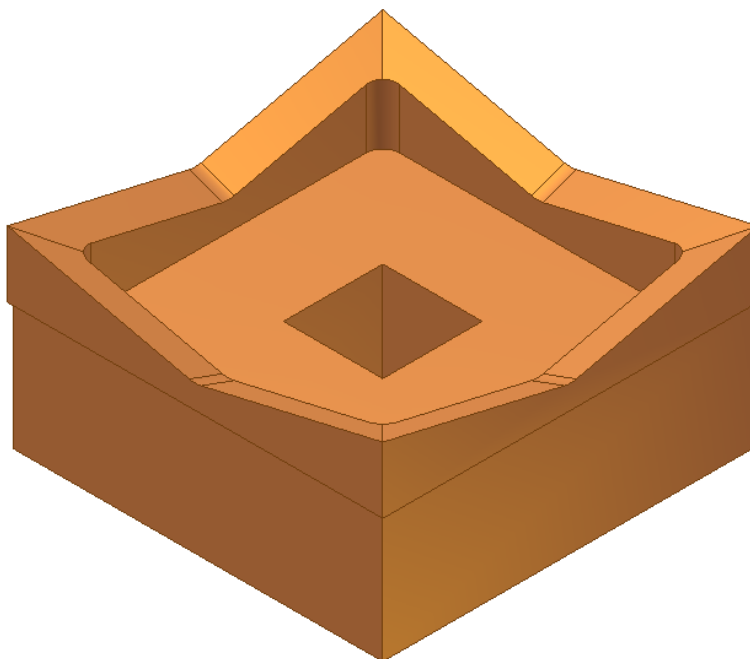


Слика 9. Вишеделни алат пробојаца

Пример оваквог пробојца приказан је у прилогу 9 у виду техничког склопног цртежа.

4.3 Конструисање пробојца без радијуса на спољашњим угловима

Конструисање пробојца посматра се тако да се добије што мања потребна сила, већи квалитет резних ивица и већа постојаност алата пробојца. На основу поменутог, пробојац је конструисан тако да у првом контакту са лимом позиционира тачке на којима ће се наћи углови отвора у лиму. Резна ивица пробојца изведена је по углом тако да пробојац постепено продире у предео лима чиме се остварује мања потребна сила (слика 10). Овакав концепт смањује деформације у погледу равности лима након просецања.

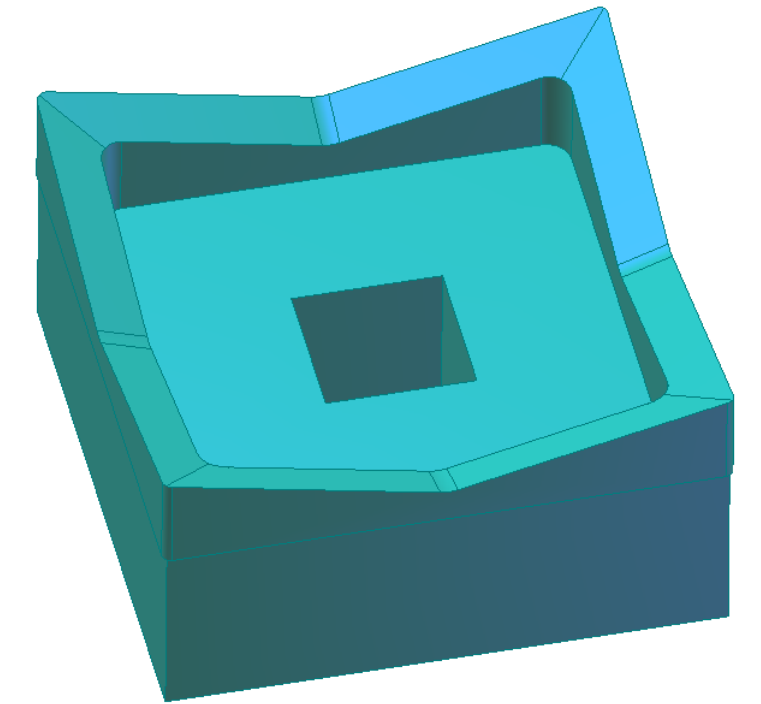


Слика 10. Пробојац без радијуса на спољашњим ивицама

Пример оваквог пробојца приказан је у прилогу 9 у виду техничког цртежа.

4.4 Конструисање пробојца са радијусом на спољашњим угловима

Пробојац са радијусом (слика 11) заправо представља унапређену модификацију пробојца без радијуса на спољашњим угловима, чиме се постиже мање хабање. Овакав облик пробојца захтева скупље одржавање.



Слика 11. Пробојац са радијусом на спољашњим ивицама

Пример оваквог пробојца приказан је у прилогу 9 у виду техничког цртежа.

5. Технолошки поступак израде пробојца

Да би могао да се направи неки производ или машински део, потребно је урадити техничку документацију. На основу техничке документације врши се габаратни одабир материјала (са додатком за обраду), а техничким цртежом конструктор је већ извршио одабир материјала по квалитету и прецизирао термичку обраду као и квалитет обрађених површина.

Табела 1. Технолошки поступак израде дела према цртежу 17-100

ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ				
НАЗИВ: Једноделини алат пробојца 17-100				
ОПЕРАЦИЈА		Опис поступка (фазе и захват операције)	Средства за рад	Време израде [min]
Рб.	Назив			
0	Набавка материјала	-Набавка материјала према техничкој документацији са предвиђеним додатком за израду 70 x 70 x 105		
20	Обрада глодањем	-Четвртање дела на 68,2 x 68, 2 x 100	Универзална глодалица	30
30	Обрада стругањем	-Забушивање средишњег гнезда -Уздружно стругање четвртке на Ø 20 на дужини од 62.5 мм	Универзални струг	60
40	Обрада глодањем	-Глодање унутрашње контуре на дубини 78 мм остварити R1 и R5	Универзална глодалица	45
50	Обрада глодањем	-Обрада четвртке 18 x 18 мм на дужини од 75 мм	Универзална глодалица	25
60	Обрада глодањем	-Обрада конуса под углом од 20° 8 пута	CNC глодалица	45
70	Обрада глодањем	-Четвртање дела са супротне стране коте 67 x 67 на дужини од 23 мм са остављеним додатком за брушење 67,2 x 67,2	CNC глодалица	30
80	Обрада стругањем	-Израда навоја М 16 на дужини од 25 мм	Универзални струг	20
90	Термичка обрада	-Каљење	Пећ за каљење	20
100	Обрада брушењем	-Брушењем остварити предвиђене толеранције радионичким цртежом	Брусилница за равно и кружно брушење	45
Укупно:				320

Технолошки поступак за израду вишеделног алата пробојца (табела 2) састоји се из три технолошка поступка тј. из технолошких поступака за сваки део посебно. Пошто се пробојац састоји из три дела значи имаће три технолошка поступка.

Табела 2. Технолошки поступак израде дела према цртежу 17-110.1 СБ

10				
НАЗИВ: Сворњак 17-110.1 СБ				
ОПЕРАЦИЈА		Опис поступка (фазе и захват операције)	Средства за рад	Време израде [min]
Рб.	Назив			
10	Набавка материјала	-Набавка материјала према техничкој документацији са предвиђеним додатком за израду Ø 28 x 120		
20	Обрада стругањем	-Чеono поравнавање и забушивање средишњег гнезда, -Уздужно стругање Ø 25 на дужини од 25 мм са додатком за округло брушење +0,2, -Уздужно стругање на меру за израду навоја М20 x 1,5 на дужини од 15 мм, -Израда навоја М20 x 1,5 на дужини од 15 мм, -Обарање ивица 0,5	Универзални струг	30
30	Обрада стругањем	-Окретење комада и чеono поравнавање са супротне старне од навоја тако да се добија дужина комада од 115 мм, -Забушивање средишњег гнезда, -Уздужно стругање на коти Ø20 на дужино од 95,5 мм и обарање ивица 0,5, -Уздужно стругање на коти од 35 мм за израду навоја М16 x 2, - Израда навоја М16 x 2 на дужини од 35 мм	Универзални струг	40
40	Обрада глодањем	-Израда четвртке 18 x 18 на месту комада где је остала кота Ø 20 са додатком за равно брушење,	Универзална глодалица	40
50	Обрада брушењем	-Брушењем остварити задате толеранције радионичким цртежом	Брусилица за округло и равно брушење	30
Укупно:				140

Табела 3. Технолошки поступак израде дела према цртежу 17-110.2

ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ				
НАЗИВ: Навртка 17-110.2				
ОПЕРАЦИЈА		Опис поступка (фазе и захват операције)	Средства за рад	Време израде [min]
Рб.	Назив			
10	Набавка материјала	-Набавка материјала према техничкој документацији са предвиђеним додатком за израду Ø 50 x 25		
20	Обрада стругањем	-Чеono поравнавање и избушити отвор за урезивање навоја М 20 x 1,5 -Обрадити кату Ø 25 у минусу са додатком за унутрашње брушење на дубину 5 мм -Урезивање навоја М 20 x 1,5 -Обарање ивица 0,5 x 45°	Универзални струг	25
30	Обрада глодањем	-Стезање комада за отворену кату Ø 48 у подеони апарат или рунд апарат и направити од Ø 48 ОК 36 на дубини од 10 мм	Универзална глодалица	25
40	Обрада бушењем	-Избушити рупу на једну од страница урађеног ОК 36 за урезивање навоја М 5 на дужини од чела површине ОК 5 мм	Стубна бушилица	15
50	Обрада брушењем	-Унутрашње брушење отвора Ø 25 према техничком цртежу да би се остварила задата толеранција	Бруслица за унутрашње брушење	15
			Укупно:	80

Табела 4. Технолошки поступак израде дела према цртежу 17-110.3

ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ				
НАЗИВ:Пробојац –сечиво без радијуса 17-110.3				
ОПЕРАЦИЈА		Опис поступка (фазе и захват операције)	Средства за рад	Време израде [min]
Рб.	Назив			
10	Набавка материјала	-Набавка материјала према техничкој документацији са предвиђеним додатком за израду 70 x 70 x 40		
20	Обрада глодањем	-Четвртање дела на 68 +0,2 x 68+0,2 x 35	Универзална глодалица	20
30	Обрада глодањем	-Четвртање дела на 67,2 x 67,2 на дужини од 23 мм	Универзална глодалица	15
40	Обрада глодањем	-Унутрашње конутуре 56 x 56 на дубини од 15 мм	Универзална глодалица	30
50	Обрада бушењем	-Бушење отвора Ø 17 у центру комада скроз, као припрему за следећу операцију штосовање	Универзална бушилица	10
60	Обрада штосовањем	-Већ припремљену рупу Ø 18 изштосовати на четвртку 18 x 18 скроз	Вертикална рендисаљка	30
70	Обрада глодањем	-Обрада конуса под углом од 20° и углом од 13 °	CNC глодалица	30
80	Обрада брушењем	-Завршно брушење комада према задатим толеранцијским мерама на радионичком цртежу	Равна брусилца	30
Укупно:				135

Табела 5. Технолошки поступак израде дела према цртежу 17-120

ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ				
НАЗИВ:Пробојац–сечиво са радијусом на спољашњим ивицама 17-120				
ОПЕРАЦИЈА		Опис поступка (фазе и захват операције)	Средства за рад	Време израде [min]
Рб.	Назив			
10	Набавка материјала	-Набавка материјала према техничкој документацији са предвиђеним додатком за израду 70 x 70 x 40		
20	Обрада глодањем	-Четвртање дела на 68 +0,2 x 68+0,2 x 35	Универзална глодалица	20
30	Обрада глодањем	-Четвртање дела на 67,2 x 67,2 на дужини од 23 мм	Универзална глодалица	15
40	Обрада глодањем	-Израда радијуса R 1.5	CNC	10
50	Обрада глодањем	-Унутрашње конутуре 56 x 56 на дубини од 15 мм	Универзална глодалица	30
60	Обрада бушењем	-Бушење отвора Ø 17 у центру комада скроз, као припрему за следећу операцију штосовање	Универзална бушилица	10
70	Обрада штосовањем	-Већ припремљену рупу Ø 18 изштосовати на четвртку 18 x 18 скроз	Вертикална рендисаљка	30
80	Обрада глодањем	-Обрада конуса под углом од 20° и углом од 13 °	CNC глодалица	30
90	Обрада брушењем	-Завршно брушење комада према задатим толеранцијским мерама на радионичком цртежу	Равна брусилца	30
Укупно:				170

6. Технологија израде пробојца на CNC машини

Програмирање обрадних процеса на компјутерски управљаним алатним машинама обављају програмери који су обучени за то. Инжењери који поред правила програмирања у датом програмском језику, морају да познају технологију обраде, карактеристике CNC машина и сл.

Computer Numerical Control (CNC) је процес производње машинских делова на машинама код којих компјутер управља кретањем радних органа машине. Управља се правцем, смером, величином и брзином померања.

Предности CNC–система у односу на конвенционалне NC–системе су [1]:

- ❖ повећање флексибилности,
- ❖ смањење хардверских компоненти,
- ❖ повећање тачности рада избацивањем читача траке,
- ❖ лакше кориговање грешака у програму дела и
- ❖ могућност коришћења периферије рачунара за испитивање и кориговање програма дела нпр. коришћење плотера.

6.1 Опис машине за HEIDENHAIN управљачку јединицу за израду пробојца

Карактеристике машине

Обрада глодањем заузима значајно место у обради метала резањем. Обрада се обавља алатима који се називају глодала. Глодањем се могу обрађивати хоризонталне, вертикалне и нагнуте равне површине, жљебови, упусти, зуби зупчаника, навоји, различите површине и слично.

Са становишта програмирања глодање је значајно због тога што је процес скидања стуготине резултат комбинованог обртног и праволинијског кретања и захтева континуално управљање. Глодалице са CNC управљањем (пример једне глодалице дат је на слици 12) су вишеосно управљане алатне машине са контурним управљањем. Могу бити различитих димензија и намена.

CNC глодалица се управља програмски. Може имати вишеосно управљање, чиме је могуће изградити и најсложеније обраде у једном стезању. Главно кретање код CNC глодалице је обртно кретање алата, а помоћно кретање врши предмет обраде.



Слика 12. Приказ машине TOS FGS32 CNC

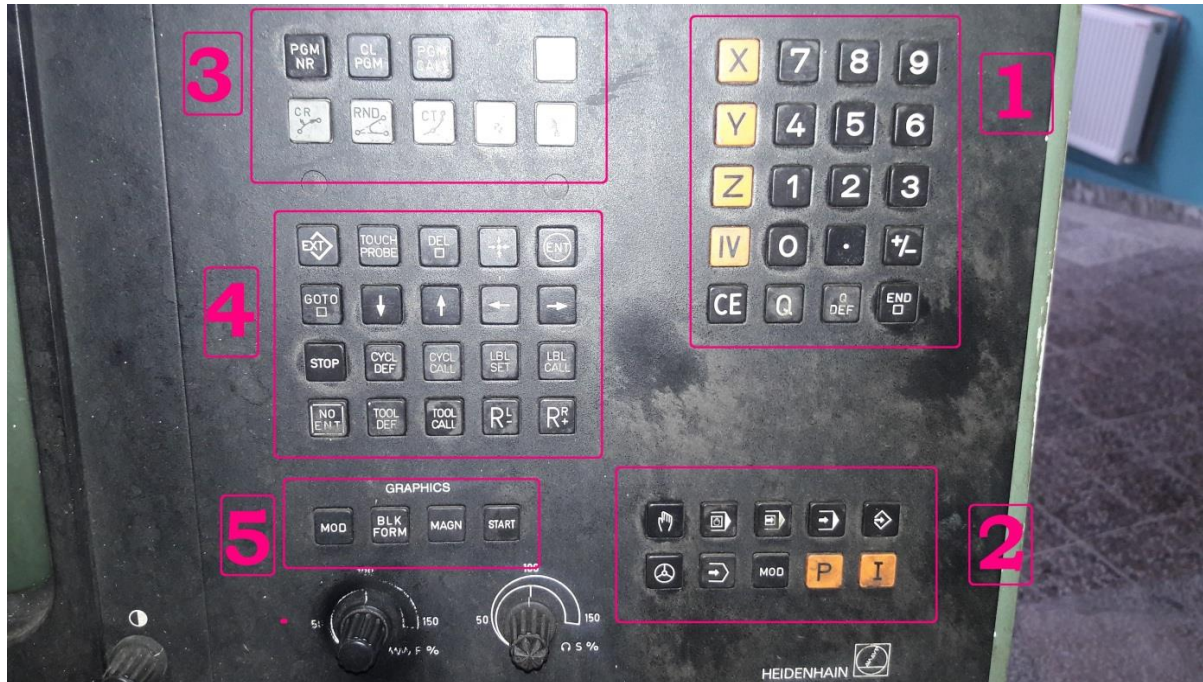
Управљачка јединица машине (слика 13) састоји се из два главна дела: део за обраду података и део са управљачким петљама. Задатак дела за обраду података је декодирање информација са бушне траке, њихова обрада и достављање делу са управљачким петљама. Такви подаци садрже информације о позицијама за сваку осу, смер кретања, брзину кретања и помоћне сигнале за управљање релејима. Део са управљачким петљама даје сигнал који саопштава да је претходни задатак извршен и да јединица за обраду података може учитати нови програмски блок. Ова јединица управља погонским системом и добија информацију о актуелној позицији преко повратне везе.

Део за обраду података укључује следеће основне елементе:

- ❖ улазни уређај,
- ❖ модул за читавање и логистику за проверу паритета,
- ❖ модул за декодирање и дистрибуцију података између оса,
- ❖ интерполар.

Део са управљачким петљама садржи следећа кола:

- ❖ петље за управљање позицијом за све осе кретања (свака оса има своју управљачку петљу),
- ❖ петља за управљање брзином,
- ❖ модул за успорење и компензацију зазора,
- ❖ модул за управљање помоћним функцијама, промена броја обртаја, укључено или искључено обртање вретена итд.



Слика 13. Тастатура управљачке јединице

1. нумерички унос података и бирање радне осе,
2. машински оперативни МОД-ови,
3. тастери за програмирање ,
4. стрелице за директно позиционирање на блокве, циклусе и параметарске, функције и тастери за програмирање,
5. програмски МОД-ови.

Програм се увек пише (креира) у моду за програмирање и исправљање

Пример писања програма:

1.MOD

Програмирање и исправљање



2. Одабрати фолдер у којем се жели написати програм.

Уписати име новог програма

Нпр. Мастер

- Одабрати мерне јединице

MM

3. Отвара се нови прозор (слика 14)

Први блок програма је **TOOL DEF** где се дефинише који је алат у питању (нпр.глодачка глава D 16 са R0,4),

Други блок програма је **TOOL CALL** дефинише се која је радна оса и који је број обртаја алата.

Трећи блок програма показује нам почетну тачку од које креће програм и где се алат враћа и заузима задату дубину.

Четврти блок програма нам показује сигурносно растојање које је у овом случају $Z=2\text{ mm}$ при брзини од $F=300$.

Пети блок програма показује нам колико алат заузима у дубину, односно колико милиметара скида по једном циклусу, у овом случају је $Z=-2\text{ mm}$.

```

N5T00L DEF1 ( GLODACKA GLAVA D 16 SA R0.4 )
N6T00L CALL1 Z S1500
N7L X+24.603 Y-30. Z+4. R0 FMAX M13
N8L Z+2. F300.
N9L Z-.2
N10L X-24.603 R0 F1000.
N11L Z+7.94 R0
N12L X-30. Y-24.603 R0
N13L Z-.2 F300.R0
N14L Y+24.603 F1000. R0
N15L Z+7.94 R0
N16L X-24.603 Y+30. R0
N17L Z-.2 F300. R0
N18L X+24.603 F1000. R0
N19L Z+7.94 R0
N20L X+30. Y+24.603 R0
N21L Z-.2 F300. R0
N22L Y-24.603 F1000. R0

```

Слика 14. Креирање програма

Програм ради онако како смо га дефинисали, односно које смо параметре подесили. Иде из тачке у тачку, где је потребно ради одговарајуће циклусе, наравно, све то зависи од конструктора и сложености машинског дела.

На крају алат се враћа у почетни положај $Z=100$ mm без корекције и ту се завршава програм M5 (слика 15).

```

N5729L X-26.502 Y-24.068 Z-4.714
N5730L X-26.5 Y-23.037 Z-4.926
N5731L Y-24.072 Z-4.714
N5732L Y-25.058 Z-4.498
N5733L X-26.578 Y-25.761 Z-4.301
N5734L X-26.721 Y-26.941 Z-3.924
N5735L X-25.71 Y-26.821 Z-4.226
N5736L X-23.051 Y-26.5 Z-4.913
N5737L X-22.179 Z-5.103
N5738L X-23.153 Z-4.892
N5739L X-24.027 Y-26.502 Z-4.712
N5740L X-25.802 Y-26.717 Z-4.24
N5741L X-26.589 Y-26.813 Z-4.001
N5742L X-26.5 Y-26.049 Z-4.251
N5743L Y-25.153 Z-4.476
N5744L Y-26.144 Z-4.225
N5745L Y-26.5 Z-4.123
N5746L X-26.453 Y-26.567 Z-4.116
N5747L X-26.443 Y-26.672 Z-4.086
N5748L X-26.344 Y-26.671 Z-4.114
N5749L X-25.006 Y-26.507 Z-4.502
N5750L X-24.03 Y-26.5 Z-4.712
N5751L X-25.004 Z-4.504
N5752L X-25.876 Z-4.295
N5753L X-26.311 Y-26.543 Z-4.164
N5754L X-26.383 Y-26.5 Z-4.156
N5755L Z+100 R0 FMAX
N5756 M5

```

Слика 15. Приказ програма

Једноделни алат пробојца садржи 11 операција, 4 машине које се потребне за израду и 8 различитих алата. Вишеделни алат као што и сама реч каже вишеделни значи да се састоји из више делова па је за један део потребно 5 операција, 3 различите машине и 8 врста различитих алата, док је за други део потребно такође 5 операција, 4 машине и 7 врста различитих алата. Као што смо у претходним тачкама објаснили разлику између алата можемо доћи до закључка да је израда алата из више делова боља и ефикаснија због: уштеде у материјалу, уштеде у времену израде, могућности лакшег одржавања алата (оштрења), због различитог избора врсте материјала што доводи и до уштеде у цени израде.

Израда пробојца без радијуса на спољашњим ивицама садржи 8 операција, 5 различитих машина и 6 различитих врста алата, док пробојац са радијусом садржи 9 операција, 5 различитих машина и 7 различитих врста алата. Пошто смо у раду дали NC код за израду пробојца без радијуса и види се да програм садржи 5756 реченица. Упоређивањем ова два пробојца долази се до закључка да је израда пробојца без радијуса лакша, постојаност алата опада (због оштрих ивица), док је код пробојца са радијусом тежа израда, постојаност алата већа, потребна је нешто већа сила резања.

Као што је напред наведено пробојац служи за израду отвора на електро орманима за различите електричне и друге компоненте које се монтирају на њему. Много је изражена потреба да се неки отвор направи и на лицу места, прилоком саме монтаже електро и друге опреме, због непредвидљивости или немогућности сагледавања положаја тих компоненти и прегледности када је намонтирано у једну целину. Због тога, ручни пробојац у таквим приликама налази велику примену када је потребнио у договору са корисником одредити стварно и практично најбоље решење, где ће која компонента да се налази.

Добар конструктор води рачуна о технологичности израде пробојца и одлучује се за таква решења која могу лакше и јефтиније да се реализују, никако не запостављајући квалитет и функционалност производа.

О цени коштања се увек може расправљати, али када се погледа функционалност и искоришћеност производа онда она има своје оправдање.

На основу анализе према технолошком поступку који је приказан у овом раду установљено је да је једноделни пробојац теже направити од вишеделног.

Такође, установљено је да је лакше направити вишеделни пробојац без радијуса, него са радијусом, као и лакше и јефтиније одржавање таквог пробојца.

8. Закључак

У мастер раду дата је анализа примене технологичности у виду конструкције једноделног и вешеделног алата за просецање лима из које произилази мера погодности израде, монтаже, експлоатације, одржавања и других аспеката који утичу на животни век производа.

Један од најзаступљенијих поступака за добијање машинских делова представља обрада метала резањем. Применом поступка просецања одваја се по спољашњој контури отвор за уградњу електричне опреме на страницама електро ормана.

Приликом конструисања инжењери морају задовољити технички задатак водећи рачуна о начину израде производа, прилагодити почетне димензије припремка како би утрошак материјала био минилани, обезбедити монтажу делова као лаку замену односно сервисирање делова изложеном хабању.

Технолошким поступком израде дела добијамо и тумачимо резултате. Стичемо представу о начину израде, потребном времену израде, потребним машинским парком како би коначна форма задовољила радионичку документацију, цени полазног материјала. На основу ових резултата доноси се одлука о целокупној цени производа и конкурентности производа на тржишту. У многим случајевима инжењери врше измене конструкције дела како би се прилагодила лакша израда и одлучују се за таква решења која се могу лакше и јефтиније реализовати.

У обом раду извршена је анализа утицаја конструкције алата за просецање лима на технологичност израде делова. Описано је програмирање CNC машина и дат је опис програмирања, описана је HEIDENHAIN управљачка јединица, која је најзаступљенија и највише применљивана управљачка јединица за CNC машине, поред јапанског FANUC, шпанског FAGOR и немачког SIEMENS.

Могућност реализације техничких задатака може бити различит као што је приказано на примеру пробојца. Пример пробојца израђеног из више делова поседује уштеду у материјалу и времену израде као и могућност одржавања и сервисирања у виду оштрења.

Приказан је поступак машинирања пробојца без радијуса на спољашњим ивицама који се производи у фирми “ХИДРО ВЕНТИЛ“ Трстеник, поступак машинирања изводи се у програмском пакету CATIA.

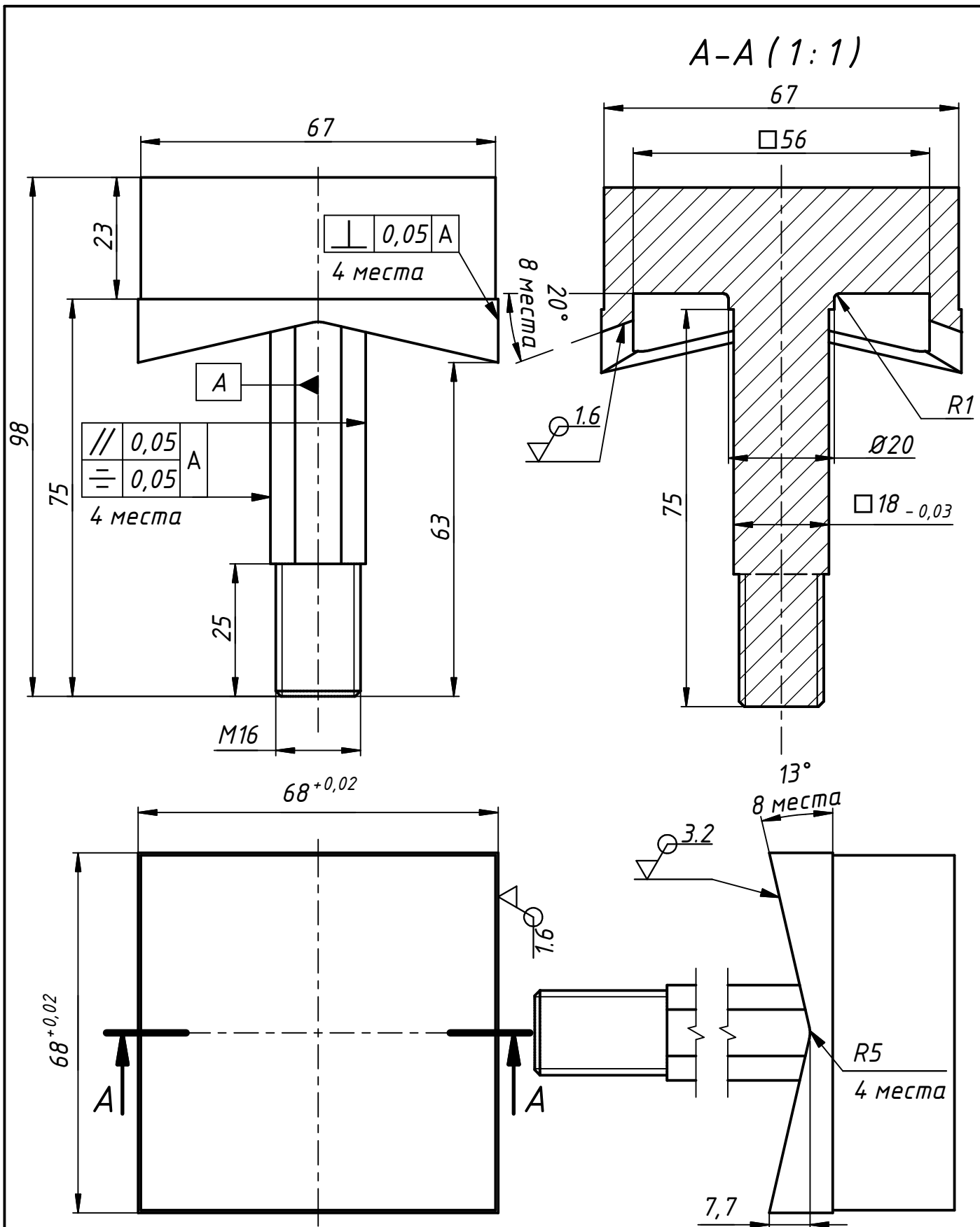
7. Литература

- [1] Недић Б.: Наставни материјал , Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2017.год.
- [2] Перинић М.: Технолошки процеси-скрипта, Технички факултет, 2005.год.
- [3] Лукић Д.: Наставни материјал, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2014.год.
- [4] Недић Б., Лазић М., Производне технологије: Обрада метала резањем – предавања, скрипта, Машински факултет Крагујевац, 2007.год.
- [5] <https://marija-ivanovic.wikispaces.com/Pregled+tradicionalnih+postupaka+obrade+materijala> , приступљено 24.06.2017.год.
- [6] <https://www.slideshare.net/TanjaSanjaR/1-kinematikarezanja201314> , приступљено 24.06.2017.год.
- [7] Девецић Б.: Обрада метала деформисањем, Машински факултет у Крагујевцу, 1985.год.
- [8] Алати и направе- предавања, скрипта, Техничка школа Руђера Бошковића, Винковци
- [9] Петровић Б. : ПРОГРАМИРАЊЕ УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ HEIDENHAIN, завршни рад, Факултет инжењерских наука, 2013.година.
- [10] <http://conostroj.com/mo.html> , приступљено 23.06.2017.год.

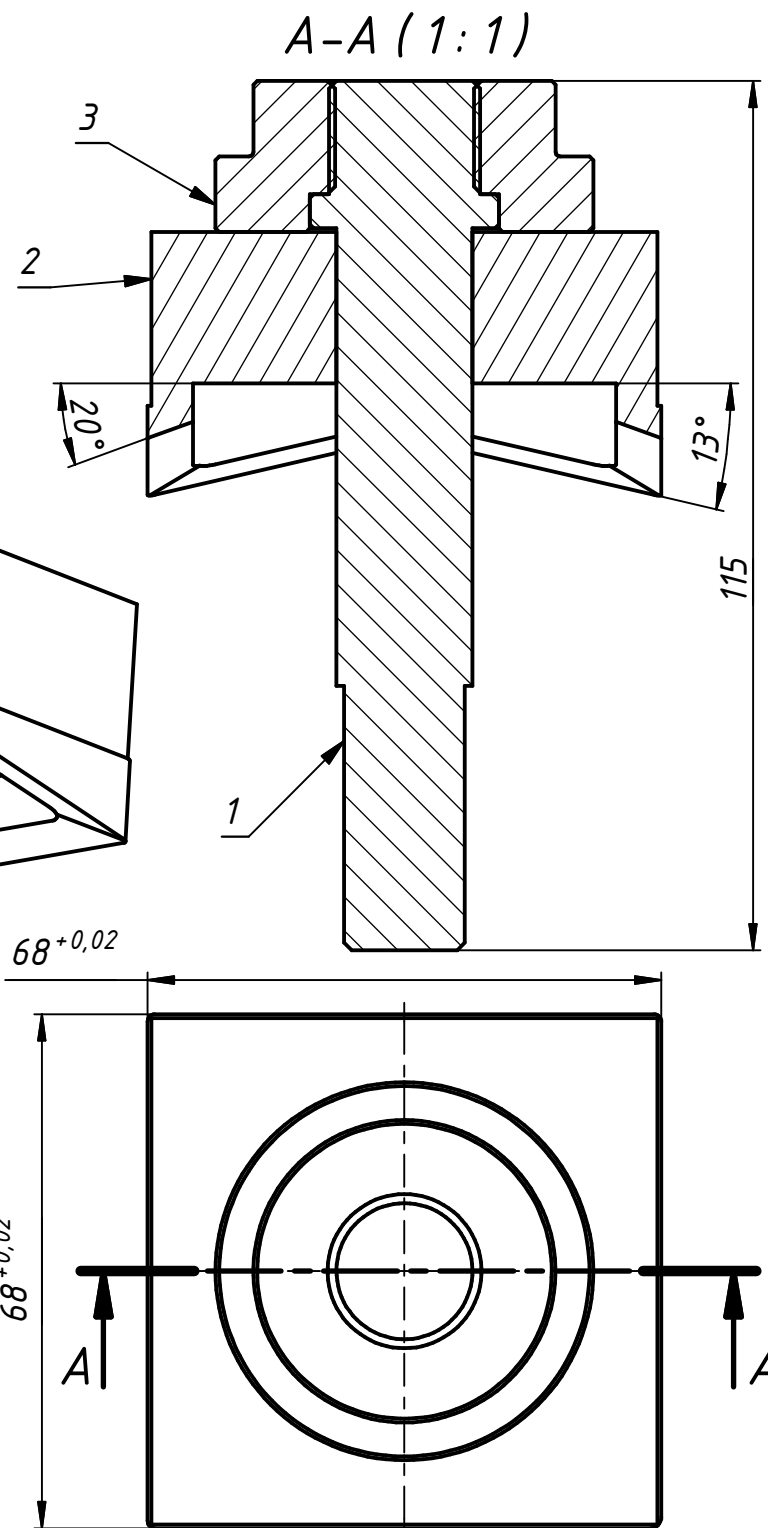
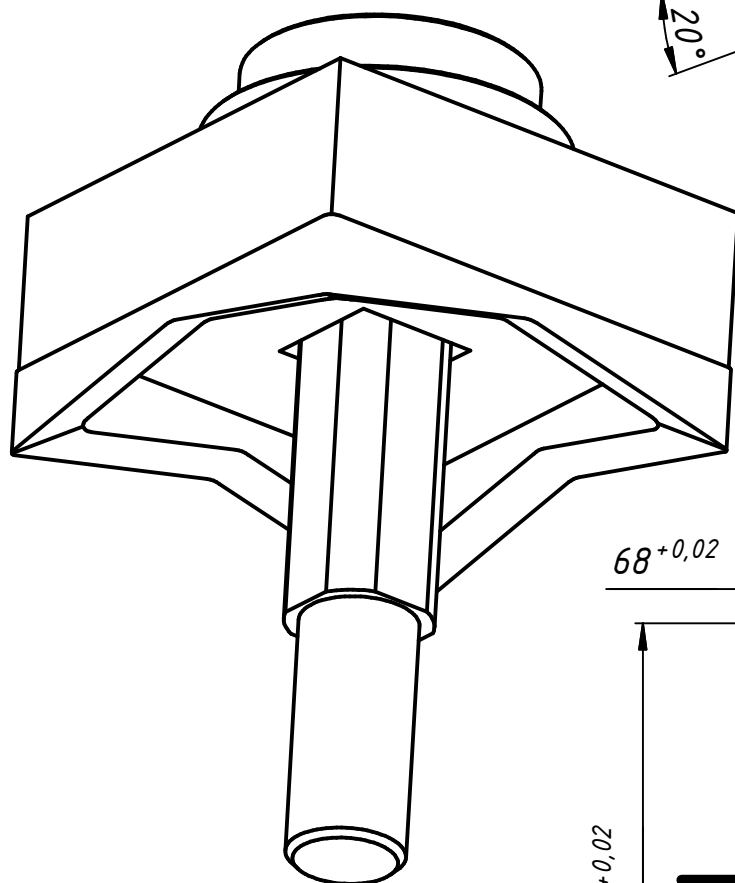
8. Прилог

Списак документације:

- ❖ 17-100 Једноделни алат пробојца,
- ❖ 17-110 СБ Вишеделни алат пробојца,
- ❖ 17-110.1 Сворњак,
- ❖ 17.110.2 Навртка,
- ❖ 17.120 Пробојац са радијусом на спољашњим ивицама,
- ❖ 17-130 Пробојац без радијуса на спољашњим ивицама ,
- ❖ 17.140 Пробојац у контакту са лимом.



					17-100									
					Једноделни алат пробојаца					Лит.		Маса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									1.0	1:1
Разрађ.	Н.Белоица		9/11/17											
Пров.														
Т. контр.										Лист	1	Листов	1	
Нач.отд.					Ћ.4850 X155CrVMo12-1					ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА				
Н. контр.														
Утв.														



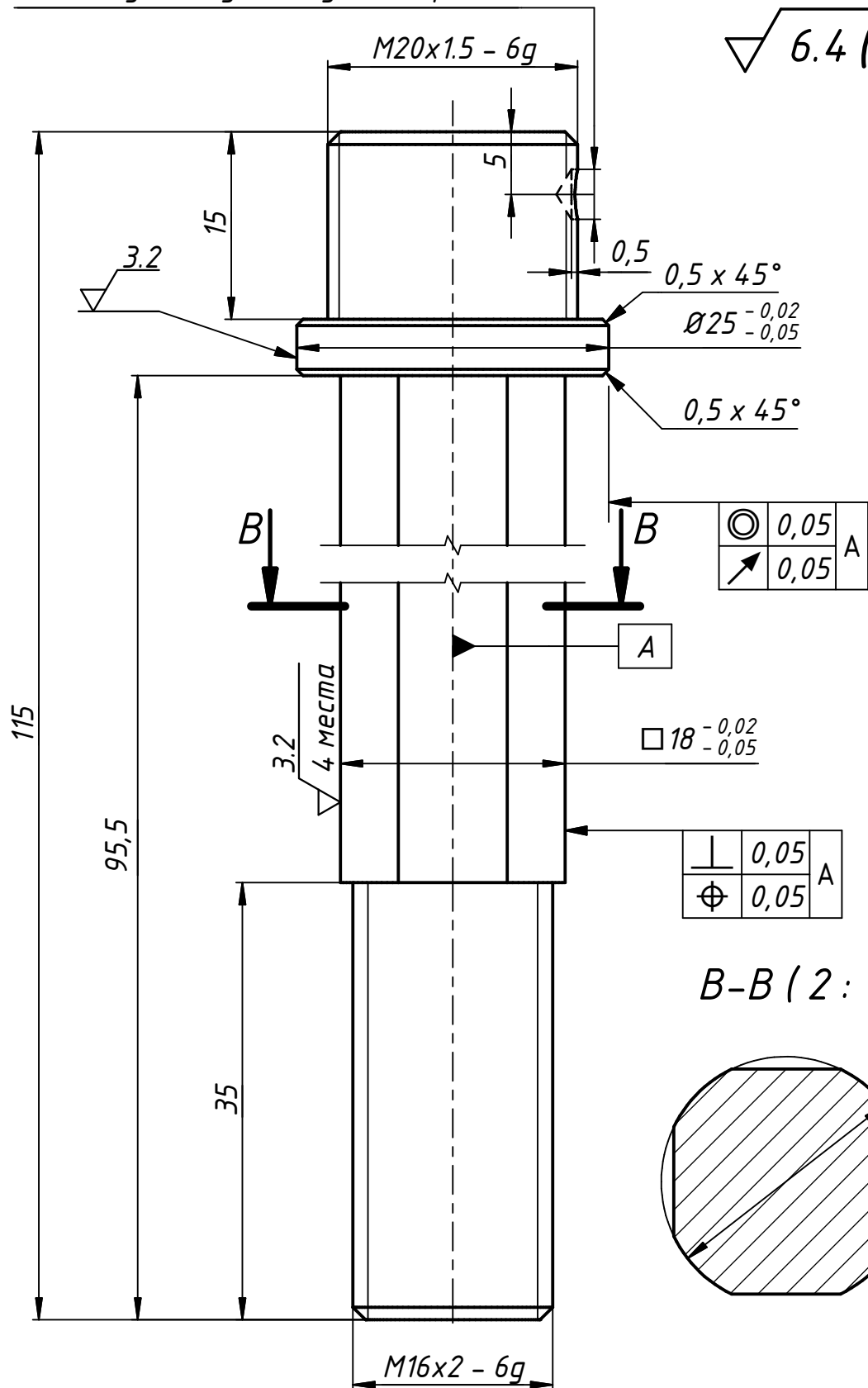
3	Навртка	17-110.2	1	
2	Пробојац-сечиво	17-120	1	
1	Сворњак	17-110.1	1	
Р.бр.	Назив	Ознака и број	Комада	Примедба

Саставница

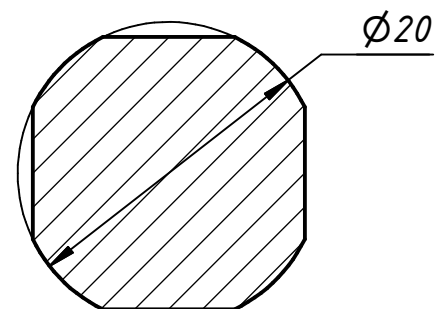
					17-110 СБ				
					Вишеделни пробојац	Лит.		Маса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1.2	1:1
Разраб.	Н.Белоица		9/12/17						
Пров.									
Т. контр.						Лист 1		Листов 1	
Нач.отд.					Склопни цртеж	ФАКУЛТЕТ			
Н. контр.						ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА			
Утв.									

Ø4 Забушити у склопу са навртком

√ 6.4 (✓)



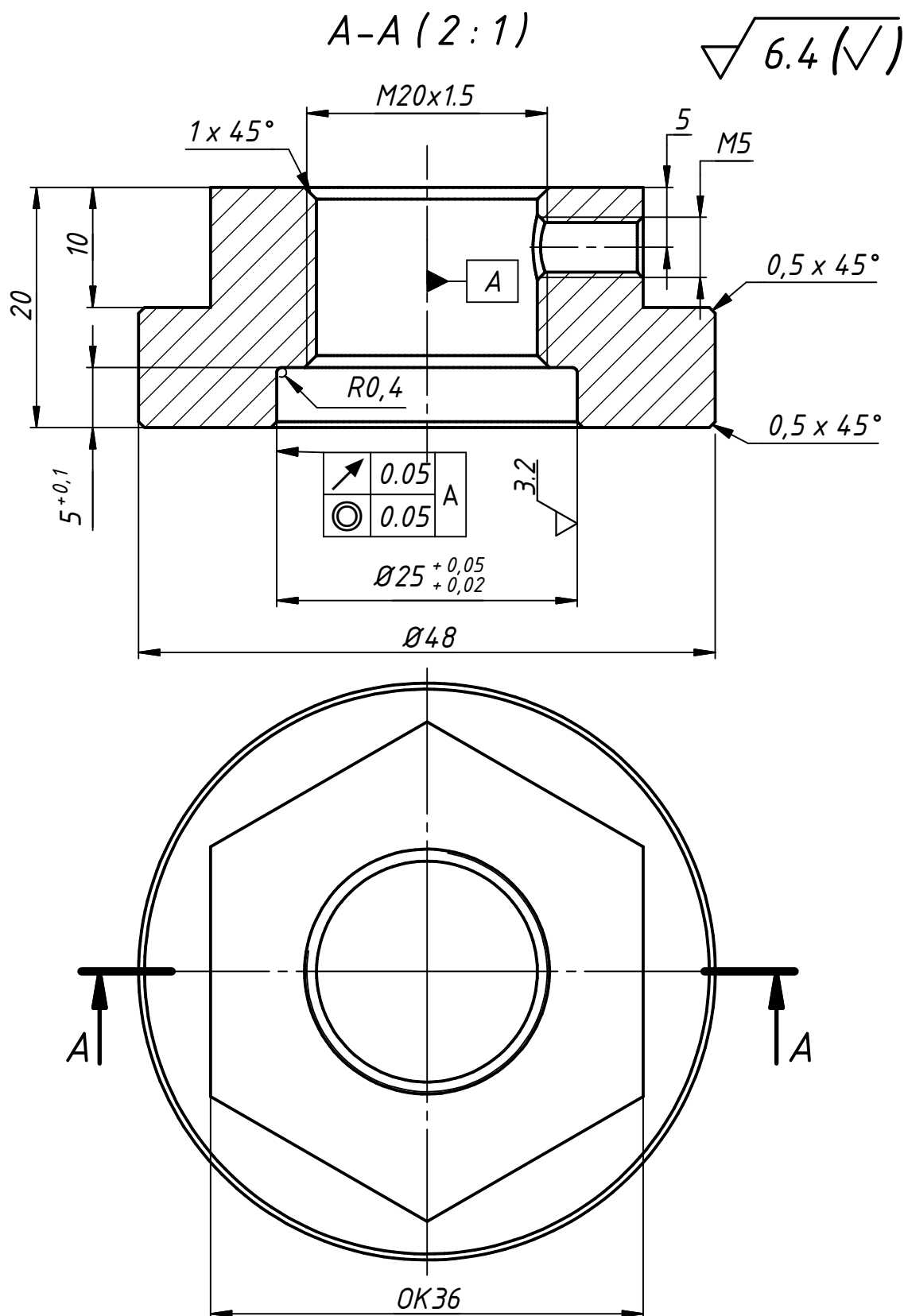
B-B (2:1)



					17-110.1							
					Сворњак	Лит.			Маса		Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					0.2		2 : 1	
Разраб.	Н.Белоица			9/19/17								
Пров.												
Т. контр.												
Нач.отд.					Ѓ.4732. 42CrMo4	Лист 1			Листов 1			
Н. контр.						ФАКУЛТЕТ						
Утв.						ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА						

Копировао

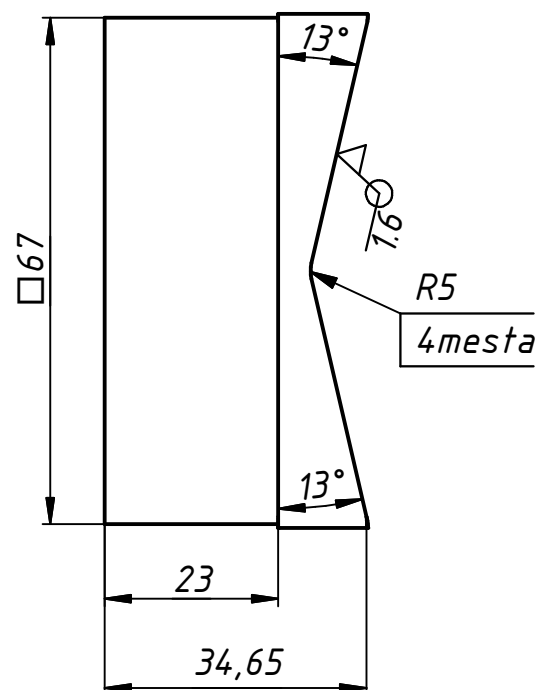
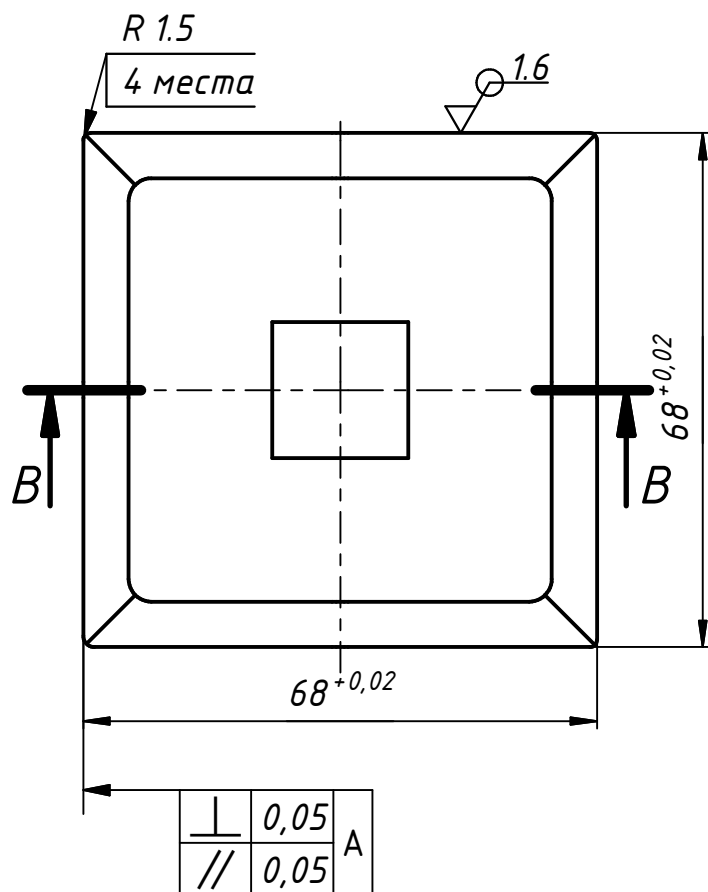
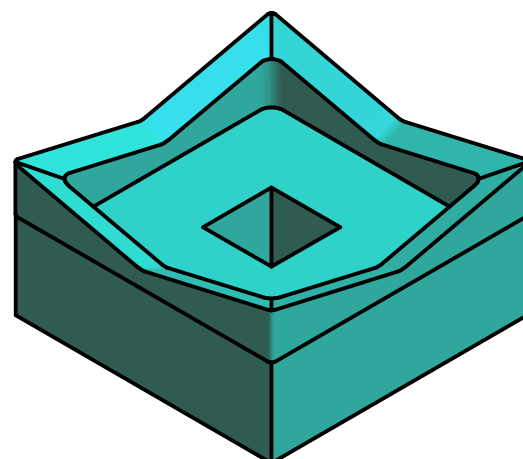
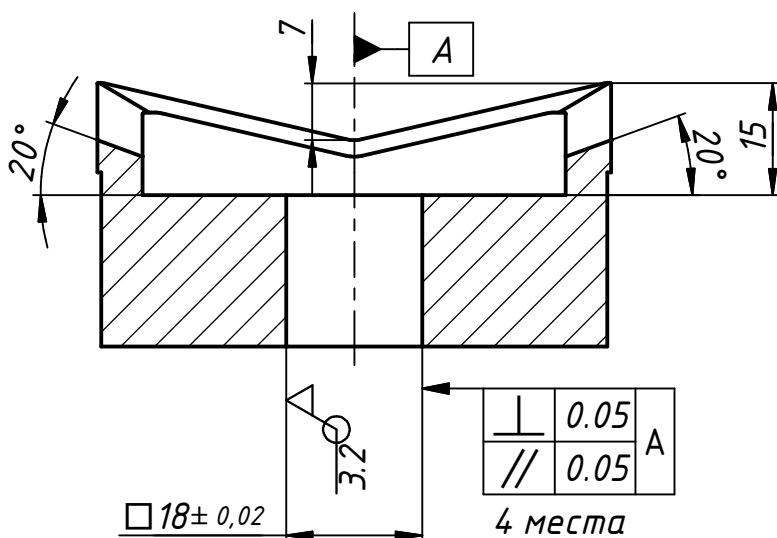
Формат А4



					17-110.2				
					Навртка	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0.2	2 : 1
Разраб.	Н.Белоица		9/19/17						
Пров.									
Т. контр.						Лист	1	Листов	1
Нач.отд.					Џ.4732.4 42CrMo4	ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА			
Н. контр.									
Утв.									

6.4 (✓)

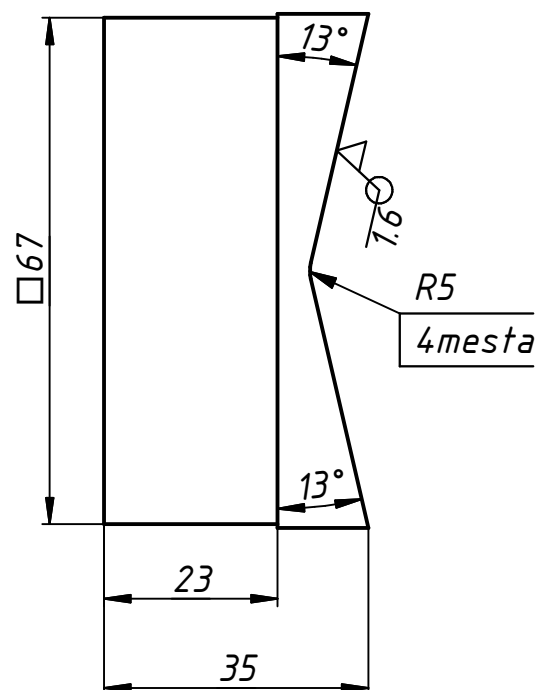
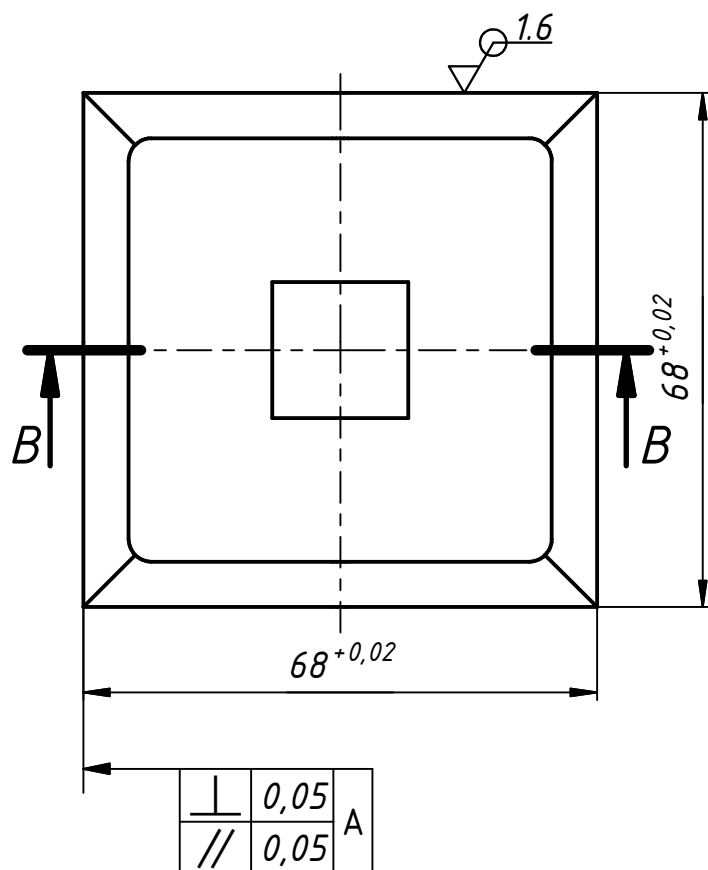
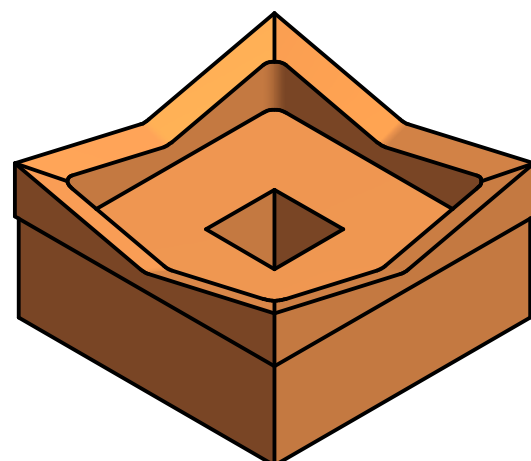
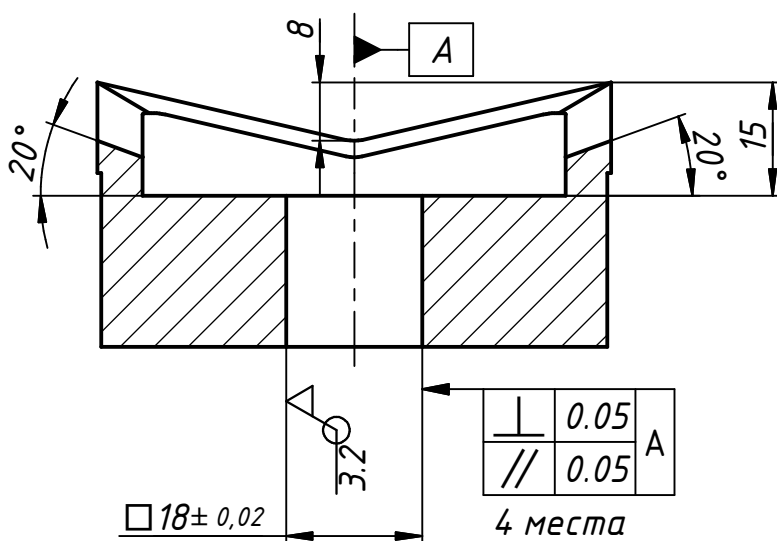
B-B (1:1)



					17-120				
					Пробојац са радијусом на спољашњим ивицама	Лист.		Маса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0.8	1:1
Разраб.	Н.Белоица		9/11/17						
Пров.									
Т. контр.						Лист	1	Листов	1
Нач.отд.					Ћ.4850 X155CrVMo12-1	ФАКУЛТЕТ			
Н. контр.						ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА			
Утв.									

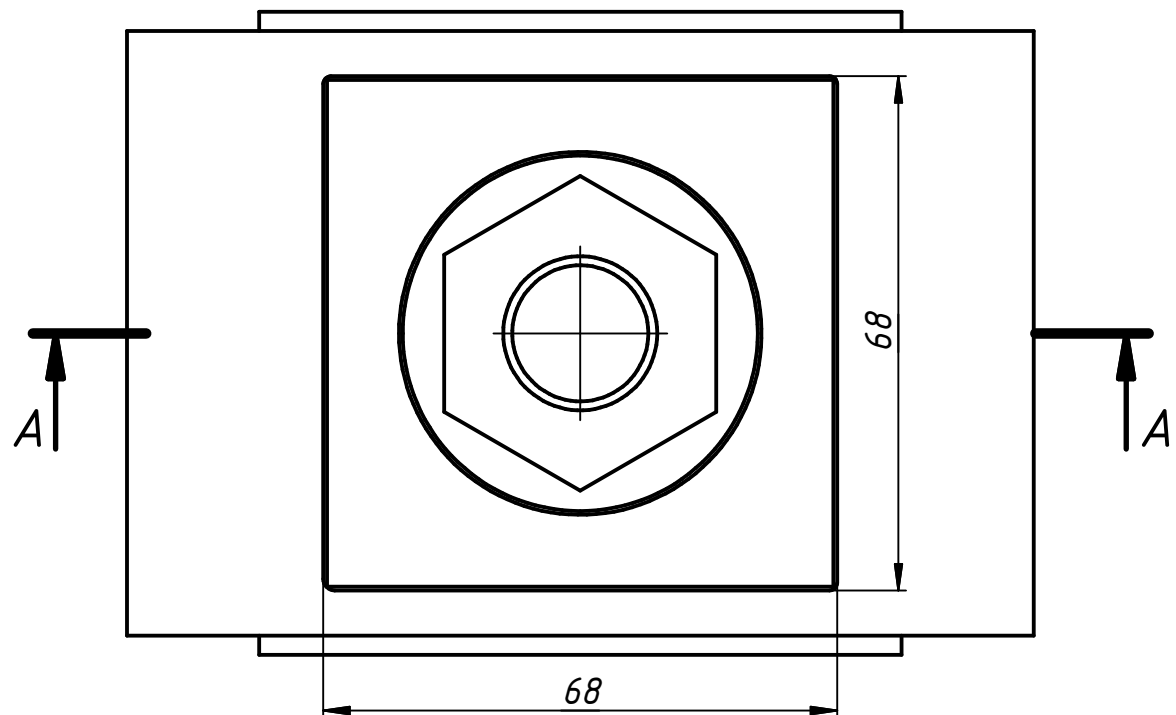
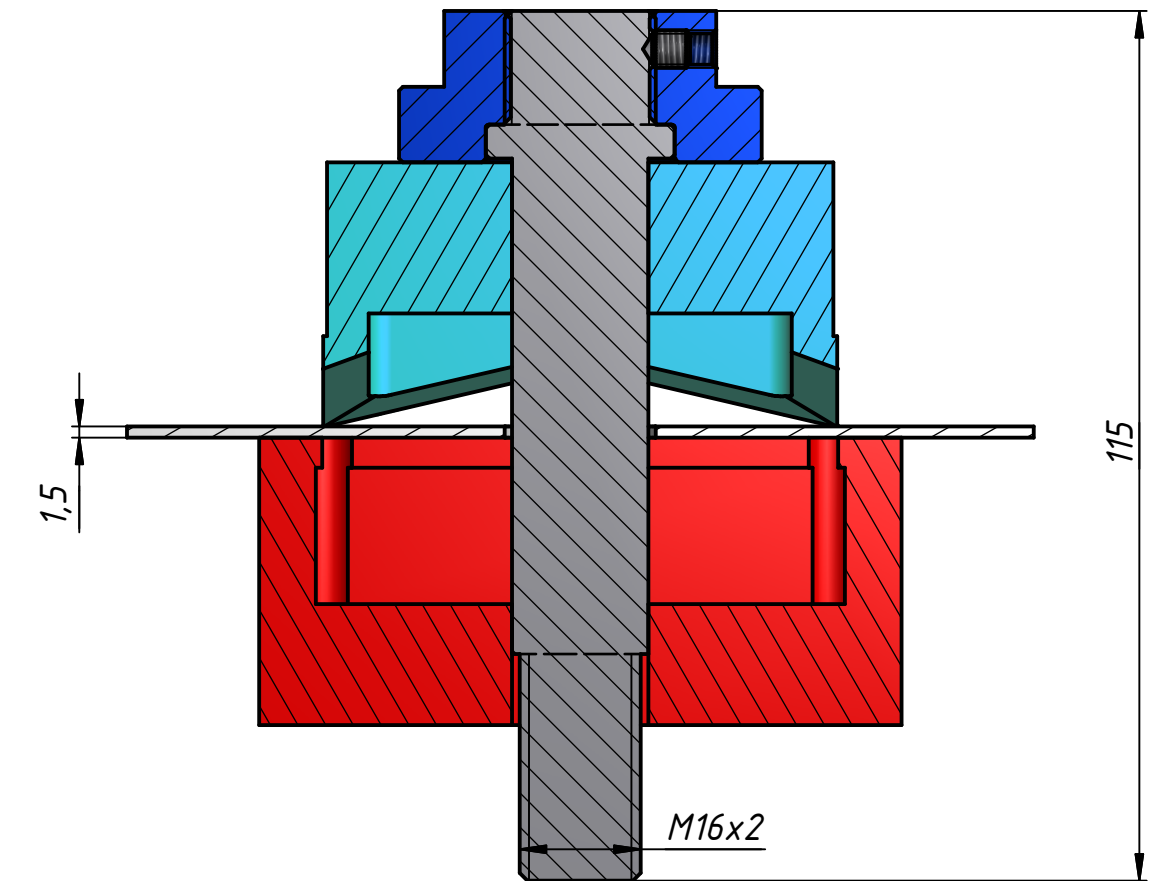
6.4 (✓)

B-B (1:1)



					17-130				
					Пробојац без радијуса на спољашњим ивицама	Лист.		Маса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0.8	1:1
Разраб.	Н.Белоица			9/11/17					
Пров.									
Т. контр.						Лист	1	Листов	1
Нач.отд.					Ћ.4850 X155CrVMo12-1	ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА			
Н. контр.									
Утв.									

A-A (1:1)



					17-140		
					Пробојац у контакту са ЛИМОМ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Н.Белочица			9/29/17	Склопни цртеж		
Пров.							
Т. контр.					ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА		
Нач.отд.							
Н. контр.							
Утв.							
					Лит.	Маса	Масштаб
						1.4	1:1
					Лист	1	Листов
					1		