

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Михајло С. Милојевић

**Конструкциона документација и технолошки
поступак израде руде за вучу прикључних
возила**

Завршни рад

Крагујевац, 2017.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Техничко цртање са компјутерском графиком

Број индекса: 54/2013

Михајло С. Милојевић

**Конструкциона документација и технолошки
поступак израде руде за вучу прикључних
возила**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Лозица Ивановић -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да опише поступак израде конструкционе документације руде за вучу прикључних возила. Дефинисати радионичку документацију и технолошке поступке израде и монтаже појединих компонената. Показати улогу и значај примене рачунара у конструисању и изради производа у машинској индустрији.

Препоручена литература:

1. Л. Ивановић, Техничко цртање са компјутерском графиком – скрипта, Крагујевац, 2008.
2. М. Лазић, Б. Недић, Производне технологије- Обрада метала резањем, Крагујевац, 2007

Резиме:

У овом раду је приказан поступак добијања руде, од полазног комада, преко моделирања и израде радионичких цртежа све до готовог производа. Поступак моделирања и израда техничке документације је извршена у програму CATIA V5.

У уводу је описана техничка документација, а касније током рада је приказано: 3D модел руде, технологије које су коришћене при обради, технолошки поступак добијања руде (од полазног комада преко операција обраде до готовог комада), техничка документација, контрола свих позиција у контролној сали.

Кључне речи: Техничка документација, технолошки поступак израде, 3D модел руде.

Summary:

This paper presents the process of obtaining the ore, from the starting piece, through modeling and drawing of the workshop drawings to the finished product. The modeling process and the production of technical documentation were carried out in CATIA V5.

The introduction describes the technical documentation, and later on the paper presents: 3D model of ore, technologies used in processing, technological procedure for obtaining ore (from the starting piece through the processing operations to the finished piece), technical documentation, control of all positions in the control room.

Key words: technical documentation, technological process of making, 3D Models ore

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

Милојевић Михајло 54/2013

Садржај:

1. УВОД.....	1
1.1 Увод у техничку документацију	1
1.2 Техничко цртање у машинству	2
1.3 Техничка документација у машинству	2
2. ТЕХНОЛОГИЈЕ ОБРАДЕ РУДЕ	5
2.1 Обрада глодањем.....	5
2.2 Обрада стругањем	8
2.3 Обрада бушењем	11
2.4 Обрада заваривањем	14
3. Технолошки поступак добијања руде.....	17
4. Израда техничке документације	19
5. Полазни комад	20
6. Обрада глодањем	21
7. Обрада стругањем.....	24
8. Обрада заваривањем.....	27
9. Обрада бушењем.....	30
9.1 Обарање ивица комада поступком глодања	31
10. Контрола квалитета	31
11. Готов производ.....	32
12. Израда 3D модела руде.....	33
13. Закључак	34
14. Литература.....	35

1. УВОД

1.1 Увод у техничку документацију

Техничка документација је основно средство комуницирања (споразумевања) у техници. Израз техничка документација се односи на различите документе са подацима производа и информације које пружа о њему. Техничка документација представља документацију на основу које се може утврдити усаглашеност пројекта или услуге са захтевима свих релевантних техничких прописа који се односе на дати производ. Техничка документација се кориисти кроз цео животни циклус неког пројекта или задатка (од идеје, студије оправданости, уговарања, изградње, испитивања, пуштања у рад, пробног погона, одржавања до монтаже). Пошто је то основно средство споразумевања у техници она мора бити јасна, прецизна, прегледна, разумљива и израђена на основу одговарајућих стандарда. [1]

Један од основних задатака инжењера је израда техничке документације.

У оквиру техничке документације израђује се:

1. пројектна,
2. конструкциона и
3. технолошка документација.

У оквиру пројектне документације, када је пројектовање фаза која претходи конструисању, а обавља се у оквиру развоја производа, израђује се технички предлог, идејни пројекат и технички пројекат.

У оквиру конструкционе документације израђују се радионичка документација за прототип, нулту серију, пробну серију и главну серију, која се састоји од цртежа склопа, саставнице, радионичких цртежа, разних прорачуна и упутстава.

У оквиру технолошке документације дефинишу се технолошки поступци израде и монтаже појединих компонената, спискови стандардних и специјалних алата и прибора, спискови потребних машина и сл.

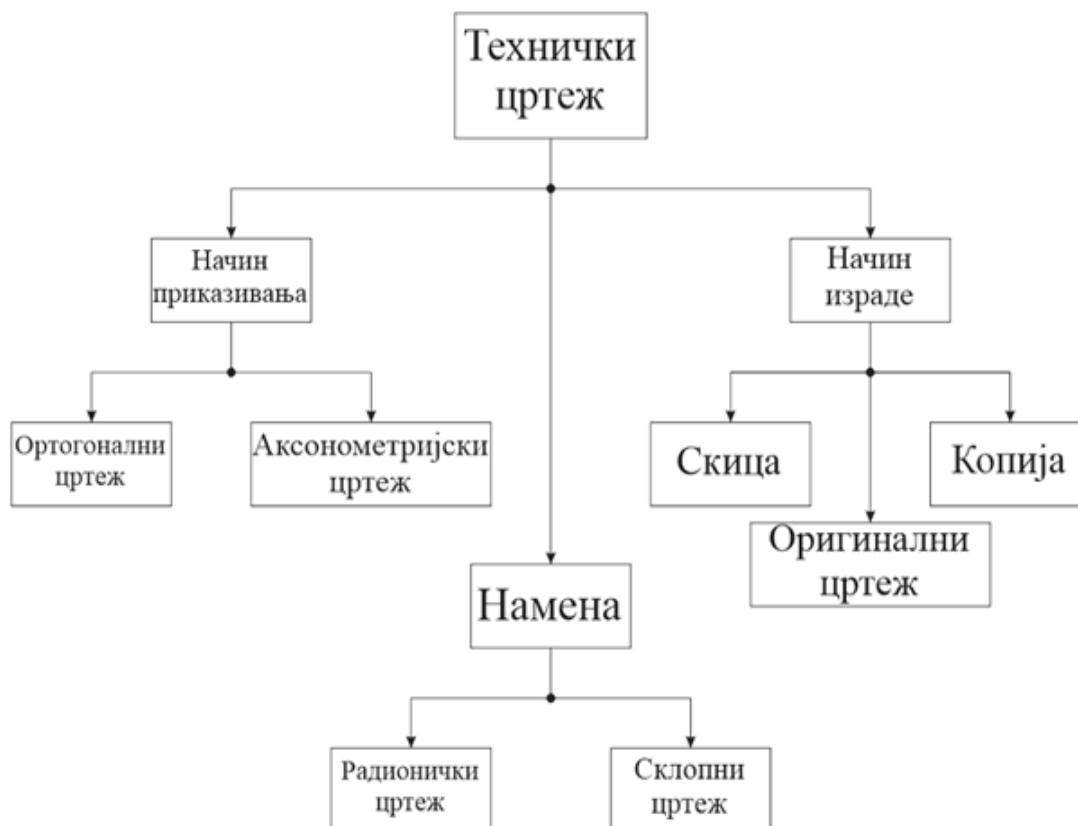
1.2 Техничко цртање у машинству

За успешно одвијање процеса пројектовања, конструисања, израде и контроле производа неопходно је усклађено деловање свих учесника у том процесу. То се може постићи само одговарајућом разменом информација. Један од најбољих начина размене информација у техници је графичка комуникација применом техничких цртежа. Технички цртеж представља универзални језик комуникације техничких лица у области машинства. 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 цртежа 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. [2]

1.3 Техничка документација у машинству

Технички цртеж представља основни документ према коме се израђују и контролишу машински делови и склопови. Према техничким цртежима граде се и монтирају мостови, фабричке хале, зграде, електрични уређаји, саобраћајна средства и постројења, заправо, целокупна производна делатност у техници обавља се на основу техничког цртежа. Зато технички цртеж мора дати јасну представу о облику и димензијама предмета, дозвољена одступања мера и облика, квалитет обрађености површине, материјал и податке о његовој термичкој обради, као и друге податке неопходне за контролу и израду.

На основу свега овога може се закључити да технички цртеж представља средство споразумевања конструктора, произвођача и корисника неког производа. Техничке цртеже делимо према начину приказивања, намени и начину израде (слика 1).



Слика 1. Врсте техничког цртежа [3]

Према начину приказивања предмета, техничке цртеже делико на:

- Ортогоналне, који приказује предмет у више пројекција (по потреби у две или три пројекције),
- Аксонometriјске, који пријазују цртеж у три димензије.

Према редоследу настанка и начину израде, разликујемо три врсте техничких цртежа:

- Скицу-цртез изграђен слободном руком, али са свим појединостима, димензијама и ознакама које мора имати прави технички цртеж.
- Оригинални цртеж, који на основу скице цртамо потребним прибором, најпре оловком па тушем, на папиру или на хамеру, или рачунаром уз помоћ рачунарских програма (нпр. AutoCAD, CATIA)..., и
- Копију, која се добија умножавањем оригинала или фотокопирањем.

Техничко цртање је техничка дисциплина која служи за приказивање предмета из околине на цртежу. Ти предмети су дефинисани са три димензије, а технички цртеж је у радној равни. На основу скице цртач црта технички предмет, према коме ће он моћи да се направи. Потребно је да се ураде монтажни (или склопни) и радионички (или детаљни) цртеж. На радионичком цртежу приказан је само један предмет, који је немогуће растављати. Он је најважнији за производни процес. У радионичком цртежу је свака позиција (део предмета) приказана посебно, са свим потребним мерама и начинима обраде. Делови су приказани у неопходном броју нормалних пројекција (најчешће нацрт, тлоцрт и бочни нацрт). Да би нам поступак израде предмета био јасан и на крају успешан, све податке треба описати у радној и оперативној листи. Радна листа најчешће садржи текстуални опис радног задатка, радионички и монтажни цртеж предмета. Оперативна листа разрађује, приказује и до детаља описује сваку радну операцију. Према редоследу радних операција поступно се наводе алат и материјали који ће се користити у одређеној радној операцији. Када се направе оперативна и радна листа, нацртају радионички и склопни цртеж неког предмета, може се рећи да је то потпуна техничка документација.

Данас је незамисливо цртати технички цртеж без рачунара. Поред 2D (дводимензионалних) цртежа, рачунари нам омогућавају и представљање 3D (тродимензионалних) модела.

3D моделирање коришћењем програмског пакета (softera GOOGLE SketchUp), омогућава брже и лакше пројектовање, односно израду техничке документације у машинству. [3]

2. ТЕХНОЛОГИЈЕ ОБРАДЕ РУДЕ

Под технологијом обраде метала подразумевају се поступци и средства која се примењују да би материјал могао да се користи за задовољење човекових потреба.

Да би се неки предмет израдио мора да постоји организација посла и следећи редослед поступка:

- израда техничко – технолошке документације (технички цртеж),
- избор одговарајућег технолошког поступка обраде,
- избор одговарајућег материјала,
- избор алата, прибора, машина и других техничких средстава за рад,
- мерење, контрола и преношење димензија на материјал, мере заштите на раду,
- обликовање предмета одговарајућим поступком и
- проверавање успешности технологије и дорада. [4]

Постоји више врста технологија обраде метала. Обраде које су коришћене у раду су:

2.1 Обрада глодањем

2.2 Обрада стругањем

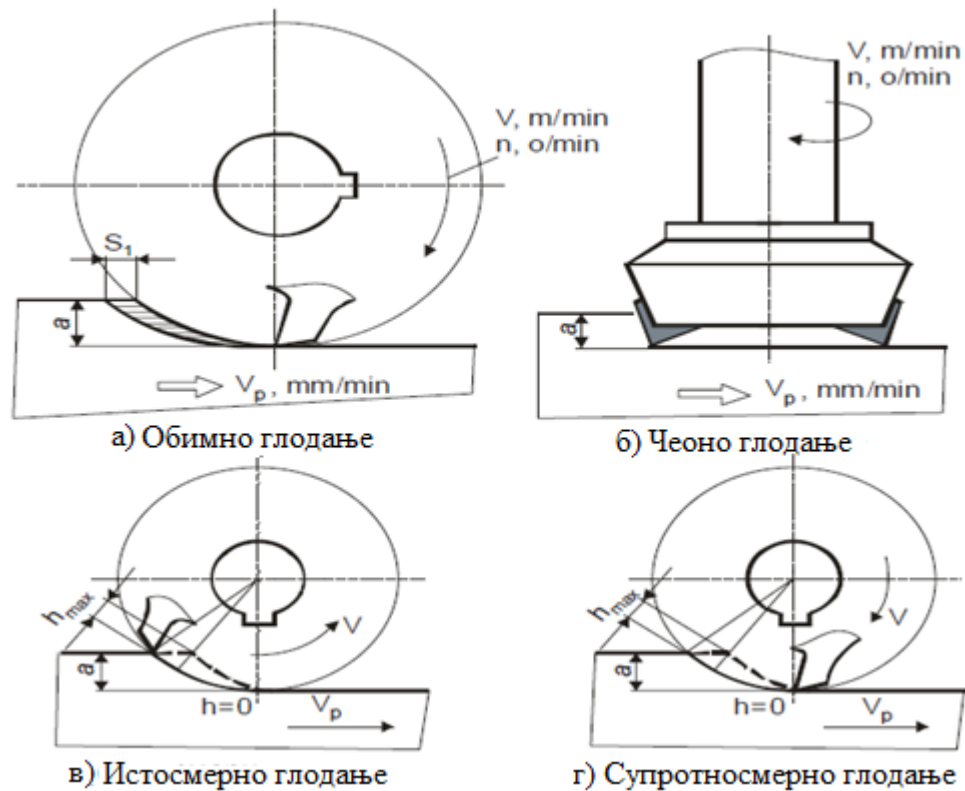
2.3 Обрада бушењем

2.4 Обрада заваривањем

2.1 Обрада глодањем

Обрада глодањем је поступак обраде равних површина, жљебова, профилисаних контура, површина специјалног и сложеног облика. Главно кретање је обртно кретање алата дефинисано брзином резања (V , m/min). Помоћно кретање је праволинијско кретање предмета обраде и/или алата и одређено је брзином помоћног кретања ($V_p = n \cdot S$, mm/min- аксијалним померањем у јединици времена), а може бити дефинисано кораком по зубу (S_1 , mm/z- аксијалним померањем за један зубалата) и кораком (S , mm/o- аксијалним померањем за један обрт алата) (слика 2).

Према смеру међусобних кретања алата и предмета обраде разликују се два поступка обраде глодањем и то обрада: истосмерним глодањем, супротно смерним глодањем. Према распореду резних елемената алата разликују се два поступка обраде глодањем: обимно глодање, чеоно глодање (слика 2).



Слика 2. Основни поступци обраде глодањем

Основни геометријски параметри обраде глодањем су (слика 3):

- дубина резања (a),
- ширина глодања (B),
- угао контакта ψ ,
- угао захвата φ ,
- ширина материјала (b) и
- дебљина резног слоја - струготине (h), тренутна, средња и максимална.

Алати у обради глодањем - глодала припадају групи вишесечних алата цилиндричног облика са резним елементима распоређеним по обиму и чеоној површини. Глодала се разврставају применом различитих критеријума.

Производне операције обраде глодањем се често разврставају и према врсти и облику глодала које се користи при обради на глодање: ваљкастим глодалима, чеоним глодалима, вретенастим глодалима, катурастим глодалима, профилним, коничним итд.

Према облику зуба глодала могу бити:

- са правим зубима
- са укрштеним зубима
- глодала са завојним зубима

По материјалу који се користи за резни део глодала могу бити: од брзорезног челика, са плочицама од тврдог метала.

Машине у обради глодањем (глодалице) се, према конструктивном решењу, деле на:

- конзолне (хоризонталне, вертикалне и универзалне),
- безконзолне (хоризонталне, вертикалне и универзалне),
- глодалице специјалне намене (алатне, копирне, агрегатне, програмске, одвалне, глодалице за навој и сл.). [5]

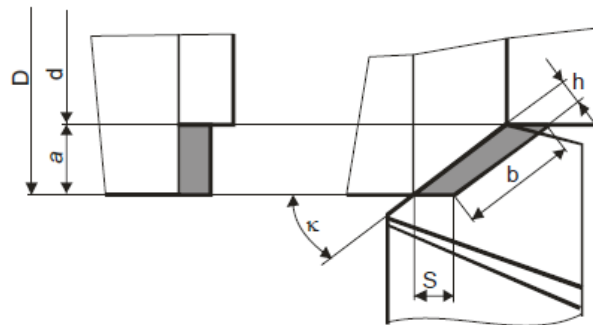
2.2 Обрада стругањем

Обрада стругањем је поступак обраде првенствено ротационих делова (вијака, навртки, осовина, вратила, чаура, ременица,...). Остварује се тако што предмет обраде изводи главно обртно кретање, а алат помоћно праволинијско кретање као што је приказано на слици 5. Главно кретање (1) је дефинисано брзином резања (V , m/min) - бројем обртаја предмета обраде (n , o/min). Помоћно кретање (2) је одређено кораком (S , mm/o- аксијално померање алата за један обрт предмета обраде) и брзином помоћног кретања (V_p , mm/min).

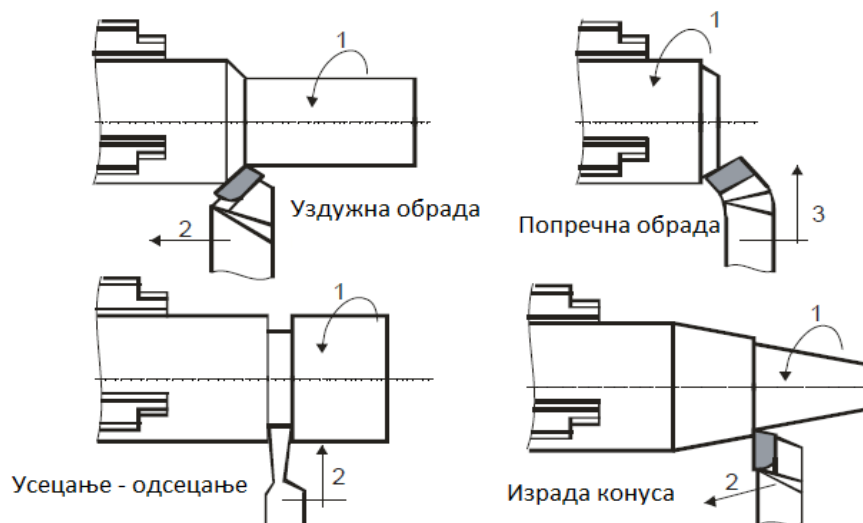
Основни геометријски параметри обраде су ширина и дебљина резног слоја (слика 4):

$$b = \frac{a}{\sin \kappa} \quad \text{и} \quad h = S \cdot \sin \kappa$$

тако да је површина попречног пресека резног слоја: $A = a \cdot S = b \cdot h$.



Слика 4. Површина попречног пресека струготине у обради стругањем



Слика 5. Основна кретања алата и предмета обраде у обради стругањем

Производне операције обраде стругањем се, према квалитету обрађене површине, разврставају на производне операције: грубе и фине обраде, односно производне операције: претходне и завршне обраде, при чему су производне операције претходне обраде операције грубе обраде, а производне операције завршне обраде операције грубе или фине обраде.

Обрадом стругањем се реализује велики број операција као што су:

- уздужна обрада (спољашња и унутрашња),
- попречна обрада (спољашња и унутрашња, усецање, претходно и завршно одсецање),
- израда конуса (спољашњег и унутрашњег),
- израда профила (профилним алатом и копирањем),
- неротационо стругање (призматичних делова и леђно стругање),
- израда навоја (спољашњег и унутрашњег),
- израда и обрада отвора и рупа итд.

Алати у обради стругањем

Стругарски ножеви су разноврсни по облику, димензијама и врсти алатног материјала. Према врсти обраде разликују се стругарски ножеви за спољашњу обраду (уздужну и попречну), унутрашњу обраду, усецање и одсецање, израду навоја и сл. Према квалитету површине стругарски ножеви се разврставају на стругарске ножеве за грубу (претходну) и завршну (фину) обраду. Према облику стругарски ножеви могу бити прави, савијени и крстасти, а према облику попречног пресека дршке правоугаони, квадратни и кружни. Према врсти алатног материјала разликују се стругарски ножеви од брзорезног челика, са лемљеним плочицама од тврдог метала и механички причвршћеним плочицама савремених алатног материјала.

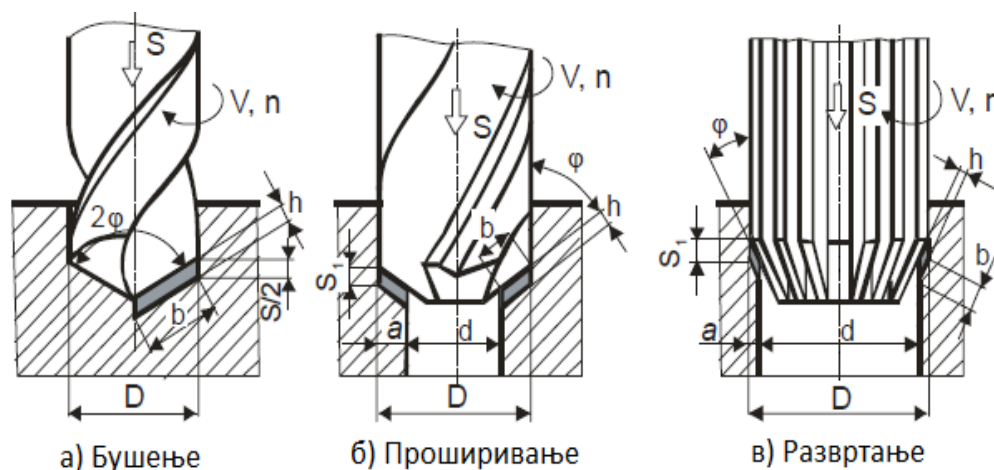
Машине у обради стругањем

Машине у обради стругањем (стругови) се, у зависности од обима производње, разврставају на стругове за:

- појединачну производњу (универзални стругови, стругови са вучним вретеном, стругови са водећим вретеном, стругови за леђно стругање, стругови за попречну обраду и сл),
- серијску производњу (вишесечни стругови, копирни стругови, револвер стругови са хоризонталном и вертикалном револвер главом и сл.) и
- масовну производњу (аутоматски стругови, аутомати за дугачке делове, револвер-аутоматски стругови и сл.). [5]

2.3 Обрада бушењем

Бушење је поступак израде и обраде отвора и рупа. Главно обртно и помоћно праволинијско кретање изводи алат (слика 6). Главно кретање је дефинисано брзином резања (V , m/min) или бројем обрта (n , o/min), а помоћно кораком (S , mm/o – аксијалним померањем алата за један обрт алата) или брзином помоћног кретања ($V_p = n \cdot S$, mm/min).



Слика 6. Основна кретања и резни слој у обради бушењем

Ширина и дебљина резног слоја при бушењу су:

$$b = \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi} \quad \text{и} \quad h = \frac{S}{2} \cdot \sin \varphi$$

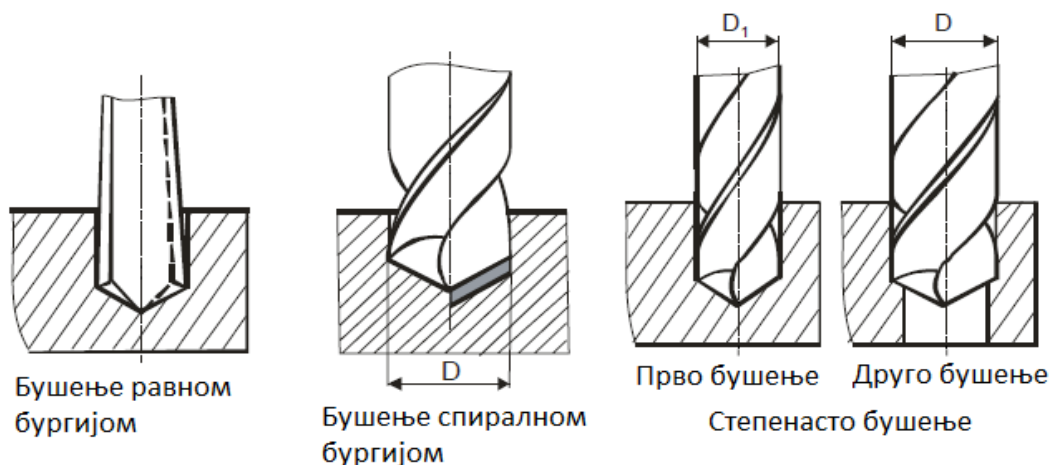
тако да је површина попречног пресека резног слоја:

$$A = b \cdot h = \frac{D \cdot S}{4}, \text{ mm}^2.$$

Производне операције у обради бушењем

Поред основних операција (бушења, проширивања, развртања и упуштања) бушењем се могу реализовати и друге операције израде и обраде отвора и рупа као што су: забушивање, бушење дубоких отвора (дубоко бушење) и израда навоја.

Бушење отвора и рупа (слика 7) се изводи у пуном материјалу једним алатом или, код већих пречника, степенасто у неколико фаза, бургијама различитог пречника.

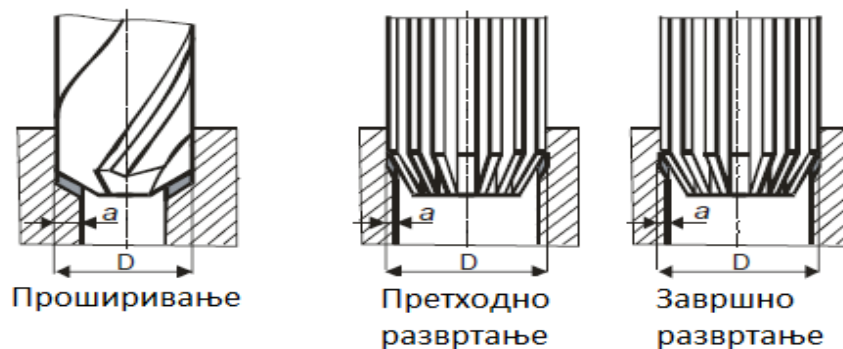


Слика 7. Производне операције бушења

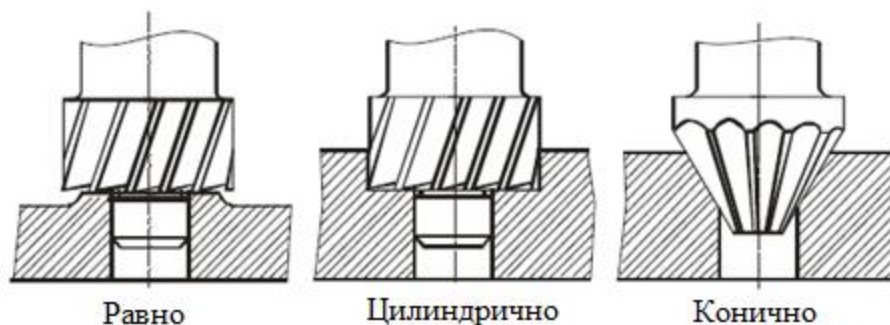
Бушење отвора спиралним бургијама је ефикасно код отвора мање дубине (односа дубине и пречника отвора $L/D \leq 5$). За отворе веће дубине примењује се поступак дубоког бушења, коришћењем бургија за дубоко бушење (топовске бургије).

Накнадна и коначна обрада отвора остварује се операцијама проширивања и развртања (слика 8), које обезбеђују остварење задатих димензија отвора и прописаног квалитета површина.

Обрада крајева отвора се изводи упуштањем (слика 9). Све операције упуштања имају за циљ обезбеђење правилног налегања вијака различитог типа (поравнавање чеоне површине и упуштање главе вијака). Равно упуштање се примењује за обраду чеоне површине отвора кроз који пролази вијак са равним седиштем (шестоугаоне главе и сл.), цилиндрично за имбус вијак, а конично за вијак са конусном главом.

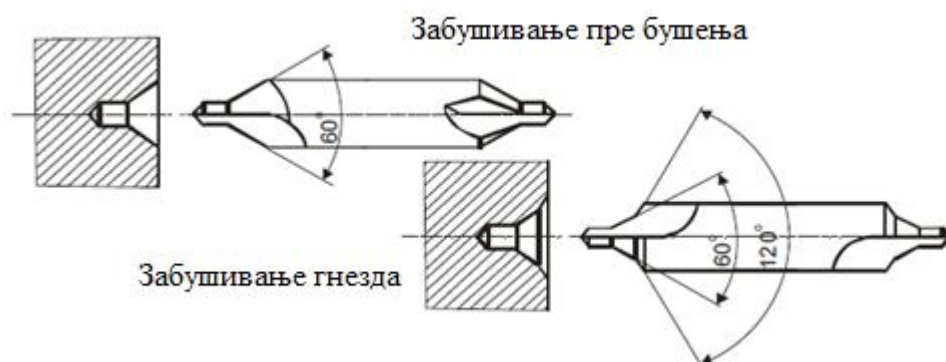


Слика 8. Производне операције проширивања и развртања



Слика 9. Производне операције упуштања

Забушивање пре бушења отвора или гнезда за центрирање (слика 10.) се користи пре бушења или пре обраде осовина и вратила. Забушивање пре бушења обезбеђује центрирање и правилно вођење спиралне бургије. Изводи се забушивачима са једноструким конусом. Забушивање гнезда за центрирање, на вратилима и осовинама, обезбеђује правилно центрирање и стезање осовина и вратила у обради стругањем и брушењем.



Слика 10. Производне операције забушивања

Машине у обради бушењем - бушилице се могу разврстати на различите начине. Према положају главног вретена на: хоризонталне и вертикалне бушилице, а према броју главних вретена на: једновретене и вишевретене бушилице.

Једновретене бушилице су намењене појединачној и серијској производњи. Овој групи бушилица припадају: стоне, стубне, радијалне, универзалне радијалне и координатне бушилице.

Вишевретене бушилице су намењене масовној производњи. То су: редне, бушилице са вишевретеном главом и вишевретене бушилице. [5]

2.4 Обрада заваривањем

Заваривање је процес спајања два или више метална дела истог или приближно истог хемијског састава. Спајањем се добија нераздвојива веза. Заваривање се изводи под дејством топлоте, уз додавање или понекад без додавања додатног материјала и уз примену притиска или без њега. При заваривању врши се локално загревање ивице металних делова које треба спојити (заварити).

Загревање се врши до температуре при којој метал прелази из чврстог у тестасто или течно стање, што зависи од врсте и начина заваривања.

Према појавама које условљавају образовање завареног споја разликују се: заваривање топљењем и заваривање притиском.

Заваривање топљењем је процес нераздвојивог спајања завариваних делова при температурама на месту спајања вишим од температуре топљења, уз примену додатног материјала или без њега. У поступке заваривање топљењем спадају: гасно заваривање (заваривање пламеном или окси-ацетиленско заваривање), електричним луком обложеном електродом (или ручно-електролучно заваривање – РЕЛ, понекад се у литератури означава и као Е- заваривање), аутоматско заваривање под прахом (ЕПП), електричним луком у заштитном гасу (МИГ, МАГ, ТИГ), електролучно под троском (ЕПТ), термитно (алуминотермијско) заваривање, плазмено заваривање, заваривање електронским снопом, ласерско заваривање и др.

Заваривање притиском је процес спајања применом механичког дејства силе, статичког или динамичког карактера. У поступке заваривања притиском спадају: хладно заваривање, заваривање трењем, заваривање ултразвуком, заваривање експлозијом и др.

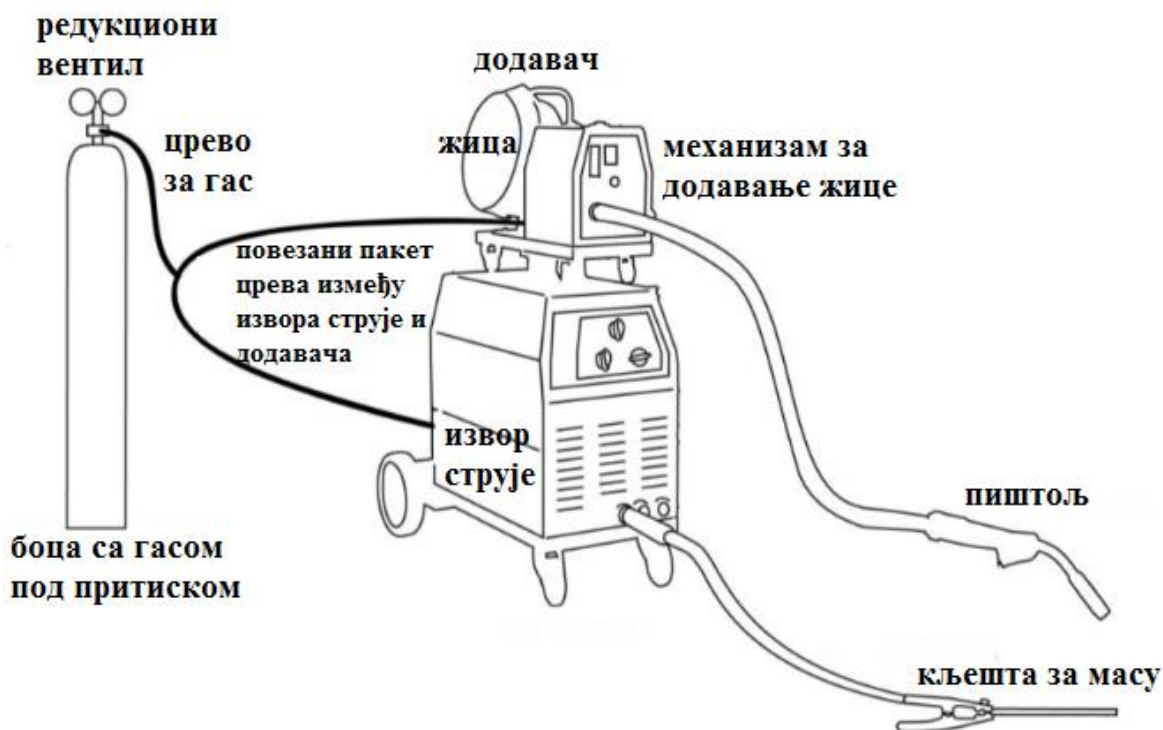
Пошто је у Србији у прошлости, до неке 2005-те углавном није било заступљено заваривање челика мешавинама $Ag + CO_2$, већ су се и одговорне конструкције деценијама најчешће заваривале у чистом CO_2 гасу, ово МИГ/МАГ заваривање се и данас у Србији зове „ CO_2 заваривање“, без обзира да ли се као гас користи CO_2 или не.[6]

Основи заваривања у заштитним гасовима

Као заштитни гасови примењују се аргон, CO_2 , и мешавина гасова ($\text{CO}_2 + \text{Ar}$; $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$; $\text{Ar} + \text{H}_2$; $\text{Ar} + \text{N}_2$). Предност у односу на РЕЛ јесте могућност механизације, аутоматизације и роботизације. Прва примена индустријских робота почела је у области МАГ-заваривања. Сви поступци заваривања у заштитним гасовима сврставају се у електролучне, а наведени гасови доводе се у зону споја да заштите метално купатило, капљицу додатног материјала и завар од штетног деловања гасова из ваздуха.

У зависности од врсте електроде или електродне жице као и примењеног заштитног гаса разликују се: ТИГ, МАГ и МИГ – заваривање.

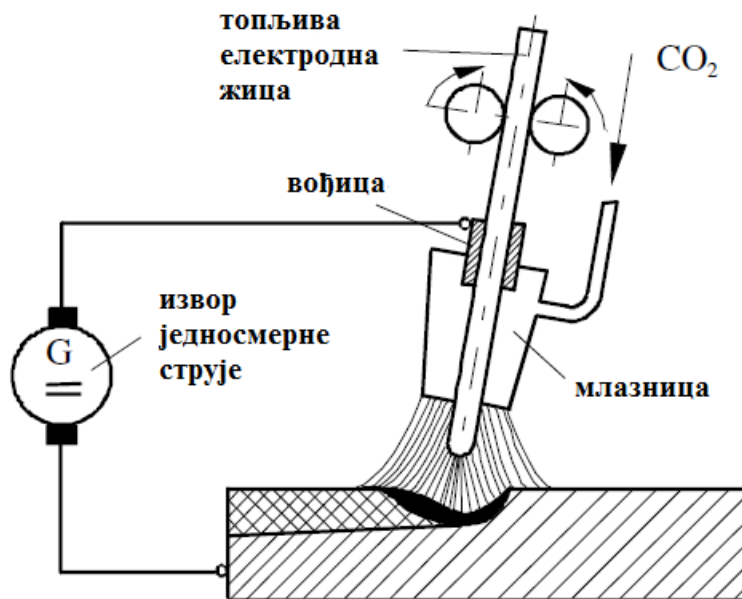
Апарат и за МИГ заваривање и за МАГ заваривање је исти, једино се мења гас који се прикључује на апарат и то је суштински једина разлика (слика 11).



Жица се додаје аутоматски, гурају је точићи у апарату, дужина лука је константна, заваривач ручно води пиштољ, одржава препуст жице који вири из дизне, одржава нагиб пиштоља. [7]

МАГ (Метал-Активан Гас) или CO_2 - поступак заваривања

Код МАГ - заваривања (слика 12), електродна жица пречника $0.8 \div 2.5 \text{ mm}$ истовремено је и додатни материјал. На високој температури у луку, део гаса CO_2 се разлаже на CO и O_2 , што значи да је CO_2 активан у току процеса заваривања.



МАГ (CO_2) поступак се користи за заваривање нискоугљеничних и нисколегираних челика дебљине $0.8 \div 30 \text{ mm}$. Лук се успоставља додиром врха електродне жице и основног материјала.

Основне карактеристике МАГ поступка заваривања су:

- заваривање је могуће у свим положајима,
- параметри заваривања: $I = 40 \div 500 \text{ A}$; $U = 16 \div 35 \text{ V}$; $V_z = 15 \div 60 \text{ m/h}$,
- спољна карактеристика извора: равна (пад 2 V на 100 A),
- струја заваривања: једносмерна обрнутог поларитета¹. [6]

¹ Обрнути поларитет - електрода $E+$

3. Технолошки поступак добијања руде

Производни процес је ток активности од уласка сировине у производни систем до изласка готовог производа на тржиште. Радне операције одвијају се по утврђеном редоследу, који зависе од типа процеса. Производни процес врши се на технолошким и обрадним системима. Може се поделити на:

- производњу сировина,
- производњу делова,
- монтажу.

Технолошки процес је средишњи део производног процеса састављен од логичког низа операција чији је циљ произвести излазни производ коришћењем улазних података (материјал, енергија, информације). Сваки технолошки процес се може поделити на мање целине. Састоји се од радних процеса који се даље деле на поступке, операције, захвате, покрете. Технолошки процеси садрже методе рада на радном месту, режиме рада, времена рада. Операција је део технолошког процеса обраде производа, који сеобрађује на једном радном месту. Ако радник за време рада, не мења алат и материјал, онда он изводи једну радну операцију. Обрадни системи су системи састављени од средстава рада и обрадних процеса, са карактеристичним улазним и излазним величинама (слика 13).



Слика 13. Обрадни систем са карактеристичним улазним и излазним величинама [5]

Помоћни процеси омогућавају извођење процеса обраде (позиционирање и стезање алата обратка, одлагање израдка, укључивање и искључивање машине...). Технолошки или обрадни процес (процес израде делова и производа) се реализује кроз технолошке поступке обраде. Технолошки поступак је скуп свих обрада на предмету обраде у току израде на одговарајућим машинама применом резног, стезног и мерног алата. Елементи технолошког поступка су технолошке операције или једноставно операције. Технолошка операција је обрада припремка на једној машини (једном радном месту), уз једну припрему машине.

Број операција је број припрема или број машина (када се операција поклапа са обрадним процесом) или број позиција обраде.

Захват је процес истовремене обраде једне или више површина предмета обраде коришћењем једног или више алата, безпромене режима обраде. Разликују се елементарни, сложени и групни захват. Елементарни захват је обрада једне површине једним алатом. Сложени захват је процес обликовања сложене површине једним алатом (копирањем или на NC i CNC машинама). Групни захват чини процес истовремене обраде више површина већим бројем алата. [5]

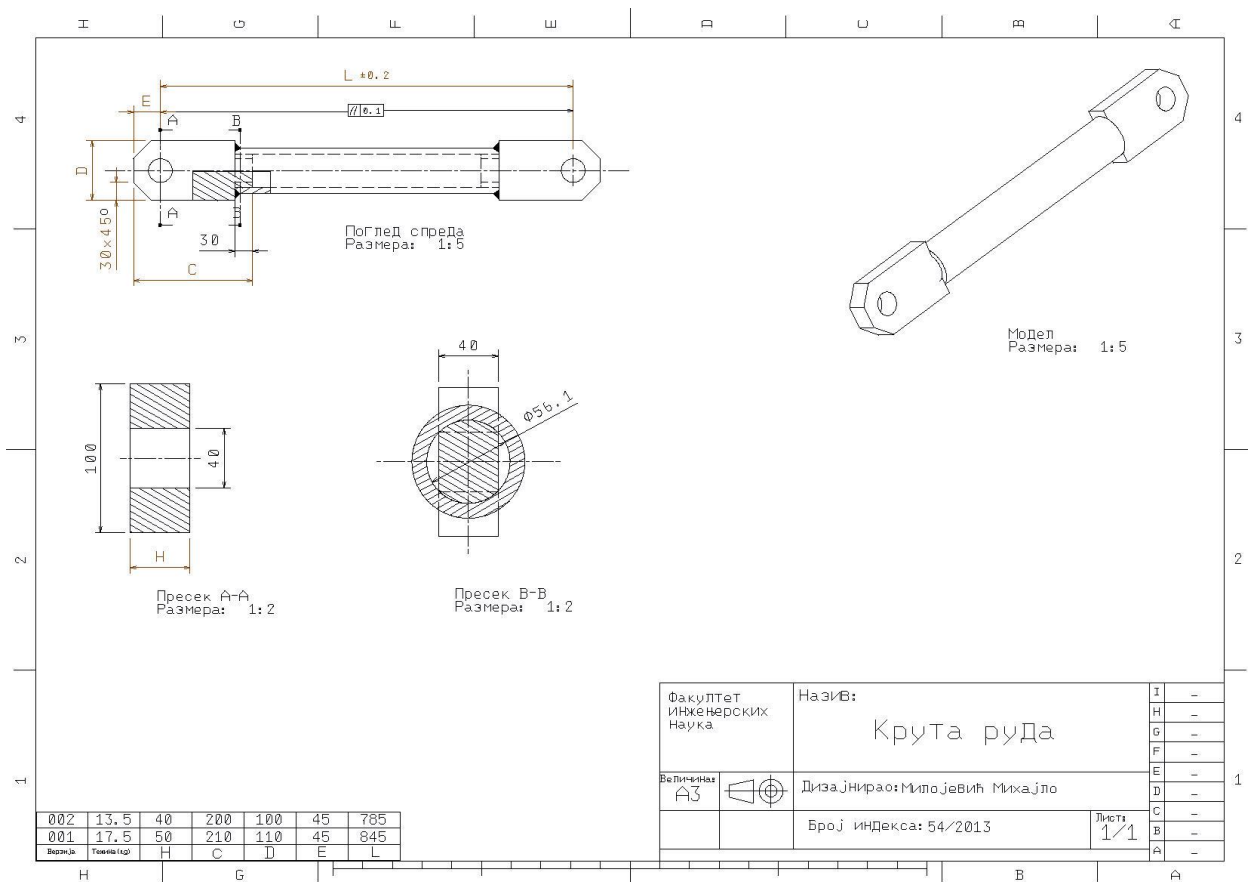
Претходно поменуте технолошке процесе и захвате извршавамо на машинама које су предвиђене за то, а које ћемо поменути у следећим поглављима овог рада. Техничка документација руде је рађена на примеру из компаније „*Orion world*” у Крагујевцу.

Садржај технолошког процеса добијања руде обухвата све операције израде. Усвојени технолошки процес израде руде има следећи садржај:

- полазни комад
- обрада глодањем
- обрада стругањем
- обрада бушењем
- заваривање

4. Израда техничке документације

Израда техничке документације, односно радионичких цртежа и 3D модела, ради се у неком од CAD програма, у овом случају је то CATIA V5. Веома је важно да се приликом израде техничке документације добије и 3D модел који ће оператеру омогућити да визуелно прати напредовање израде дела. Из тих разлога, цртеж мора бити у потпуности тачан, да би као такав могао у даљем раду бити сврсисходан. Радионички цртеж за израду руде са свим потребним димензијама и додацима за обраду приказан је на слици 14.



Слика 14. Радионички цртеж руде

5. Полазни комад

За израду руде употребљава се челик S235JRG2 (Č0361). То је челик који припада групи угљеничних челика са негарантованим хемијским саставом, затезне чврстоће $370 \div 390$ МПа. Руда се састоји од две плоче димензија $210 \times 110 \times 50$ mm (слика 15.б), које су повезане уз помоћ цеви (слика 15.а), која као полазни комад има дужину 6m и пречник $\varnothing 76,1$ mm.



Слика 15. Полазни комад: а) цев, б) плоча

Након одабира цеви, као полазног комада, приступа се одсецању исте на дужину 445 mm уз помоћ тестере, на начин приказан на слици 16.



Слика 16. Одсецање

6. Обрада глодањем

Обрада глодањем се врши на вертикалној глодалици у две операције. Прва операција (слика 17.а) се врши уз помоћ чеоног глодала пречника $\varnothing 100$ mm. Глодање се врши са обе стране по леђној површини, где је предвиђена дубина глодања, по страни, 2,5 mm. Обрада се врши у три пролаза, код кога су два предвиђена за грубо скидање материјала, тзв. груба обрада, док је једна за скидање материјала у танком слоју, тзв. фина обрада. У прва два пролаза се скида по 2 mm материјала, док се трећим пролазом скине 1 mm.

Друга операција (слика 17.б) се изводи вретенастим глодалом пречника $\varnothing 17$ mm. Глодање се врши по бочним површинама комада, а укупна дебљина резног слоја по страни је 5 mm. Обрада се врши из три пролаза, од кога су два пролаза предвиђена за грубу обраду, док је завршни пролаз фина обрада комада. Грубом обрадом комада у овој операцији се скине 2 mm по пролазу, док се трећим пролазом скине 1 mm.



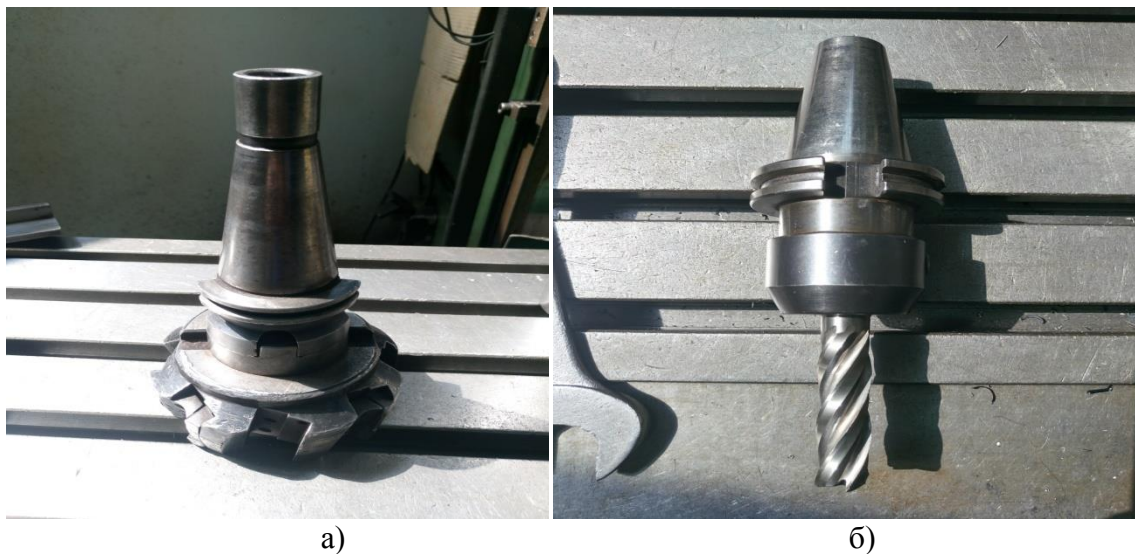
а)



б)

Слика 17. Операције глодањем: а) прва операција, б) друга операција

На сликама 18.а и 18.б су приказани алати коришћени у операцијама обраде глодањем. Чеоно глодало се састорији од 8 резних плочица, четвртастог облика, од видие².



Слика 18. Алати у обради глодањем: а) чеоно глодало, б) вретенасто глодало

Након обраде операцијама глодањем, полазни комад, плоча (слика 19) има димензије 200x100x40 mm.



Слика 19. Изглед плоче након прве две операције обраде глодањем

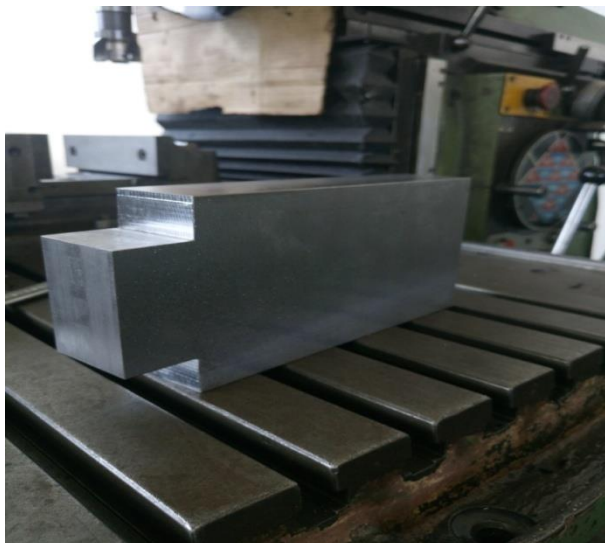
²Видиа- плочица од тврдог метала

Трећа операција глодањем изводи се чеоним глодалом са 4 резне плочице од видие, пречника Ø50 mm (слика 20). Ова операција има за циљ скидање материјала са две стране стране комада у дубини од по 20 mm по страни, као на сл. 20. Како би се добио жељени изглед комада, глодање се врши у 10 пролаза, а дубина глодања по пролазу износи 2 mm.



Слика 20. Трећа операција глодањем

Финални производ после све три операције глодањем се може видети на слици 21. Након ових операција производ има жељене димензије бокова.



Слика 21. Изглед плоче после треће операције глодањем

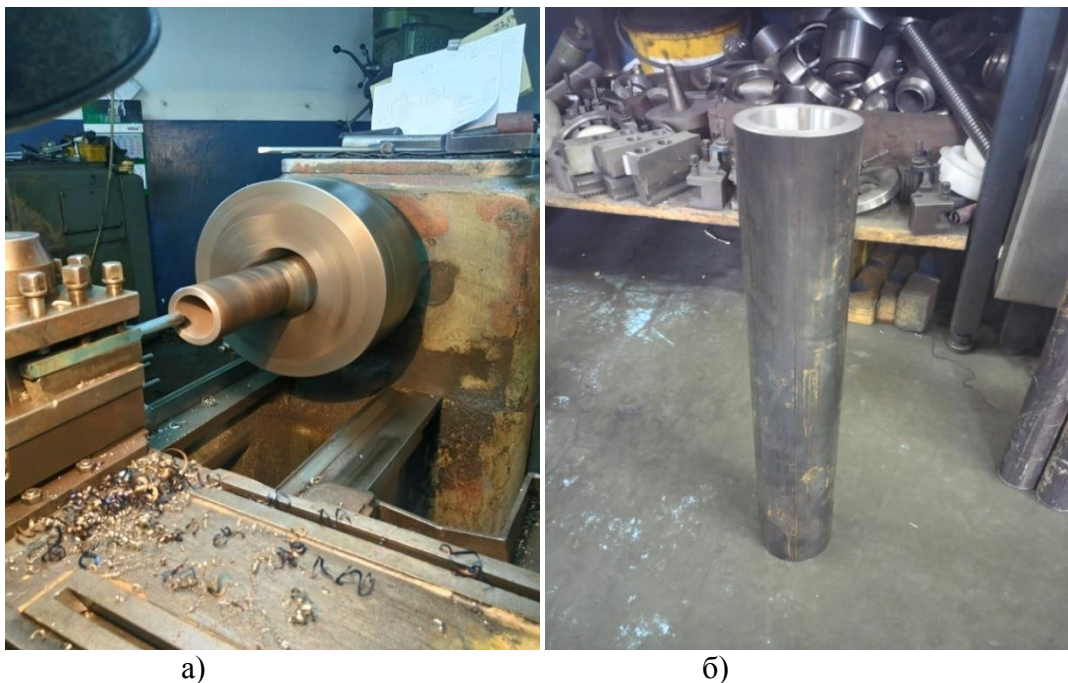
7. Обрада стругањем

Обрада стругањем има за циљ скидање одређеног слоја материјала, ради добијања жељеног облика финалног комада. Ова обрада се изводи на универзалном стругу који је приказан на слици 22.



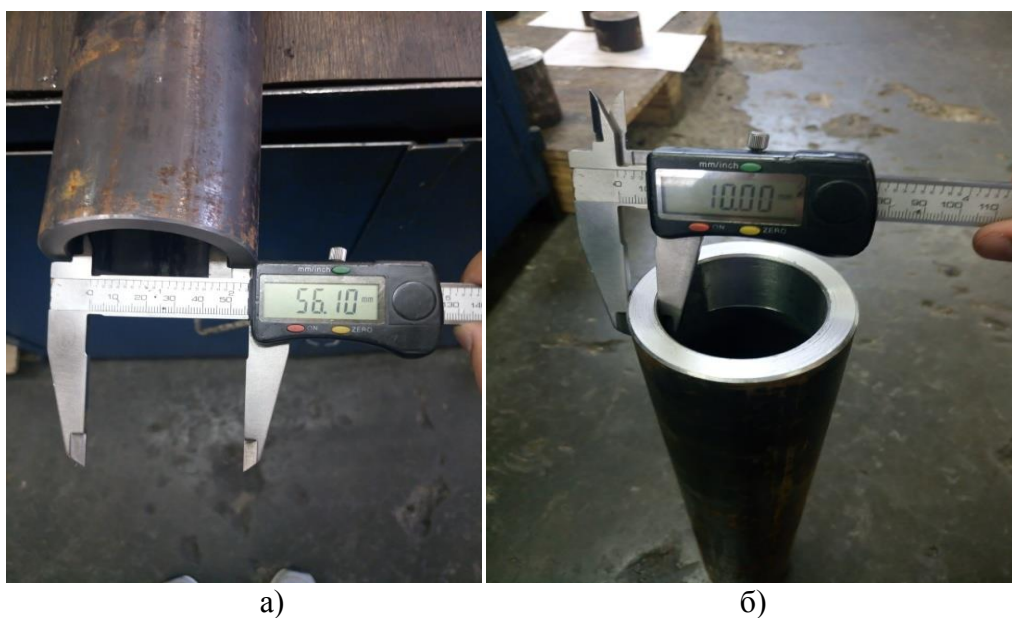
Слика 22. Универзални струг

Обрада стругањем се врши у више операција на свим деловима склопа. Прва операција у обради стругањем је бушење рупе на унапред одсеченој цеви. Поступак обраде се састоји од стезања цеви помоћу стезне главе, а само бушење се изводи помоћу бургије $\varnothing 50$. Рупа се буши кроз целу цев са исте стране у једном пролазу. Друга операција, приказана на слици 23.а је груба унутрашња обрада цеви, где је коришћен стругарски нож за унутрашњу обраду. Ова операција је неопходна због саме димензије унутрашњег пречника рупе која је нестандартна и има вредност од 56,1 mm. Нож коришћен за обраду у овој операцији је димензија 25x25 mm. Операција се врши у три пролаза, где се у сваком пролазу скине по 2 mm материјала. Трећом операцијом на стругу се добија финална унутрашња димензија комада, и њом се скида 0,1 mm материјала. Четврта операција представља обарање ивица цеви под углом од 45 степени, стругарским ножем 20x20 mm, и она представља завшну обраду стругањем овог комада (слика 23.б).



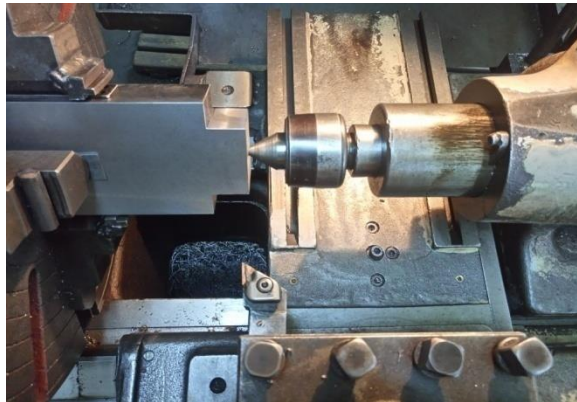
Слика 23. Обрада цеви: а) груба обрада, б) готов комад

Након обраде цеви на стругу, врши се контрола димензија цеви уз помоћ дигиталног кљунастог помичног мерила (слике 24.а и 24.б). Коначна унутрашња димензија цеви је 56,1 mm, док је дебљина зида 10 mm. Дужина обрађене цеви износи 445 mm.



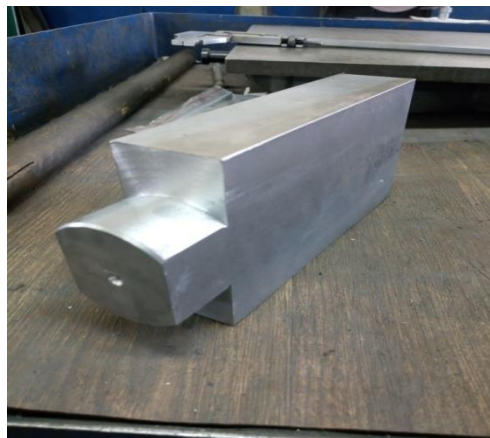
Слика 24. Контрола димензија: а) контрола унутрашње димензије, б) контрола дебљине зида

Након обраде цеви на стругу, приступа се обради плоче, па је потребно заменити стезну главу. Због карактеристичног облика комада, на струг се ставља стезна глава са 4 независна "пакна", па помоћу компаратора доводимо комад у положај за обраду. У "бор футер" се монтира забушивач, који се са футером поставља у коњић, тако постављен коњић се користи за забушивање плоче. Забушивање се врши ради стабилности предмета обраде као што је приказано на слици 25.



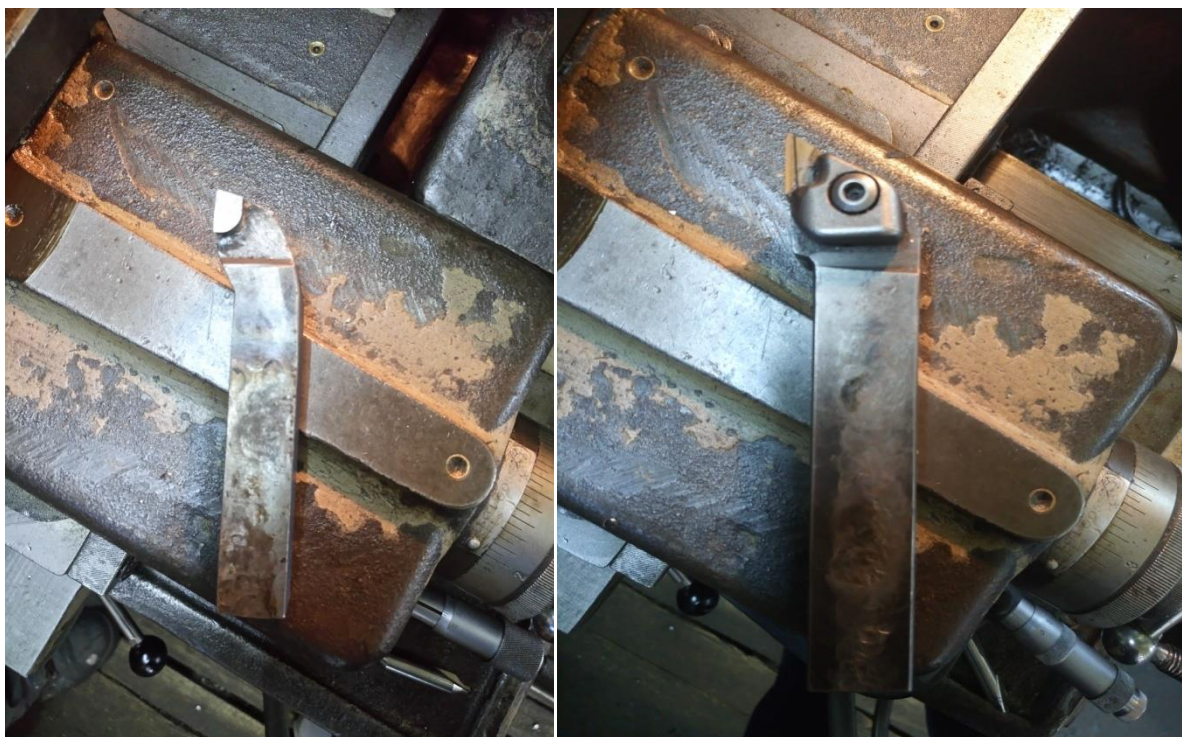
Слика 25. Забушивање предмета обраде

Обрада стругањем плоче се врши из више операција. Прва операција представља грубу обраду, друга операција фину, а трећа операција је обарање ивица. Прва операција се састоји из 5 пролаза грубе обраде. Прва четири пролаза су по 4 mm, док је пети пролаз 3 mm. Друга операција је фина обрада и она се састоји из једног пролаза у коме се отклони 1 mm материјала. Трећа операција је обарање ивица под углом од 45°. Након обраде једне плоче на стругу стављамо другу плочу и поново се доводи комад у положај за обраду помоћу компаратора и забушивача. Добијени комад после обраде на стругу је приказан на слици 26.



Слика 26. Плоча после обраде стругањем

Стругарски ножеви коришћени при обради стругањем приказани су на сликама 27.а и 27.б.



а)
б)
Слика 27. Стругарски ножеви: а) нож 20x20, б) нож 25x25

8. Обрада заваривањем

Након обраде на стругу обрађени комади подлежу контроли квалитета ради провере димензија. Након провере димензија приступа се склапању руде, тако што се у цев са обе стране поставе већ обрађене плоче. Склапање комада се изводи на месту где се врши операција заваривања. Након склапања руде, она се припрема за процес заваривања.

Технолог заваривања мора да намести руду у положај за заваривање. То се остварује помоћу компаратора и помоћу две брушене плочице. Код операције заваривања се врше две операције: пред заваривање и заваривање. Пред заваривање значи да заваривач мора да „ухвати” руду на неколико места како не би дошло до померања или кривљења руде. Заваривач заварује на четири места, као што је приказано на слици 28.



Слика 28. Пред заваривање

Другу операцију заваривања, заваривач мора извршити уз помоћ конструктора као што је приказано на слици 29.



Слика 29. Заваривање

На слици је приказано како конструктор држи предмет обраде, док заваривач изводи главну операцију заваривања. Као заштитну опрему конструктор користи рукавице, док заваривач користи заштитну маску. Заваривање се изводи помоћу CO_2 апарата (слика 30). Основне карактеристике заваривања су дате у табели 1.

Табела 1: Карактеристике заваривања

Корен вара	5 mm
Притисак у боци	8 bar
Брзина жице	12 m/мин
Дебљина жице	0,8 mm
Струја	120-140 A



Слика 30. Апарат за заваривање

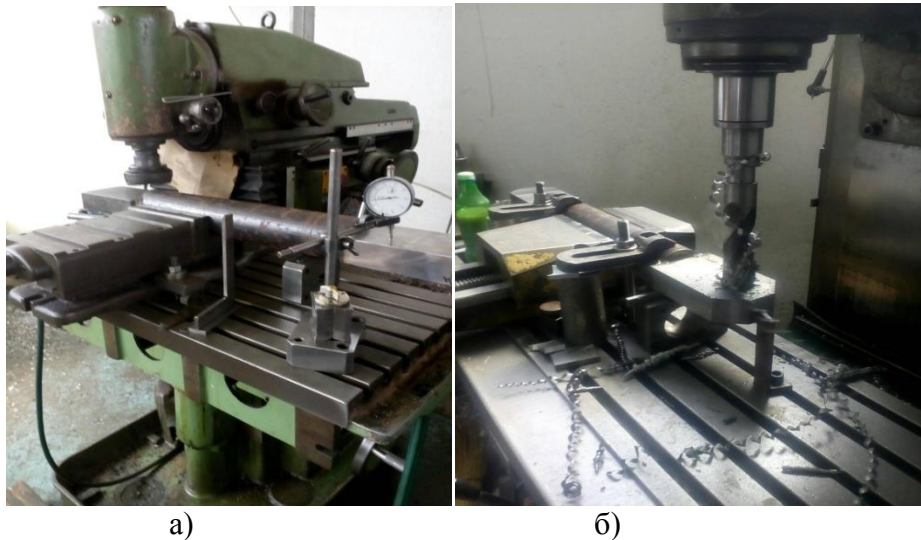
Заварен комад је приказан на слици 31.



Слика 31. Заварен комад

9. Обрада бушењем

Бушење се у овом случају не изводи на стубној бушилици, због димензија комада, јер комад не може целом својом дужином да стане на радни сто бушилице. Бушење се због тога изводи на вертикалној глодалици, јер је потребно извршити једно позиционирање комада, док би се на стубној бушилици морао комад позиционирати више пута. Поступак бушења рупа се састоји од постављања комада на сто глодалице, а затим се комад уз помоћ сат компаратора доводи у положај за обраду како би рупе на комаду биле у оси (слика 32.а). Алат који се користи при операцији бушења је бургија пречника $\varnothing 40\text{ mm}$. Бушење се изводи по целој дубини комада (слика 32.б).



Слика 32. Обрада бушењем: а) позиционирање комада, б) бушење рупе

Након бушења једне рупе, приступа се бушењу друге рупе као што је то приказано на слици 33.



Слика 33. Бушење друге рупе

9.1 Обарање ивица комада поступком глодања

Након бушења рупе изводи се још једна операција на глодалици а то је обарање ивица (слика 34). Руда се мора заокренути, што значи да мора опет да се позиционира тј да се доведе у положај за обраду. Због величине руде, руда се поставља у хоризонталан положај, док се алат заокраће за 45° . Обрада се врши чеоним глодалом са четири резне плочице (слика 35). Обарање ивица се врши под углом од 45° . Операција обарање ивица се састоји из грубе и фине обраде. Груба обрада се састоји из 10 пролаза по 2 mm, а фина из једног пролаза од 1 mm.



Слика 34. Обарање ивица



Слика 35. Чеоно глодало

10. Контрола квалитета

Контрола квалитета се састоји из:

- контроле делова у току израде и
- завршне контроле након свих операција израде комада.

У току израде комада контролор је у обавези да врши контролу делова након сваке операције. Ова контрола је веома важна због ранијег откривања могуће грешке, која спречава наставак даље израде комада.

Након свих операција израде, готов комад се односи на завршну контролу у контролној сали. Контролор уз помоћ мерних уређаја врши детаљну анализу свих

димензија комада и за сваки део појединачно пише извештај о исправности делова. На слици 36 приказан је део сале за контролу делова на којој се види завршени комад, као и мерни алат помоћу којег је извршена контрола.



Слика 36. Контролна сала са мерним алатом за контролу

11. Готов производ

Након свих обрада и контроле квалитета, руда се премазује заштитним слојем уља против корозије а након тога пакује и шаље клијенту. На слици 37 приказан је изглед готовог производа који је спреман за испоруку клијенту.

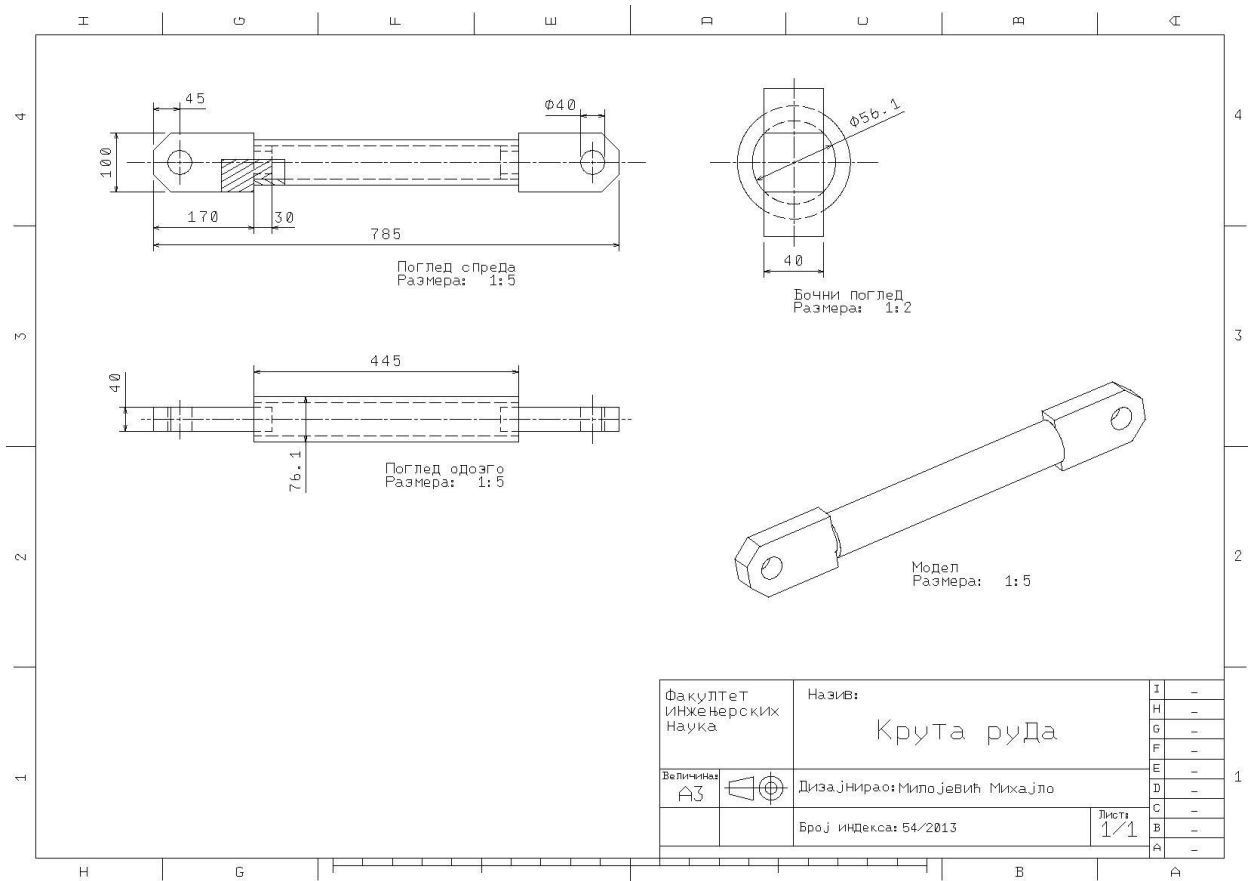


Слика 37. Готов производ

12. Израда 3D модела руде

Завршни рад поред већ изнетог, садржи и израду 3D модела руде из производног програма „Orion world”. Руда је моделирана у програмском пакету CATIA, а израда модела руде реализована је из више корака.

На слици 38 се може видети технички цртеж руде.



Слика 38. Технички цртеж руде

13. Закључак

У оквиру завршног рада детаљно је описан технолошки поступак израде руде од полазног комада па све до готовог производа. Такође је представљена реална слика о томе како изгледа један машински део у сваком тренутку процеса израде до самог финалног производа.

Спровођењем стандардне процедуре извршена је израда радионичког цртежа на основу кога се машински део израђује.

Поред свих технолошких операција наведени су сви алати и машине које су коришћене у изради овог дела који се пласира на тржиште. То су машине старијег типа које су још увек у употреби, у многим замењују људски рад а истовремено је и њихов рад доста поуздан, ефикасан, рентабилан и економичан. Међутим, како наука све брже напредује и како све више има иновација, реално је очекивати развој нових савремених машина које ће их полако али сигурно потиснути из употребе и уступити им место у производном циклусу.

14. Литература

- [1] <http://tehnickadokumentacija.blogspot.rs/> приступљено: 13.09.2017
- [2] Л. Ивановић, Техничко цртање са компјутерском графиком – скрипта, Крагујевац, 2008.
- [3] <https://sites.google.com/site/wwwzoraneljkovic/energetika>
приступљено: 16.09.2017
- [4] <https://cicakslavka.wordpress.com/vii-razred/tehnologija-obrade-materijala>
приступљено: 22.09.2017
- [5] М. Лазић, Б. Недић, Производне технологије- Обрада метала резањем, Крагујевац, 2007.
- [6] М. Јовановић, В. Лазић, Технологија заваривања и ливења - скрипта, Крагујевац, 2007.
- [7] <https://var.rs/sve-o-zavarivanju/migmag-zavarivanje-co2-zavarivanje>
приступљено: 03.10.2017