

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Пројектовање технолошких процеса

Број индекса: 360/2016

Немања С. Тешић

**Развој технолошког поступка обраде на примеру микро
предузећа**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Милан Ерић -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Катедра за: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Предмет: ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА

МАСТЕР РАД

са темом:

Развој технолошког поступка обраде на примеру микро предузећа

За кандидата: Немању Тешић, број индекса: 360/2016

Задатак: У оквиру мастер рада кандидат треба да проучи литературу и презентира развој технолошког поступка обраде на примеру конкретног микро предузећа.

Радам обухватити: Уводна разматрања везана за микро предузећа, функцију развоја, пројектовање технолошких процеса; нормативне елементе за дефинисање технолошких поступака; конкретне студијске примере. На крају рада дати закључна разматрања и литературу.

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК
Проф. др Милан Ерић

Крагујевац, 2019. год.

За Немању Тешића

Израда о самосталној изради рада

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

Немања Тешић 360/2016

(потпис)

РЕЗИМЕ

У оквиру мастер рада извршена је анализа података везаних за технологију обраде у микро предузећу. У другом делу рада описани су технолошки процес као и део производног процеса. У трећем поглављу објашњено је уопштено планирање производње и нормативи рада. Четврто поглавље нам показује неке од технологија обраде које су веома заступљене у машинству. Тема је покривена примером који је описан на крају задатка.

Кључне речи: технологија, обрада, време, развој.

SUMMARY

Within the master work, the analysis of data related to processing technology in the micro enterprise was carried out.. The second part of the paper describes the technological process as well as the part of the production process. The third chapter explains general production planning and work norms. The fourth chapter shows us some of the processing technologies that are highly represented in mechanical engineering. The subject is covered by an example described at the end of the task.

Key words: technology, processing, time, development.

САДРЖАЈ

1. Уводна разматрања	8
2. Технолошки процес као и део производног система	10
2.1. Производни процес	11
2.2. Технолошки процес и његова структура	12
2.2.1. Елементи технолошког процеса	12
2.2.2. Типизирани припремно-завршни захвати су.....	13
3. Планирање производње	15
3.1. Утврђивање капацитета производње – грубо терминирање.....	16
3.2. Планирање фонда радног времена.....	17
3.3. Норматив рада	17
3.4. Расподела рада.....	18
3.5. Фино терминирање.....	18
4. Технологије обраде	20
4.1 Обрада метала резањем.....	22
4.1.1. Поступци обраде метала резањем.....	22
4.1.2. Основи процеса резања	26
4.1.3. Основна кретања алата и предмета обраде.....	28
4.1.4. Основна геометрија резног алата.....	29
5. Пројектовање технолошких процеса.....	32
5.1 Технолошки поступак обраде и прорачун времена обраде	40
5.1.1 Прорачун и усвајање димензија полуфабриката цеви за кућиште	40
5.1.2 Прорачун и усвајање димензија полуфабриката шпингле са навртком.....	43
5.1.3 Прорачун и усвајање димензија полуфабриката навртке	49
6. Процес монтаже	54
6.1 Спајање	54
6.2 Руковање.....	55
6.3 Контрола, подешавање и посебне функције	56
6.4 Израда плана процеса монтаже.....	56
6.5 Технички цртежи и потребна упутства за монтажу натезних глава	58

7. Закључак.....	62
8. Литература.....	63

1. Уводна разматрања

Развој и потребе тржишта главни су покретачи развоја индустријске производње. Кроз године тржиште је постало толико широко и попуњено разноликим производима, да су купци постали примарни фактор, који диктира промене на тржишту.

Према томе, тржиште је непрестано подложно сталним променама и од производних подuzeћа тражи константни ангажман око снабдевања тржишта новим производима, одређеног квалитета, у одређеној количини, допремљено на одређено место и у одређеном року, уз прихватљиву цену.

Предузеће које се не може прилагођавати захтевима тржишта, неће дугорочно бити конкурентно нити на тржишту, а према томе нити у индустријској грани у којој обавља своје пословање.

Стабилност свог пословања и конкурентност на тржишту предузеће може осигурати улагањем ресурса у облику знања у развој основних сектора предузећа - набавни, продајни, технички, рачуноводствени и кадровски сектор. У један од техничког сектора спада и производња.

Како би производња реализовала сврху свог постојања, а то је снабдевање купаца тачно оном робом коју купац жели, на тачно утврђеном месту, у предвиђено време и с одређеном висином квалитета, потребна је организација, управљање и контрола целог система.

У микро правна лица разврставају се она правна лица која не прелазе два од следећих критеријума:

- 1) просечан број запослених 10;
- 2) пословни приход 700.000 ЕУР у динарској противвредности;
- 3) просечна вредност пословне имовине (израчуната као аритметичка средина вредности на почетку и на крају пословне године) 350.000 ЕУР у динарској противвредности.

Што се тиче проблема у организовању производње, највећи број предузећа истиче проблем сопствених средстава за нова улагања и инвестиције (услед ниске рентабилности и немогућности акумулације), као и проблем пласмана, односно откупа и наплате.

У овом раду су описане технологије обраде и производња натезних глава у Металостругарској радњи ТНТ која се налази у селу Брђани код Горњег Милановца. Као што се може уочити нагли развој ове привредне гране која афирмацијом нових производа осваја, не само наше, већ и светско тржиште, а нарочити европско. Приликом израде и конструисања машина и објеката за овај вид производње морају се узети у обзир сви стандарди који су већ наведени.

У другом поглављу описани су и наведени технолошки процеси као и део производног процеса.

У трећем поглављу приказано је уопштено планирање производње као и нормативи времена.

У четвртом поглављу приказане су технологије обраде метала које се често користе у пракси.

У петом поглављу извршено је нормирање времена и приказане су технологије које су употребљене за поједине делове натезних глава.

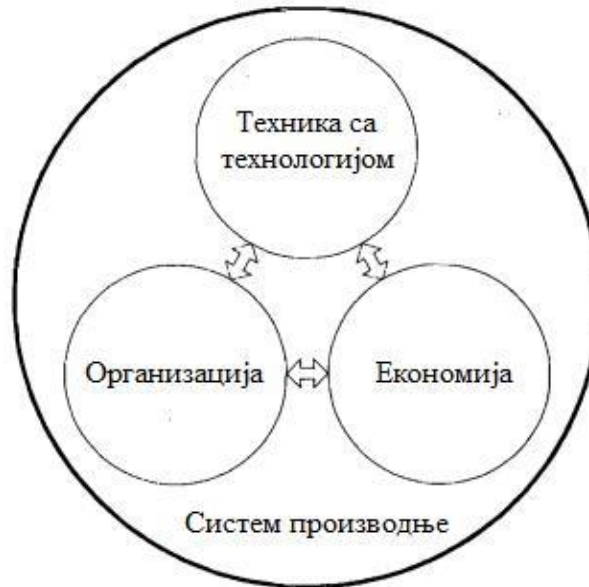
У шестом поглављу описан је уопштен процес монтаже као и процес монтаже натезне главе.

Приликом изливања одређеног стуба у грађевини најпре се постављају дрвени калупи који се пуне бетоном. Дрвени калупи сачињени су од оплата да би се те оплате причврстиле помоћу жице потребно их је добро натегнути. Као алат за натезање користи се Натезна глава која помоћу зубића и шпингле са навојем примиче оплату колико је потребно.

Натезна глава је сачињена од кућишта у облику цеви са постољем. Унутар кућишта уграђена је шпингла са навојем, на коју је постављена плочица са зубићима. Плочица се утискује у жицу и тако је учвршћује.

2. Технолошки процес као и део производног система

Основне претпоставке савремене производње су, да се обезбеди што је могуће бољи квалитет производа уз минимално улагање која прате све фазе од иницирања до његове успешне реализације на тржишту.



Слика 2.1: Систем производње[2]

Систем производње се састоји три основна подсистема који су међусобно у узајамној спрези, чији је заједнички циљ стварање рационалних и економичних материјалних добара.

Ова три подсистема:

- Техника са технологијом,
- Организација и
- Економија производње.

Гледано у ужем смислу технологија је наука о материјалима средствима и поступцима помоћу којих се одговарајућем производу, почев од сировина преко прерађеног материјала, уз коришћење природних закона, даје употребна вредност. Организација производње обухвата распоређивање и уређивање радних ходова односно формирања производних процеса. Она повезује и уређује елементе производње помоћу поступака, методе и средстава организације при чему су сви циљеви усмерени према оптимизацији технолошког процеса.

Економија производње изучава економске чиниоце и услове рационалног и ефикасног коришћења човечијег рада, средстава за рад и предмет рада у производњи.

Један од услова организовања производног система у сврси сходну целину функција и процеса јесте увођење ефикасног система информисања. Информацијама се врши повезивање појединих подсистема у радну целину и интегрисање производног процеса са пословима и истраживачко –развојним процесима као и са окружењем радне организације.

Производне информације су са повратним дејством и садрже скупове података о извршеној активности са евентуалним описом резултата активности.

2.1. Производни процес

Под производним процесима подразумева се све оно што се збива са предметима рада од уласка сировина у производњу до изласка готових производа.

Производни процеси се састоје из следећих седам елементарних процеса:

- Рад на производним радним местима,
- Контрола квалитета,
- Унутрашњи транспорт,
- Ускладиштење у производњи,
- Превентивна заштита на раду,
- Превентивно одржавање средстава за рад и
- Обезбеђење енергије и флуида за производњу.

Шема елементарних процеса илустрована је на сл. 2.2



Слика 2.2: Структура производног процеса [2]

Пројектовани производни процес значи пројектовати свих седам елементарних процеса производње са нормативима:

- Времена,
- Материјала,
- Енергије и флуида,
- Потребних радника и машина,

- Уређаја и инсталација,
- Просторија, зграде и круга радне организације и
- Прелазних путева.

Производне процесе можемо поделити на: **главне, споредне и помоћне**. Главни процеси обухватају израду готових производа за које сви уређаји, подсклопови или склопови не морају бити урађени у оквиру главних процеса. Ови делови се могу израђивати у оквиру неког другог склопа споредног и који за себе чине засебну целину. У помоћне процесе спадају енергетика, алатница, одржавање, унутрашњи транспорт и сл.

2.2. Технолошки процес и његова структура

Технолошки процес представља стварање материјалних добара који је на најцелисходнији начин прописан технологијом.

Технолошки процес треба да буде тако пројектован да се обезбеди максималан учинак при нормалном напору радне снаге. Режим рада, машине, алати и прибори такође мора да обезбеде максималан учинак уз минималне губитке и улагања.

Према GOSTU-и 14.301-73 пројектовање технолошког процеса укључује пак следеће активности:

- Избор полуфабриката
- Избор технолошких база
- Утврђивање типа технолошког процеса
- Дефинисање поступака и садржај операција, избор потребне технолошке опреме укључујући и средства за контролу и испитивање,
- Утврђивање режима рада,
- Дефинисање нормативних елемената процеса,
- Избор профила и квалификације радне снаге
- Избор средстава механизације и аутоматизације појединих елемената технолошког процеса као и транспортних средстава,
- Израда технолошких основа производних-организацијских јединица као и разрада кретања предмета обраде и отпадних материјала, и
- Формирање потребне радне документације

2.2.1. Елементи технолошког процеса

При изради једног производа технолошки процес се расчлађава на технолошке поступке (слика 2.3). Под технолошким поступком се подразумева скуп свих обрада на предмету обраде које се изводе на одговарајућим машинама уз примену потребног резног, стезног и мерног алата као и режиме обраде. Елементи технолошког поступка су операције.

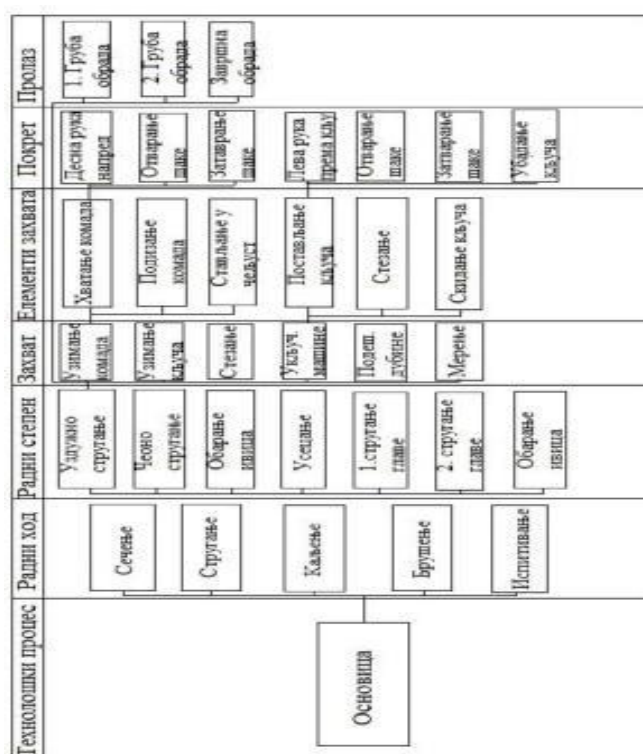
Под операцијом су обухваћени сви радови на једном предмету обраде од момента његовог узимања до момента одлагања на предвиђено место.

У оквиру једне операције може да постоји више подоперација. Под операција представља један положај предмета обраде у односу на машину и стезни прибор.

Подоперација се расчлањава на захвате. Под захватом се подразумева истовремено дејство једног или више алата на једну или више обрађиваних површина једног предмета обраде при непроменљивом режиму обраде.

2.2.2. Типизирани припремно-завршни захвати су:

- Пријем и проучавање техничке документације (цртежи, операције и радне листе),
- Пријем и преглед материјала,
- Пријем и преглед специјалног алата,
- Пријем и подешавање машине предаја пробног комада контроли,
- Предаја обрађених комада,
- Предаја документације.



Слика 2.3: Примери расчлањавања технолошког процеса [2]

Типизирани захвати израде су:

- стављање предмета обраде на машину,
- подешавање предмета обраде,
- стезање предмета обраде,
- подешавање машине (уколико је неопходно за сваку операцију),
- обрада,
- заустављање машине,
- мерење и контрола и
- отпуштање и скидање предмета обраде са машине.

Сви поменути захвати имају за циљ да омогуће извршење захвата **обраде**. Захвати обраде се деле на пролазе, пролазом се врши скидање слоја материјала предмета обраде једним алатом.

3. Планирање производње

Први и темељни задатак код планирања производње је темељно испланирати и евидентирати слободне и заузете капацитете у производњи. Тај поступак називамо грубим терминирањем и он укључује, на темељу претходно утврђеног плана производње, одређивање почетка и завршетка сваке радне операције, одређивање почетка и завршетка сваког производног циклуса те утврђивање расположиве радне снаге. Након утврђивања расположивости слободних и заузетих капацитета производње, приступа се планирању и осигуравању потребних улазних материјала – сировина или полупроизвода из властите производње или од коопераната, те вођење евиденције о истима.

Како би производња могла несметано кренути и тећи, процес планирања производње укључује и планирање и набавку потребних средстава за рад у виду производних машина, опреме и алата, те вођење евиденције о истима. На крају, да би се производни процес уопште могао покренути, потребно је израдити и лансирати радну документацију, темељену на технолошкој документацији, а с циљем издавања на радна места.

На темељу изнесених темељних задатака, можемо закључити да се планирањем производње мора предвидети све потребно да се право добро осигура несметани рад производње. Исто тако, са сваким се планирањем мора рачунати и са непредвиђеним ситуацијама, које се при изради технолошког плана нису могле предвидети. [2]

Оперативни (месечни) планови производње стварају се ради планирања производње за месец дана унапред, у току текућег месеца. Овим планом утврђује се, који ће се производи производити и у којим количинама, служи за осигуравање сировина, алата, капацитета машина и људи, одређује потребан број смена, продужени рад радника у производним погонима, служи за припрему и лансирање радне документације у производњу.

Према томе, месечни планови служе за планирање и праћење капацитета производње, планирање и осигуравање предмета рада и планирање фонда радног времена. За правовремено стварање месечних планова производње, сектор продаје мора служби доставити свој месечни план продаје најмање 5 дана пре почетка израде месечног плана производње.

Термински (недељни) планови производње, често се у пракси називају и фино планирање или фино терминирање и део су оперативног плана производње. Њиме је дефинисан редослед смањивања радних налога на радним местима, односно они дефинишу сваку радну операцију за сваки појединачни производ који се израђује, за свако радно место и сваког радника. [3]

3.1. Утврђивање капацитета производње – грубо терминирање

Распон послова које је потребно извршити у директној производњи најпре зависи од расположивим и заузетим капацитетима производње. Утврђивање слободних и заузетих капацитета производње подразумева одређивање датума почетка и завршетка предвиђеног производног циклуса, унутар њега одређивање почетка и завршетка сваке радне операције током које се израђују полупроизводи или готови производи те потребан броја расположиве радне снаге која ће је у извршењу истих.

Утврђени капацитети бележе се у дневним евиденцијама капацитета сваког радног места те на тој равни омогућују праћење уских грла у производњи, али и оних радних места која не представљају уска грла, већ повремено могу обзиром на расположивост капацитета постати критична.

Дневне евиденције капацитета радних места обједињене чине оперативни план производње, а могу се водити на два начина – за свако радно место појединачно или по групама радних места (односи се на групе машина или групе радника који обављају исту радну операцију).

При сваком планирању и одређивању капацитета могу се појавити проблеми повећаног или премалог капацитета на појединим радним местима. Стога је потребно провести уравнотежење истих, уз примену две могућности:

- Допуњавањем неоптерећених капацитета:
 - римањем ситних наруџби,
 - изработом полупроизвода, који ће се монирати тек у неком од наведених оперативних планских раздобља,
 - јачим активирањем продајне службе за добијање додатних послова.
- Растерећењем преоптерећених капацитета:
 - део операција које оптерећују одређено радно место премешта се на друго радно место с мањим капацитетом оптерећења,
 - увођењем прековременог рада,
 - кориштењем спољних услуга,
 - инвестирањем у набавку нових машина,
 - увођењем рада у више смена.

На темељу коначно одређених капацитета, планер производње може дати увид у време потребно за извршење неке радне операције, тј. израду неког полупроизвода или готовог производа. [4]

3.2. Планирање фонда радног времена

Служба мора дати одговор сектору продаје на питање је ли или није могуће произвести у захтеваним роковима одређени асортиман производа и у одређеним количинама. Да би могла дати тачан одговор, потребно је да поседује технолошку документацију добијену од службе технолошке припреме производње, на темељу које ће разрадити укупан фонд потребних радних сати за израду одређене количине предвиђеног производа, те направити прорачун постојећег фонда радних сати у одређеном периоду за план за који се разрађује.

На темељу тачно одређеног фонда радних сати, може дати одговор сектору продаје о могућностима производње конкретног производа те ће на темељу тога сектор продаје моћи мењати план продаје према потреби. [4]

3.3. Норматив рада

Норматив рада је попис података, који у танчине одређују израду сваке радне операције за сваки појединачни производ, који се производи. Норматив рада разрађен је у документу, који се назива операцијским листом и он је део технолошке документације добијене од службе за технолошку припрему производње. Норматив рада мора садржавати податке о:

- редном броју операција које ће се изводити,
- одредити погон и радна места у погону на којима ће се наведене радне операције изводи-ти,
- опис израде операција,
- попис алата и материјала који ће се користити,
- припремно завршно време потребно за извршавање операције,
- време потребно за израду појединачног комада производа. [2]

На темељу норматива рада из технолошке документације, саставља преглед радова за сваки производ појединачно, према којем мора бити одређен тачан број радних сати, који ће бити потребни за израду сваке поједине радне операције, тачно место израде поједине радне операције и капацитети радних места у сатима. Тачан број радних сати за израду поједине операције, рачуна се према следећој формули:

$$Ti = T_{pz} + n \cdot t_1 \quad (1)$$

где је:

T_i – укупно потребно време на и-тој операцији за израду **n** комада производа,

T_{pz} - припремно завршно време потребно за припрему машине за отпочињање радне операције,

n – број комада производа, који ће се израђивати или делова производа,

t_1 – време потребно да се изради један комад одређеног производа у одређеној операцији.

Према формули можемо закључити да је тачан број радних сати потребних за израду поједине операције једнак збиру припремно завршног времена са умношком броја комада производа, који ће се производити и времена које је потребно да се произведе један комад одређеног производа.

Од свих горе наведених параметара, за израчун потребног броја сати, неопходни су припремно завршно време и време потребно за израду једног комада производа, без којих би се време могло само процењивати.

3.4. Расподела рада

Расподелу рада планери производње називају још и финим терминирањем или фино планирање. Фино терминирање врши се унутар службе за организовање производње, тј. обављају га пословође погона у сарадњи са технолозима производње.

Како фино терминирање изискује много времена, обично пословођама и технолозима недостаје времена за надзор над радницима током обављања радних операција и правовремени утицај на исправљање могуће уочених грешака. Стога се обично у ту сврху (зависно од организацијске структуре) организује додатна служба унутар службе организације предузећа - служба расподеле рада, која послове финог терминирања преузима на себе.

3.5. Фино терминирање

Фино терминирање базира се на разradi месечног плана производње, тако да се може организовати производња за период у идућа два радна дана. Таквом разрадом плана омогућено је планирање послова које је потребно одрадити унутар два дана, одређивање радника, који ће те послове обављати, одређивање машина на којима ће се ти послови обављати и одређивање потребних материјала за израду тих послова. Стога као темељне послове службе за расподелу рада можемо навести:

- За примање радне документације од пословође и технолога службе организације производње,

- припрему радне документације за свако радно место – одредити радну операцију која се овог трену треба започети изводити и одредити радну операцију која ће се изводити након тренутне радне операције,
- доставити на радно место све материјале, алате, направе и материје која ће омогућити да радник што пре почне с изведбом радне операције,
- правовремено доставити на радно место све потребне материјале, алате, направе и материјала за идућу радну операцију,
- организовати унутарњи транспорт за опрему полупроизвода према идућем радном месту или складишту полупроизвода; или отпрему готовог производа до складишта готових производа,
- водити бригу око извршења рокова код израде полупроизвода или готових производа,
- правовремено обавештавати контролоре око спремности произведене робе за поступак контроле,
- слање радне документације и комуницирање са осталим секторима предузећа са којима је сарадња неопходна,
- одређивање задатака интерног транспорта.

Према наведеним задацима, можемо закључити да је посао расподеле рада уско везан за припрему радних места пословима довољно времена унапред, и правовремену припрему радних места свиме што је потребно за извођење радних операција; стога наведене задатке можемо кратко дефинирати као терминирање

4. Технологије обраде

Технологија обраде проучава проблематику израде и обликовања готових делова. Зависно од основних принципа уклањања вишка материјала и обликовања готових делова (корићењем механичке или других видова енергије) технологије обраде се деле на :

- технологије механике обраде,
- неконвенционалне поступке обраде.

У технологије обраде спадају и нови поступци обраде као што су поступци: високопродуктивне обраде, обраде на суво, без примене СХП, брзе израде прототипа, микро обраде, нано обраде и др.

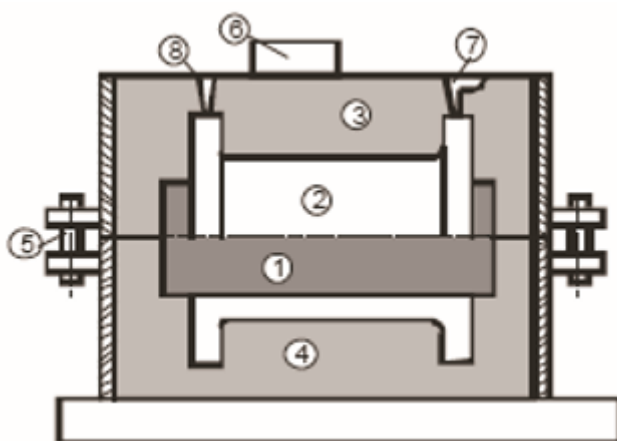
Технологија механичке обраде проучава проблематику израде и обликовања готових делова механичким путем (деловањем алата на предмет обраде). Поступци механичке обраде се деле на поступке:

- са уклањањем вишка материјала (са скидањем струготине),
- без уклањања вишка материјала (без скидања струготине).

Обрада без скидања струготине обезбеђује обраду и обликовање без или са незнатним уклањањем вишка материјала. То су поступци обраде:

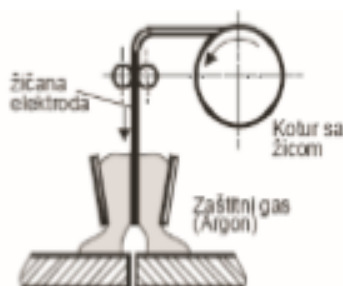
- ливењем,
- спајањем,
- деформисањем.

Обрада ливењем, слика 4.1, обухвата ливење челика, сивог лива, обојених метала и нематала у песку, кокили, под притиском, у облику кошуљице, центрифугално и др. [6]



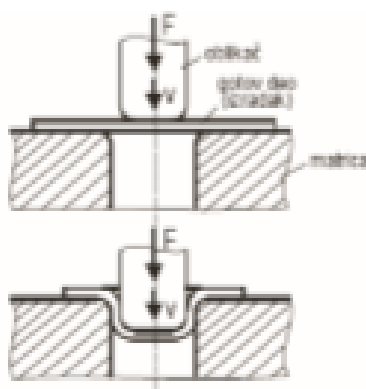
Слика 4.1. Ливење челика [6]

Обрада спајањем обухвата поступке закивања, лемљења, заваривања, лепљења и др.



Слика 4.2. МИГ поступак заваривање у заштити аргона топљивом металном електродом [6]

Обрада деформисањем представља поступке ковања, просецања и пробијања, дубоког извлачења слика 4.3, савијања и др.

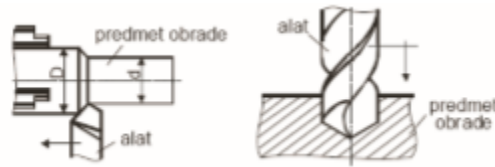


Слика 4.3. Обрада метала дефор мисањем: дубоко извлачење лима[6]

Обрада са скидањем струготине подразумева поступке обраде код којих се обликовање остварује уклањањем вишка материјала, слика 4.4. То су:

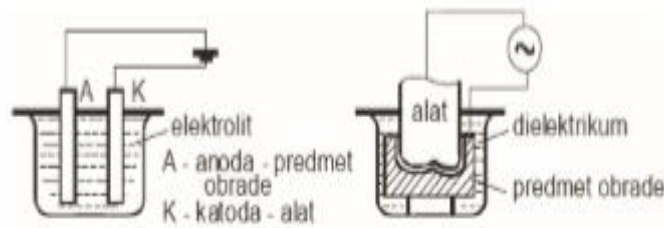
- браварски радови - ручна обрада (сечење, турпијање ...),
- обрада метала резањем.

Обрада метала резањем (стругање, бушење, глодање...) је поступак обликовања уклањањем вишка материјала механичким путем алатима најчешће знатно веће тврдоће од тврдоће материјала предмета обраде.



Слика 4.4. Обрада метала резањем: обрада стругањем, обрада бушењем[6]

Неконвенционални поступци обраде (NPO, електрохемијска-ЕСМ, електроерозиона -EDM, ласерска обрада ...) су поступци обликовања уклањањем вишка материјала различитим физико-хемијским механизмима, коришћењем електричне, хемијске, светлосне, магнетне и других видова енергије. [6]



ЕСМ- електрохемијска обрада

EDM - електроерозиона обрада

Слика 4.5. Неконвенционални поступци обраде[6]

4.1 Обрада метала резањем

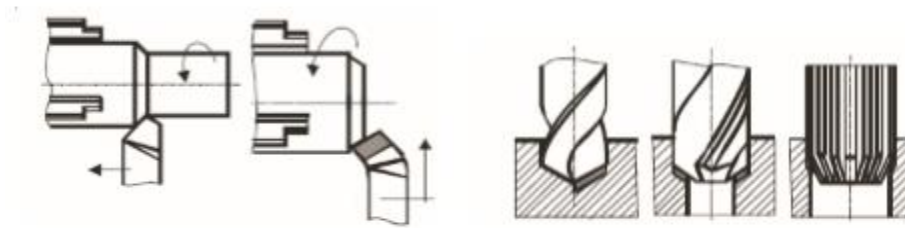
4.1.1. Поступци обраде метала резањем

Поступци обраде метала резањем (ОМР) су поступци обликовања (промене облика, димензија, хrapавости обрађене површине и карактеристика површинског слоја) уклањањем вишка материјала механичким дејством резног алата на предмет обраде. Најчешће се разврставају на поступке :

- претходне - грубе обраде,
- завршне - фине обраде

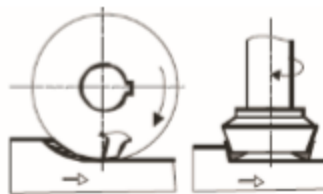
Поступци претходне обраде (стругање, бушење, глодање, рендисање ...) имају, првенствени, циљ да уклоне што већу количину материјала. Поступцима завршне обраде (развртање, провлачење, брушење, хоновање, леповање ...) се остварује захтевани квалитет обраде (тачност и квалитет обрађене површине).

Основни поступци ОМР су: стругање, бушење, глодање, тестерисање (одсецање), рендисање, провлачење, брушење и глачање (леповање, суперфиниш, хоновање и полирање). [6]

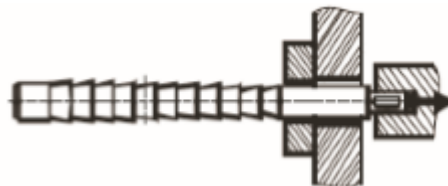


а) Стругање: уздужно и попречно б) Бушење: бушење, развртање, проширивање

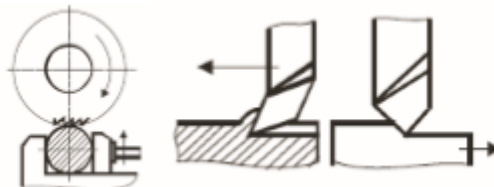
Слика 4.6. Поступци обраде метала резањем: алати дефинисане геометрије[6]



а) Глодање: обимно, чеоно

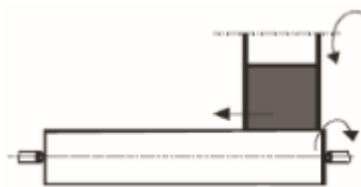


б) Провлачење



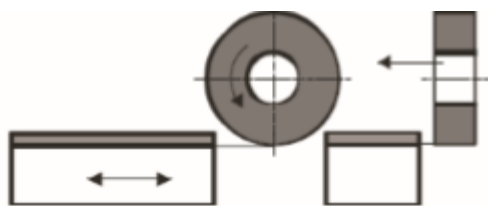
ц) Одсецање и рендисање

Слика 4.6. Поступци обраде метала резањем: алати дефинисане геометрије [6]



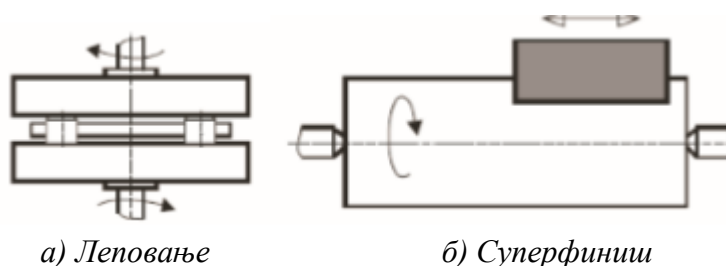
Спољашње кружно брушење

Слика 4.7. Поступци обраде метала резањем: алати са недефинисаном геометријом [6]

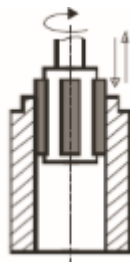


Равно брушење

Слика 4.8. Поступци обраде метала резањем: алати са недефинисаном геометријом [6]



Слика 4.9. Поступци обраде метала резањем: алати са недефинисаном геометријом [6]



Хоновање

Слика 4.10. Поступци обраде метала резањем: алати са недефинисаном геометријом [6]

Полирање представља обраде метала резањем (алати са недефинисаном геометријом) а изводи се еткама, обртним дисковима и електрохемијским путем.

Поступци ОМР се разврстају и према облику обраиваног дела на поступке, слика 4.11:

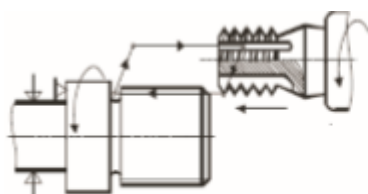
- обраде ротационих делова (осовине, вратила ...),
- обраде призматиних површина (кућишта, блокови мотора ...),
- израде навоја (спољашњег, унутрашњег ...),
- израде зупчаника (цилиндричних, коничних ...),
- израде ожљебљених вратила
- обраде призматичних површина (кућишта, блокови мотора ...)
- израде навоја (спољашњег, унутрашњег ...)
- израде зупчаника (цилиндричних, коничних ...)
- израде ожљебљених вратила и др.



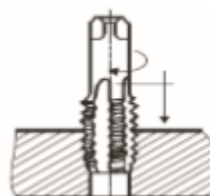
Спољашњи навој



Унутрашњи навој

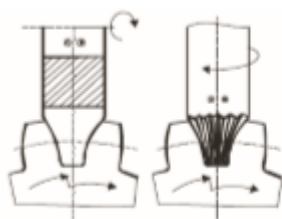


Израда навоја вретенастим глодалима

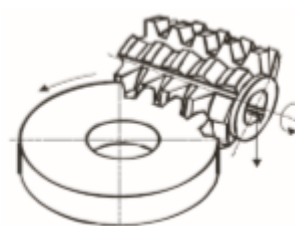


Израда навоја бушењем

Слика 4.11. Поступци израде навоја

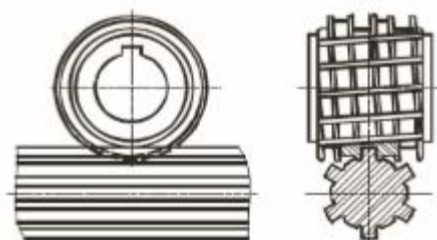


*Израда зуба зупчаника појединачним
Резањем*



Израда зупчаника релативним котрљањем

Слика 4.12. Поступци израде зупчаника [6]



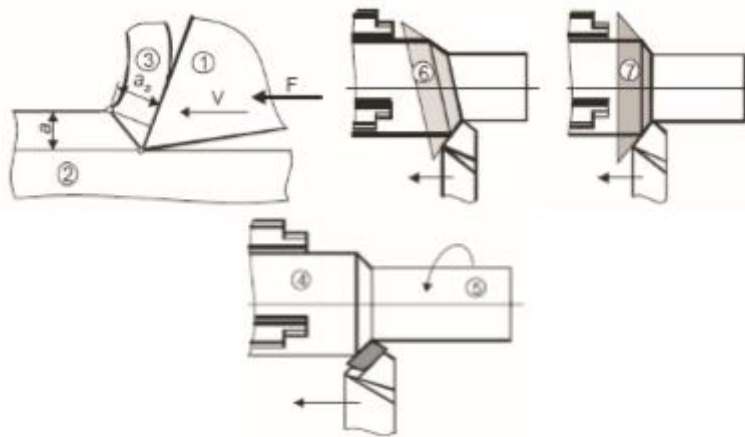
Слика 4.13. Поступци израде ожљебљених вратила [6]

У поступке ОМР се често убрајају и комбиновани поступци обраде као што су поступци: вибрационог резања, обраде у абразивној средини, обраде на повишеним температурама, ојачања површинских слојева деформисањем, нарезивања и сл. То су

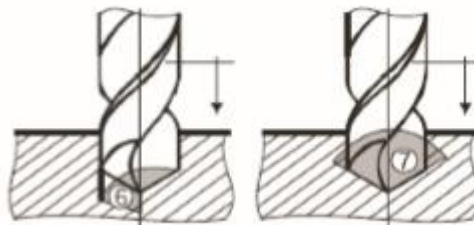
различити поступци којима се обезбеђује побољшање ефекта обраде класиних поступака.

4.1.2. Основи процеса резања

Процес резања настаје продирањем резног клина алата (1), брзином v , у материјал предмета обраде (2), слика 4.19. Продирањем резног клина алата, под дејством спољашње силе (силе резања F), долази до претварања вишка материјала дебљине a (дубина резања) у струготину (3) дебљине a_s .



Слика 4.14. Основи процеса резања: обрада стругањем [6]



Слика 4.15. Основи процеса резања: обрада бушењем [6]

У процесу резања се уоавају три основне површине:

- обрађивана површина (4),
- обрађена површина (5),
- површина резања (6).

Обрађивана површина је површина која претходи обради и налази се испред резног клина. То је површина која се потпуно или делимићно уклања у процесу резања. Обрађена површина је површина настала као резултат процеса резања. Налази се иза резног клина и карактерише је тачност облика и димензија, површинска храпавост и величина и особине површинског слоја. Површина резања је површина предмета

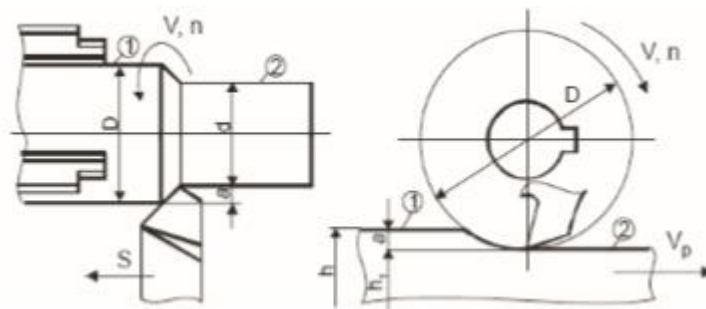
обrade која се налази у директном контакту са резним алатом. То је површина коју образује резна ивица алата у току резултујућег кретања. [6]

Две групе основних параметара обраде су:

- технолошки параметри обраде,
- геометријски параметри обраде.

Технолошки параметри обраде су, слика 4.21. :

- a , mm - дубина резања,
- S , mm/o - корак или V_p , mm/min - брзина помоћног кретања,
- V , m/min - брзина резања или n , o/min - број обрта.



Слика 4.16. Основи процеса резања: стругањем и глодањем [6]

Дубина резања a , mm је вредност дебљине слоја материјала који се уклања у процесу резања, одређена растојањем обраћиване (1) и обрађене површине (2):

$$a = (D - d)/2 \quad \text{При обради ротационих делова}$$

$$a = h - h_1 \quad \text{При обради призматичних делова}$$

Корак (посмак) S , mm/o је померање алата или предмета обраде у правцу помоћног кретања за један обрт алата или предмета обраде, за један зуб алата S_1 , mm/z (глодање), за један дупли ход алата или предмета обраде S , mm/dh (рендисање) или један ход алата S , mm/hod (равно брушење).

Брзина помоћног кретања V_p , mm/min је померање алата или предмета обраде у јединици времена.

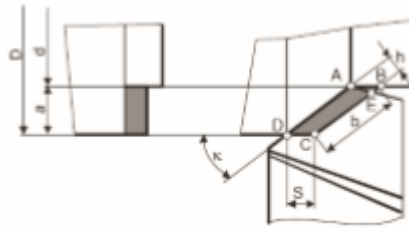
Брзина резања V , m/min или V , m/s (брушење) је пређени пут главне резне ивице алата у јединици времена. Основни геометријски параметри обраде су:

- ширина резног слоја b ,
- дебљина резног слоја h ,
- површина попреног пресека резног слоја A .

У обради стругањем, на пример, ширина и дебљина резног слоја су, слика 4.17.:

$$b = \frac{a}{\sin \kappa}; h = S \cdot \sin \kappa,$$

где је κ - нападни угао.

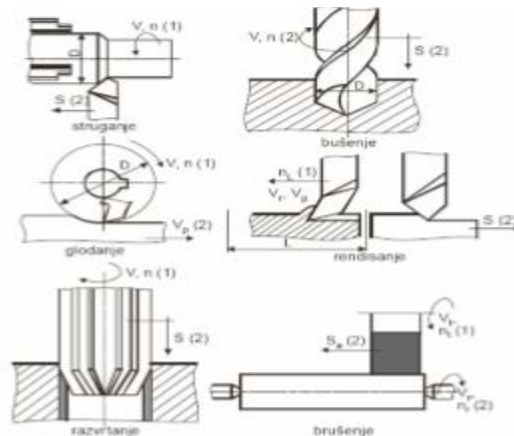


Слика 4.17. Резни слој у обради стругањем

У процесу резања већи део вишка материјала СЕ уклања главно сечиво и претвара у струготину. Мањи део обрађиване површине БЕ, уз обрађену површину, који образује помоћна резна ивица АЕ, остаје на обрађеној површини као саставни део микрогеометрије обрађене површине. Зато је номинална површина попреног пресека резног слоја ограничена контуром ABCD и износи : $A = a \cdot S \sim b \cdot h$. [6]

4.1.3. Основна кретања алата и предмета обраде

Да би се процес резања остварио неопходно је да постоје релативна кретања алата и предмета обраде. На машинама за обраду метала резањем се реализују основна и допунска кретања, слика 4.23. Основна кретања се изводе у току процеса обраде, а допунска на почетку и крају процеса обраде или у прекидима. Основна кретања се деле на: главна и помоћна.



Слика 4.18. Главна (1) и помоћна кретања (2, 3) у обради метала резањем [6]

Главна кретања, кретање 1. су кретања која омогућавају стварање струготине и настанак процеса резања, слика 4.23. Дефинисана су:

- брзином резања - v , m/min или m/s (обrada брушењем),
- бројем обрта n :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{D \cdot \pi}, \text{ o/min}$$

бројем дуплих ходова n_L , dh/min (рендисање) или ходова n_L , hod/min (равно брушење):

$$n_L = \frac{1000 \cdot v}{L}, \text{ dh/min (hod/min)}.$$

где су, поред познатих величина:

- D , mm - преник предмета обраде или алата и
- L , mm - дужина хода алата или предмета обраде у правцу главног кретања.

Помоћна кретања (кретања 2 и 3) обезбеђују наставак процеса резања. Дефинисана су:

- кораком - s , mm/o; mm/dh mm/hod,
- кораком по зубу s_1 , mm/z: $s_1 = s / Z$,
- брзином помоћног кретања - s_p , mm/min: $V_p = n \cdot S$, mm/min

где је, поред познатих величина, Z - број зуба алата.

Главна и помоћна кретања могу бити: обртна и/или праволинијска, а изводе их: резни алат, предмет обраде или резни алат и предмет обраде.

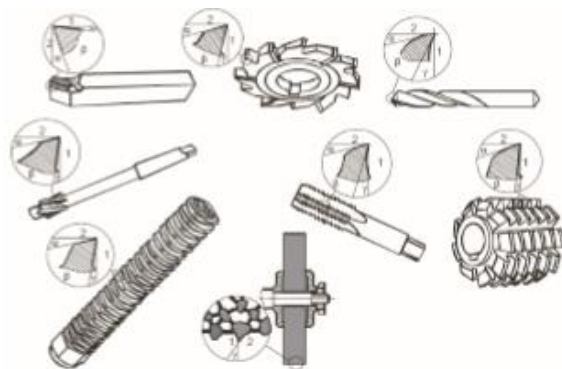
Допунска кретања су кретања којима се алат и предмет обраде доводе у таан међусобни положај (примицање, одмицање или подешавање положаја алата и сл.). [6]

4.1.4. Основна геометрија резног алата

Сви резни алати се састоје од најмање два дела, слика 4.25.:

- тела алата на коме се налазе резни елементи алата (резни клин),
- дршке или отвора у телу алата, преко којих се изводи постављање и привршћивање алата на носач алата и машину.

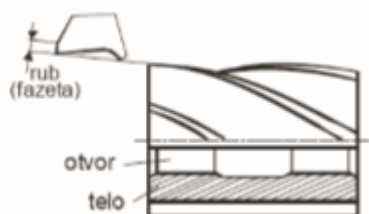
Резни клин алата испуњава основну улогу резних алата, обезбеђујући резање (уклањање вишка материјала). Резни алати у свом основном облику имају заједники геометријски облик - резни клин, слика 4.28.



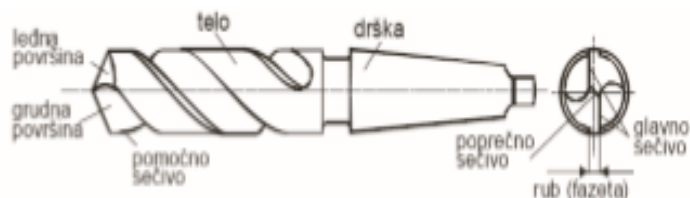
Слика 4.19. Неки од алата у обради метала резањем [6]



Слика 4.20. Основни делови резних алата: стругарски нож [6]



Слика 4.21. Основни делови резних алата: ваљкасто глодало JUS K.D2.020 [6]

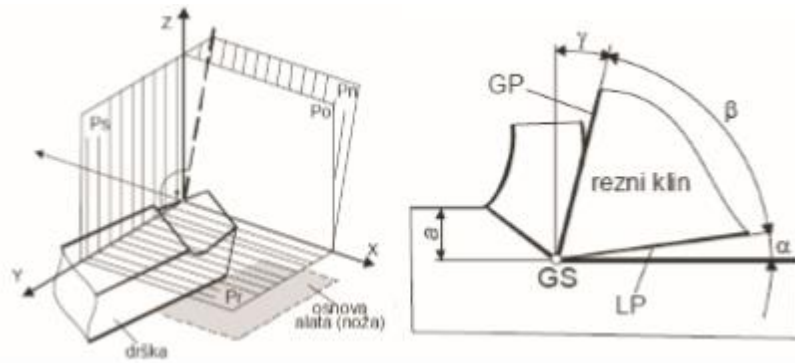


Слика 4.22. Основни делови резних алата: спирална бургија [6]

На резном клину алата се уоавају карактеристине површине, линије и таке:

- грудна површина, GP - површина по којој клизи струготина,
- леђна површина, LP - површина окренута према површини резања,
- помоћна леђна површина, PLP - површина резног клина алата окренута према обрађеној површини предмета обраде.

Пресек грудне и леђне површине резног клина алата представља главно сечиво GS или главну резну ивицу алата - GRI, а пресек грудне и помоћне леђне површине помоћно сечиво - PS или помоћну резну ивицу - PRI. Пресек главног и помоћног сечива је резни врх алата - RV.



а) Технолошки координатни систем

б) Основна геометрија резног клина алата

Слика 4.23. Координатне равни технолошког координатног система и основна геометрија резног клина алата [6]

Основна геометрија резног алата је геометрија резног клина алата, слика 4.28.б. Према стандарду JUS K.A2.010 дефинисање и утврђивање геометрије се изводи коришћењем два координатна система:

- технолошког - дефинисање геометрије резних алата као геометријског тела при његовој изради, оштрењу и контроли (основна геометрија алата),
- кинематског - дефинисање геометрије алата у процесу резања (кинематска геометрија алата).

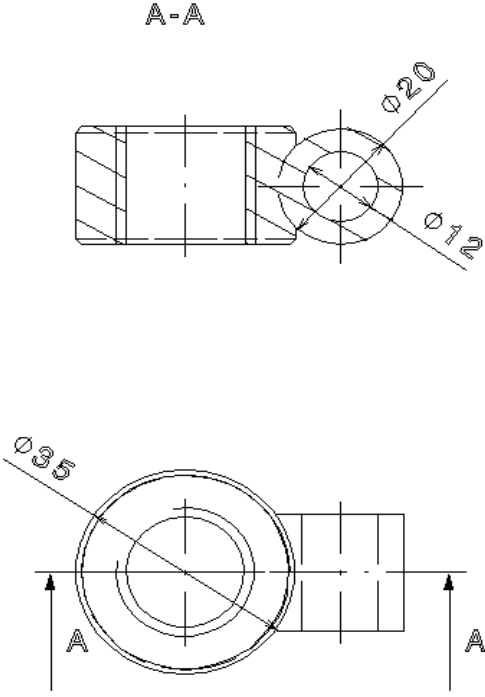
Технолошки координатни систем чине четири равни.

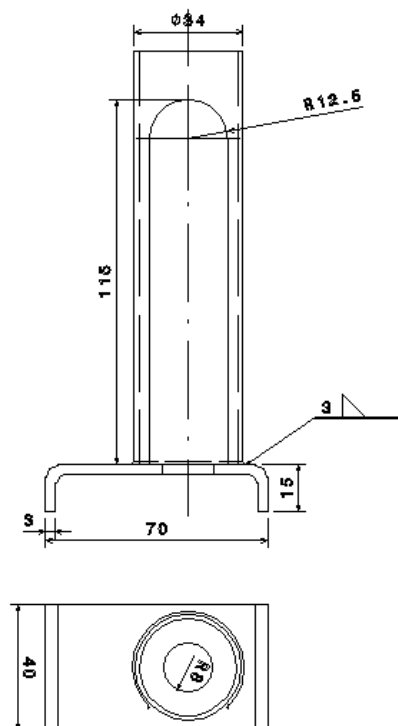
- основна раван P_r - раван која пролази кроз посматрану таку на сеиву алата и паралелна је или управна на неку раван или осу алата од знааја за израду и оштрење алата или контролу геометрије алата. Може се дефинисати и као раван која садржи осу предмета обраде или алата и нормална је на вектор брзине у таки у којој се посматра геометрија алата,
- раван резања P_s - раван тангенцијална на главну резну ивицу (садржи главну резну ивицу алата) и нормална је на основну раван,
- нормална раван P_o - раван управна на основну и раван резања,
- нормална раван на главно сечиво P_n - раван нормална на главну резну ивицу или тангенту на сеиво у посматраној таки.

Положај грудне и лене површине резног клина алата одреен је основном геометријом алата, која обухвата три угла, 4.28.б:

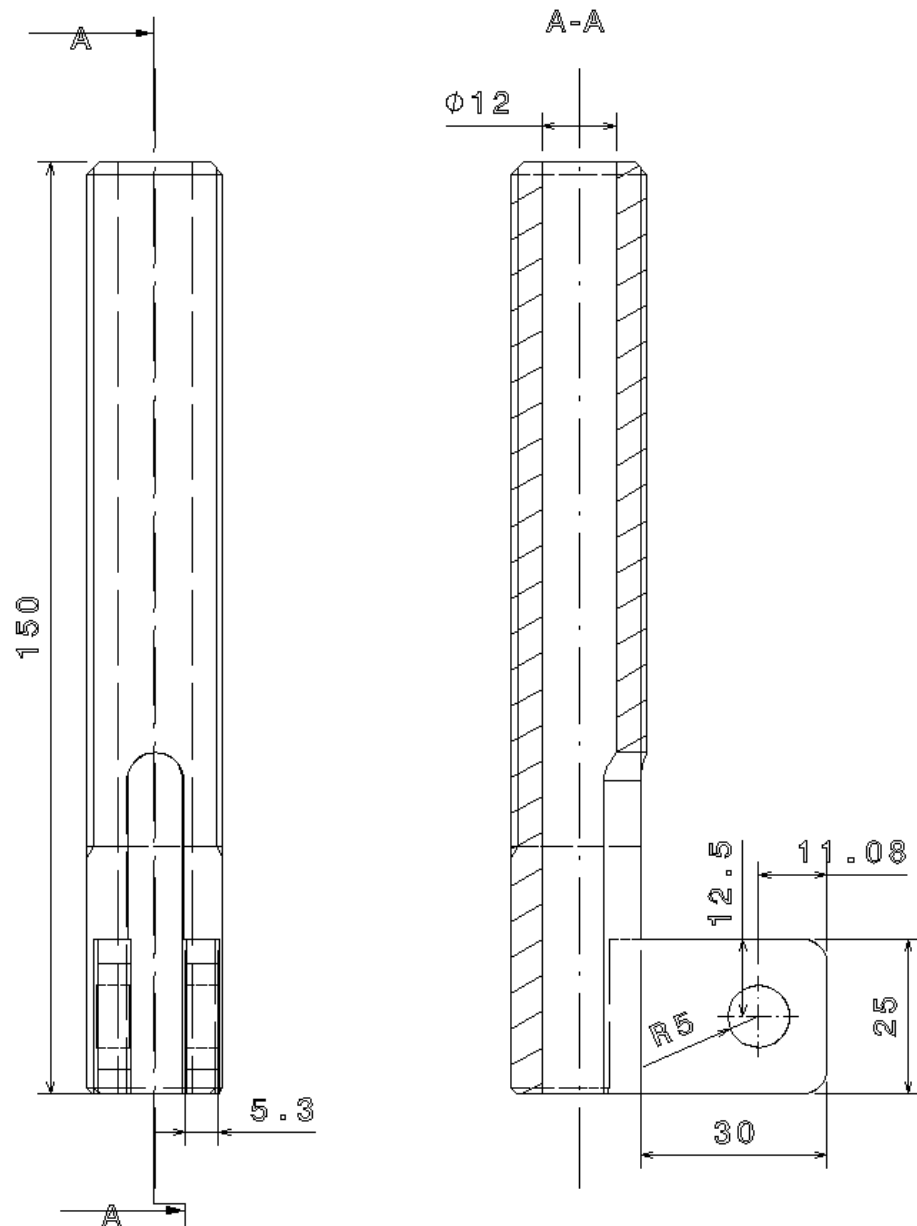
- леђни угао α - угао између леђне површине резног клина алата и равни резања,
- грудни угао γ - угао између грудне површине резног клина алата и основне равни,
- угао клина β - угао између грудне и леђне површине резног клина алата.

Технички цртежи делова натезне главе

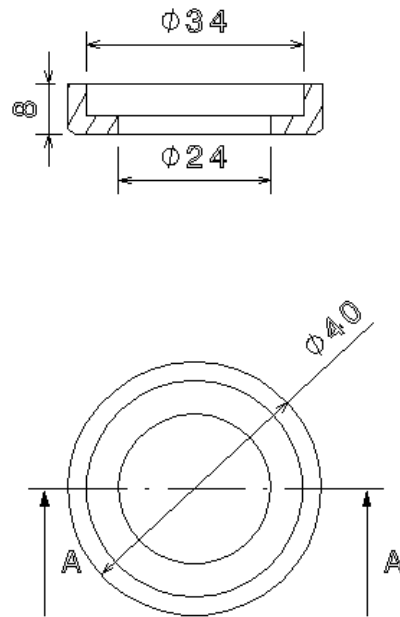
A-A 									
Tolerancije slobodnih mera				Površinska hrapavost				Površinska zaštita:	
Materijal: Č.0361				Termička obrada:					
						Format A4		Masa	Размера: 1:1
				Datum	03.09.2019.god		Naziv:		
				Obrad.	Nemanja Tešić		Navrtka		
				Stand.					
				Odobr.					
				TNT Brdjani				Oznaka:	TC.A4.01
								Lst:	
								L:	
St. /	Izmene	Datum	Ime					Izv. pod.	Zmena za:



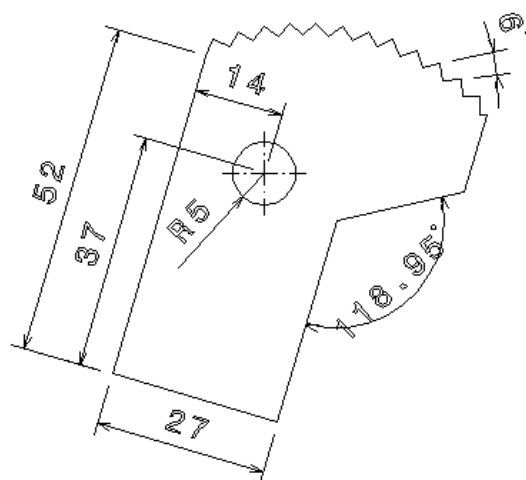
Tolerancije slobodnih mera				Površinska hrapavost				Površinska zaštita:					
Materijal:				Č.0361				Termička obrada:					
								Format: A4		Masa		Razmera: 1:2	
				Datum		03.09.2019.god		Naziv: Kućište					
				Obrad.		Nemanja Tešić							
				Stand.									
				Odobr.									
				TNT Brdjani				Oznaka:		TC.A4.02		List	
												L:	
Sl. I		Izmene		Datum		Ime		Izv. pod.		Zmena za:			



Tolerancije sklopnih mera				Površinska hrapavost				Površinska zaštita:					
Materijal:				Č.0361				Termička obrada:					
								Format A4		Mese		Razmera: 1:1	
				Datum		03.09.2019.god		Naziv:					
				Otvad.		Nemanja Tešić		Špingla sa navojem					
				Stand.									
				Otvad.									
				TNT Brdjani				Oznaka:		TC.A4.03		List:	
												L:	
St. i		Imena		Datum		Ime		Izv. pod.		Zmena za:			



Tolerancije slobodnih mera		Površinska hrapavost		Površinska zaštita:		
Materijal: Č.0361				Termička obrada:		
				Format: A4	Masa: Razmera: 1:1	
		Datum	03.09.2019.god		Naziv: Podloška	
		Obrad.	Nemanja Tešić			
		Stand.				
		Odobr.				
		TNT Brdjani			Oznaka: TC.A4.04	List: L:
Sl. I	Izmene	Datum	Ime	Izv. pod.	Izmene za:	



Tolerancije slobodnih mera		Površinska hrapavost		Površinska zaštita:	
Materijal: Č.4830				Termička obrada:	
				Format A4	Mesa
				Razmera: 1:1	
		Datum	03.09.2019.god	Naziv: Pločica sa zubićima	
		Obrad.	Nemanja Tešić		
		Stand.			
		Odobr.			
		TNT Brdjani		Oznaka: TC.A4.05	
				Lst:	
Sl. i	Izmene	Datum	Ime	Izv. pod.	Zmena za:

ЕЛЕМЕНТИ ПРИПРЕМНО-ЗАВРШНОГ ВРЕМЕНА ЗА РАДОВЕ НА УНИВЕРЗАЛНОМ СТРУГУ

ВРСТА РАДА	ПРЕПОРУЧЕНЕ ВРЕДНОСТИ
Преузимање и проучавање радне документације	2 min
Преузимање помоћних средстава за рад из издаваонице	3 min
Уређење струга при постављању предмета рада у стезну главу	7 min
Постављање ослонаца	1 min
Постављање у трочелусну стезну главу	2.5 min
Постављање ножа за грубу обраду	0.8 min
Постављање ножа за фину обраду	0.9 min
Постављање ножа за навој	1.8 min
Постављање забушивача	0.6 min
Подешавање коњића	0.6 min
Промена пара зупчаника	3.5 min
Контрола обрађених површина	3 min
Одстрањивање струготине	2 min
Узимање предмета обраде из транспортног сандука	0.1 min
УКУПНО ПРИПРЕМНО-ЗАВРШНО ВРЕМЕ НА СТРУГУ (груба обрада, фина обрада, усецање зљебова, обарање ивица, израда отвора и навоја) $T_{pz}^I = 27.4 \text{ min}$ $T_{pz}^9 = 26.1 \text{ min}$	

Табела 1.: Елементи припремно-завршног времена за радове на стругу[7]

ЕЛЕМЕНТИ ПРИПРЕМНО - ЗАВРШНОГ ВРЕМЕНА ЗА РАДОВЕ НА ГЛОДАЛИЦИ

ВРСТА РАДА	ПРЕПОРУЧЕНЕ ВРЕДНОСТИ
Преузимање и проучавање радне документације	2.5 min
Преузимање помоћних средстава за рад из издаваонице	3 min
Подешавање машине при стезању предмета рада вијцима	16 min
Подешавање машине при постављању предмета рада у стезни прибор како оба начина	14 min
Постављање и скидање глодала	2 min
Постављање подеоног апарата	14 min
Постављање и скидање предмета рада код стезања вијцима	1 min
Постављање предмета рада у стезну направу	0.5 min
Подешавање броја обртаја и посмака	0.1 min
Постављање главе за глодање	3 min
Измена зупчаника	2.5 min
Постављање и скидање машинске стеге	4.5 min
Постављање и скидање стезног прибора	4.5 min
Постављање и скидање заокретног стола	15 min
Контрола обрађених површина	4 min

Одстрањивање струготине	3 min
Узимање предмета обраде из транспортног сандука	0.1 min
УКУПНО ПРИПРЕМНО-ЗАВРШНО ВРЕМЕ НА СТРУГУ (усецање зљебова и канала за клинове) $T_{pz} = 89.7 \text{ min}$	

Табела 2.: Елементи припремно-завршног времена за радове на глодалици[7]

ЕЛЕМЕНТИ ПРИПРЕМНО-ЗАВРШНОГ ВРЕМЕНА ЗА РАДОВЕ НА БРУСИЛИЦИ

На основу анализе препоручених времена за поједине врсте радова, утврђена је вредност припремно-завршног времена за радове на брусилици (кружно брушење) :

$$T_{pz} = 89.7 \text{ min}$$

На основу анализе препоручених времена за поједине врсте радова, утврђују сувредности припремно-завршног времена за радове на универзалном стругу, бушилици, глодалици и брусилици.

Ради једноставности прорачуна, уведене су емпиријске формуле које се односе на израчунавање припремно-завршног времена и помоћног времена за поједине операције у функцији од главног времена.

1. Припремно-завршно време:

$$T_{pz} = 0,3 \cdot t_g \text{ min}$$

2. Помоћно време:

$$T_p = 2 \cdot t_g \text{ min}$$

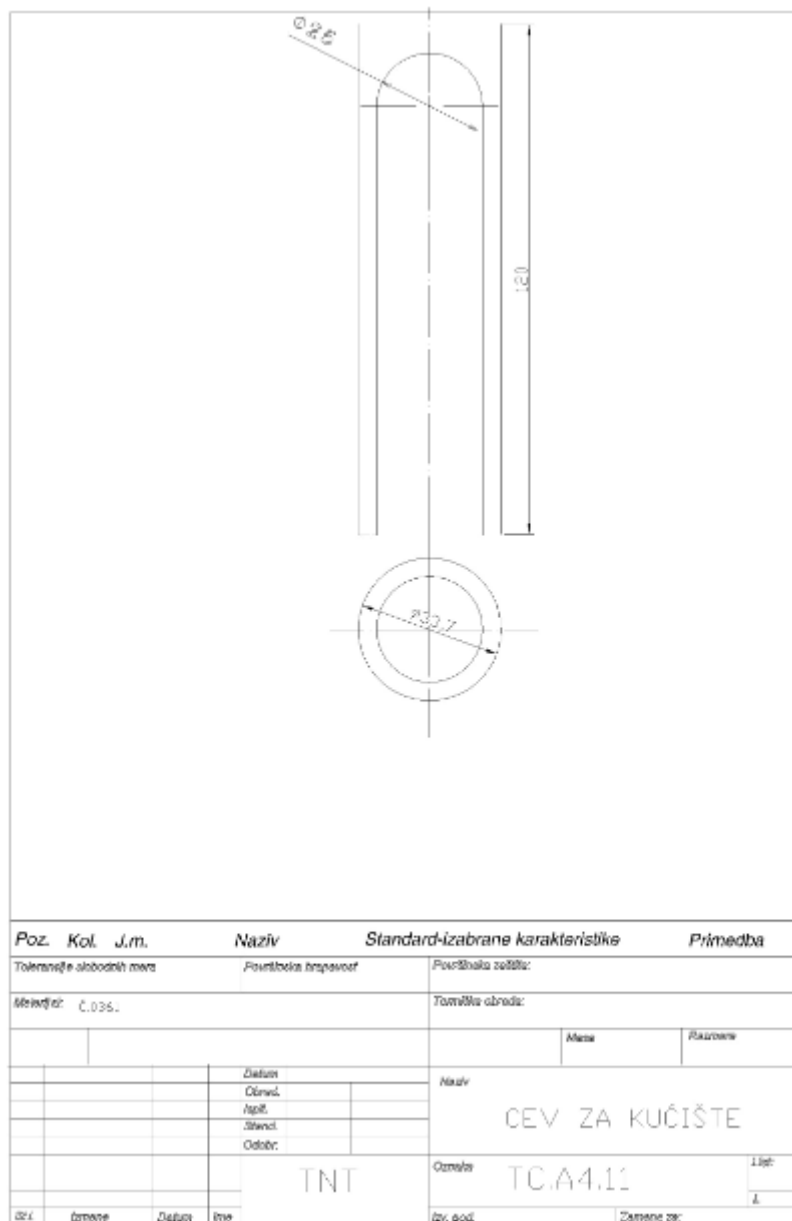
НАПОМЕНА:

Главно време израде за операције усецање жљебова, обарање ивица и забушивањесредишњих гнезда се рачуна на основу емпиријске формуле или препорука, обзиром да има малувредност. Усвојена је следећа вредност: [7]

$$T_g = 0,1 \text{ min}$$

5.1 Технолошки поступак обраде и прорачун времена обраде

5.1.1 Прорачун и усвајање димензија полуфабриката цеви за кућиште



Слика 5.1. Технички цртеж цеви за кућиште

Као полуфабрикат кориати се цев $\emptyset 34 \times 3$

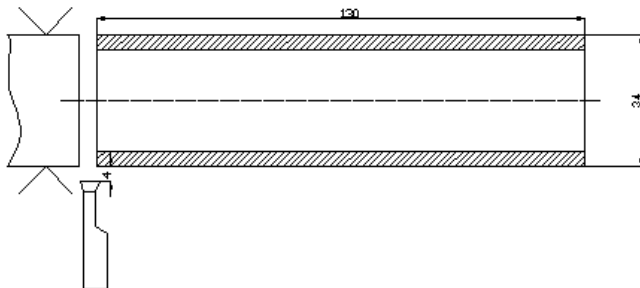
Дужина полуфабриката

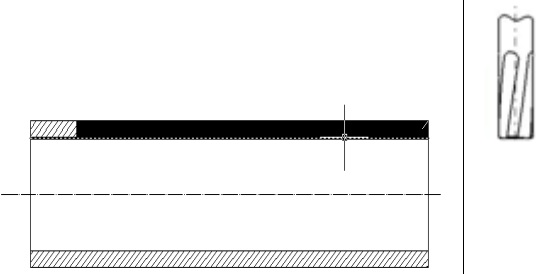
$$L = 130 \text{ mm}$$

Цев за кућиште	Подаци
Годишњи обим производње	Q= 300
Дужина припремка	L= 130mm
Пречник припремка	d = 65 mm
Цена материјала	
Цена радног сата	

Усвојене димензије припремка су $\varnothing 34 \times 3 \times 130 \text{ mm}$

Редослед технолошких операција

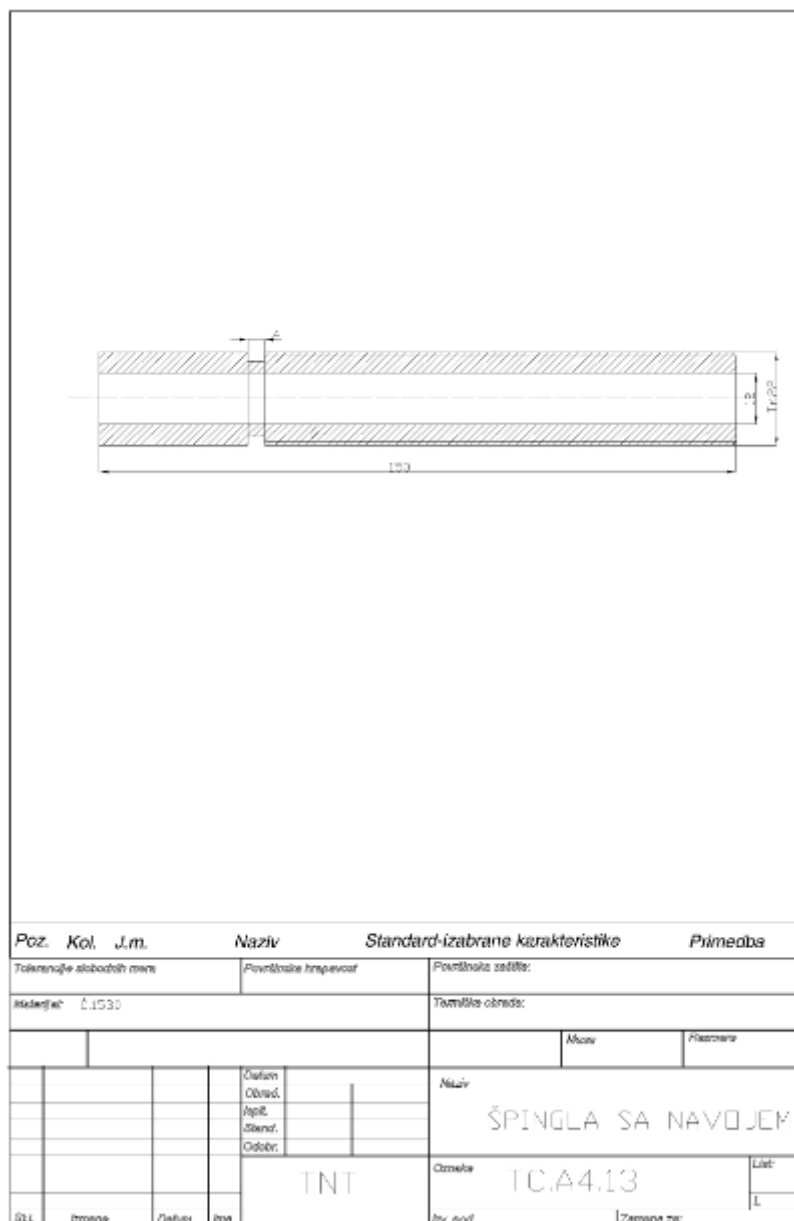
Број операције	Дефинисање технолошког поступка	Резултати прорачуна и препоруке Табличне вредности:
10	Одсецање	$V=30 \text{ m/min}$ Груба обрада: $a = 3 \text{ mm}$ $s = 1,1 \text{ mm/o}$
		
	Прорачун	
20	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 34} = 281 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{38}{281 \cdot 1,1} = 0,123 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0.123 = 0,246 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0.12 = 0,036 \text{ min}$	Претходна обрада на глодалици

		$V=30 \text{ m/min}$ $s_z = 0,25 \text{ mm/o}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 25} = 382,16 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{115}{383 \cdot 0,25} = 1,204 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 1,2 = 0,36 \text{ min}$	

Табела 5.1: Приказ карактеристика времена за технолошке операције

Редни број операције	t_g	t_p	t_{pz}	t_i
10	0,123	0,246	0,036	0,405
20	1,2	2,4	0,36	3,96
Σ	1,32	2,65	0,4	4,37

5.1.2 Прорачун и усвајање димензија полуфабриката шпингле са навртком



Слика 5.2. Технички цртеж шпингле са навртком

Пречник полуфабриката

$$d = 22 \text{ mm}$$

Дужина полуфабриката

$$L_{max} = 150 \text{ mm}$$

$$L = L_{max} + 2 \cdot (\delta_{1p} + \delta_{2p})$$

$$L = 150 + 2 \cdot (2 + 1,1) = 156,2 \text{ mm}$$

Додатак за спољашњу попречну обраду	Вредности из табеле П10
Груба обрада - δ_{1p}	2
Фина обрада - δ_{2p}	1,1

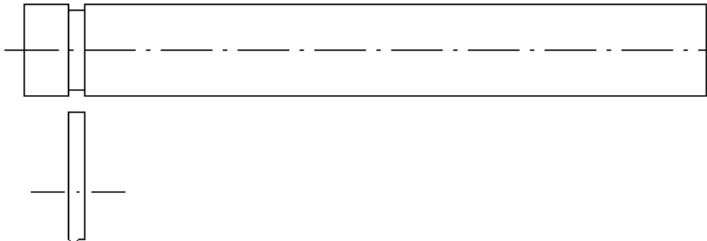
усваја се:

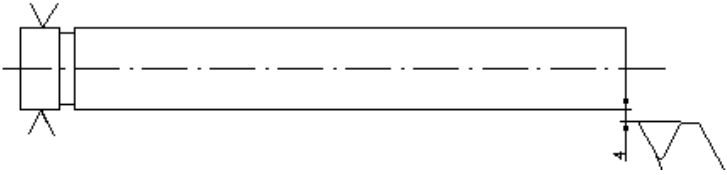
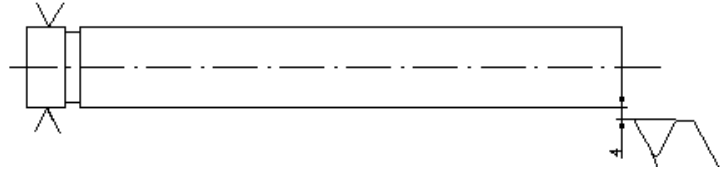
$$L = 157 \text{ mm}$$

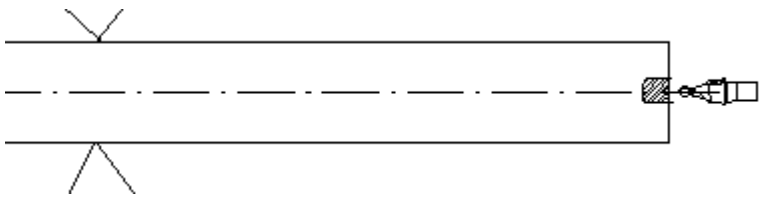
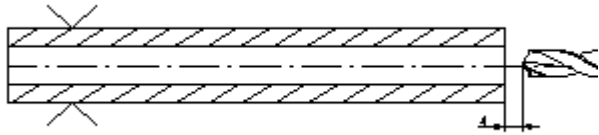
Усвојене димензије припремка су $\varnothing 65 \times 157 \text{ mm}$

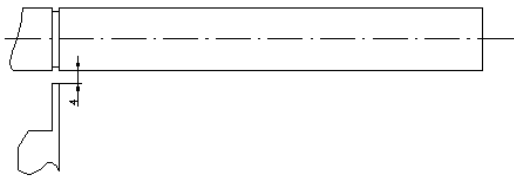
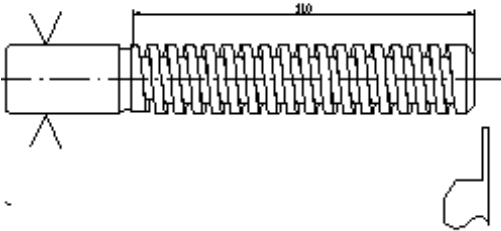
Шпингла са навртком	Подаци
Годишњи обим производње	Q= 300
Дужина припремка	L= 157mm
Пречник припремка	d = 22 mm
Цена материјала	
Цена радног сата	

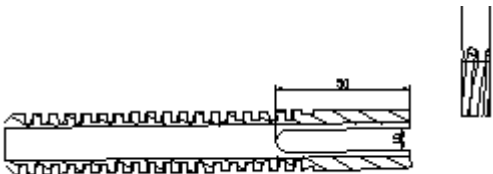
Редослед технолошких операција

Број операције	Дефинисање технолошког поступка	Резултати прорачуна и препоруке Табличне вредности:
10	Одсецање	 V=30 m/min Груба обрада: a = 3 mm s = 1,1 mm/o
	Прорачун	
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 22} = 434,28 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{25}{434 \cdot 1,1} = 0,052 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0.57 = 0,104 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0.052 = 0,016 \text{ min}$	

20	Груба попречна обрада на стругу	Табличне вредности:
		$V=110 \text{ m/min}$ Груба обрада: $s = 0,4 \text{ mm/o}$ $a=2 \text{ mm}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n : $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 110}{3.14 \cdot 15} = 1592.33 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g : $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{15}{1592 \cdot 0,4} = 0,024 \text{ min}$ Помоћно време t_p : $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0.024 = 0,05 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz} : $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0.024 = 0,007 \text{ min}$	НАПОМЕНА: Предмет обраде треба обрадити и са друге стране на идентичан начин !!!
30	Фина попречна обрада на стругу	Табличне вредности:
		$V=150 \text{ m/min}$ Груба обрада: $s = 0,4 \text{ mm/o}$ $a=1,1 \text{ mm}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n : $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 150}{3.14 \cdot 22} = 2172,39 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g : $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{15}{2172 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ min}$ Помоћно време t_p : $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0.02 = 0,04 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz} : $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0.02 = 0,06 \text{ min}$	НАПОМЕНА: Предмет обраде треба обрадити и са друге стране на идентичан начин !!!
40	Бушење на стругу	Табличне вредности:

		НАПОМЕНА: Параметре за ову обраду узимати на основу искуства!!! Предмет обраде треба обрадити и са друге стране на идентичан начин !!!
	Прорачун	
	За задату операцију нема смисла рачунати главно време обраде због једноставности њеног извођења, па се узима препоручена вредност: Главно време израде t_g: $t_g = 0,155 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,155 = 0,310 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,155 = 0,046 \text{ min}$	
50	Бушење на стругу	Табличне вредности:
		$V = 30 \text{ m/min}$ $s = 0,4 \text{ mm/o}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 12} = 796,18 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{79}{796 \cdot 0,4} = 0,247 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,25 = 0,07 \text{ min}$	НАПОМЕНА: Предмет обраде треба обрадити и са друге стране на идентичан начин !!!
60	Претходна обрада на стругу	Табличне вредности:

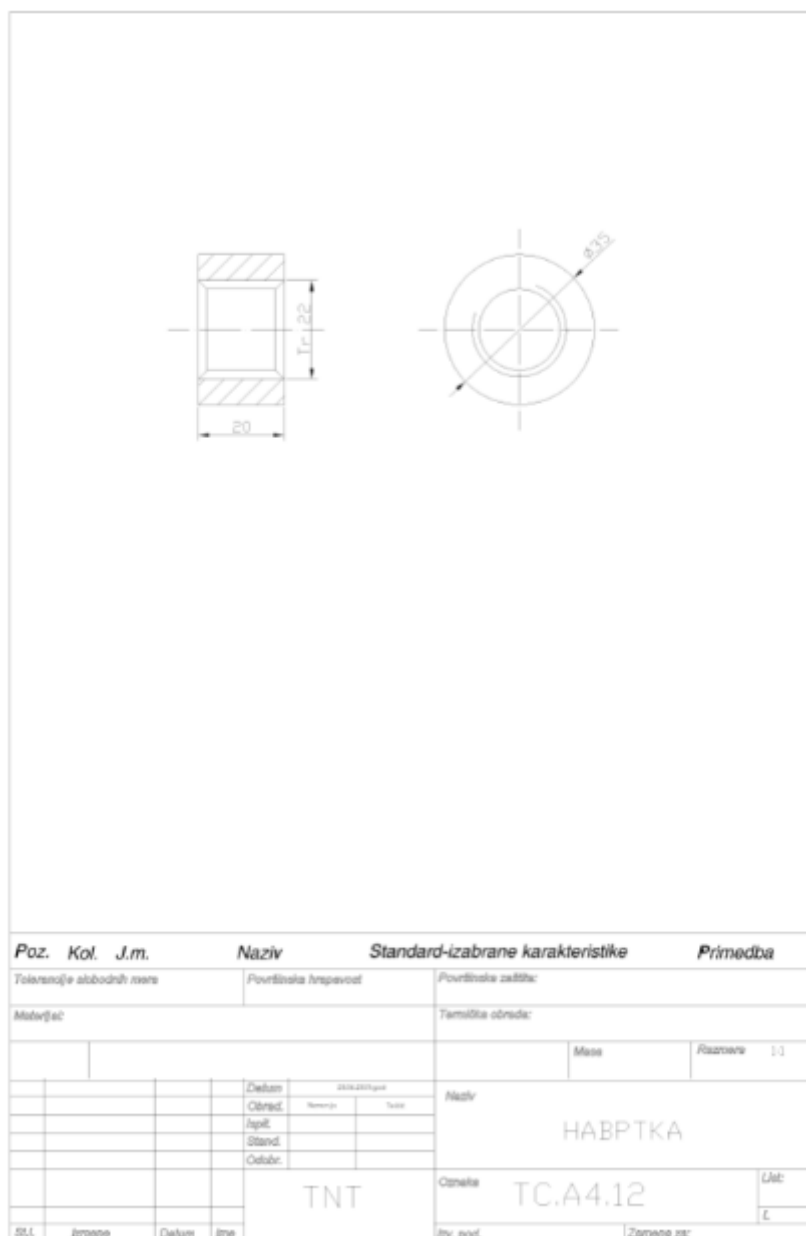
		<i>Параметре за ову обраду узимати на основу искуства!!!</i>
	Прорачун	
	За задату операцију нема смисла рачунати главно време обраде због једноставности њеног извођења, па се узима препоручена вредност: Главно време израде t_g: $t_g = 0,155 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,155 = 0,310 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,155 = 0,046 \text{ min}$	
70	Нарезивање навоја	Табличне вредности:
		$V=110 \text{ m/min}$ $s = 0,4 \text{ mm/o}$ $a=0,3 \text{ mm}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 22} = 1592,36 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = 10 \cdot \frac{110}{1592 \cdot 0,4} = 1,73 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 1,73 = 3,5 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 1,73 = 0,52 \text{ min}$	
80	Глодање	Табличне вредности:

			$V=50 \text{ m/min}$ $s_z = 0,25 \text{ mm/o}$ $a=1 \text{ mm}$
	Прорачун		
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 50}{3.14 \cdot 9} = 1769,29 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = 5 \cdot \frac{55}{1770 \cdot 0,25} = 0,77 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,77 = 1,54 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,77 = 0,233 \text{ min}$		

Табела 5.2: Приказ карактеристика времена за технолошке операције

Редни број операције	t_g	t_p	t_{pz}	t_i
10	0,052	0,104	0,016	0,172
20	0,024	0,05	0,007	0,081
30	0,03	0,06	0,006	0,076
40	0,155	0,310	0,046	0,511
50	0,247	0,5	0,07	0,817
60	0,155	0,310	0,046	0,511
70	1,73	3,5	0,52	5,75
80	0,77	1,54	0,233	2,543
Σ	3,16	6,32	0,95	10,46

5.1.3 Прорачун и усвајање димензија полуфабриката навртке



Слика 5.3. Технички цртеж навртке

Пречник полуфабриката

$$d = 22 \text{ mm}$$

Дужина полуфабриката

$$L_{max} = 150 \text{ mm}$$

$$L = L_{max} + 2 \cdot (\delta_{1p} + \delta_{2p})$$

$$L = 150 + 2 \cdot (2 + 1,1) = 156,2 \text{ mm}$$

Додатак за спољашњу попречну обраду	Вредности из табеле П10
Груба обрада - δ_{1p}	2
Фина обрада - δ_{2p}	1,1

усваја се:

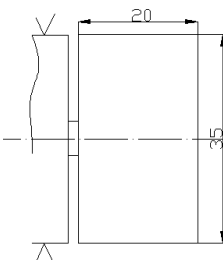
$$L = 157 \text{ mm}$$

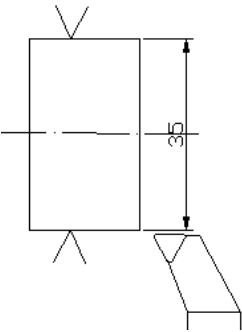
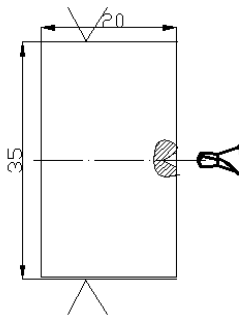
Усвојене димензије припремка су $\varnothing 65 \times 157 \text{ mm}$

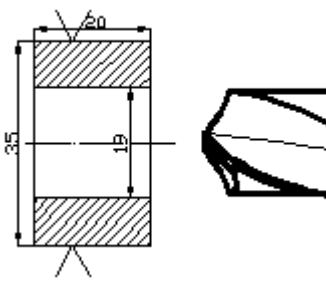
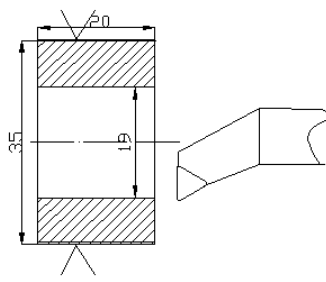
Слика 3. Приказ димензија припремка

Навртка	Подаци
Годишњи обим производње	$Q = 300$
Дужина припремка	$L = 157 \text{ mm}$
Пречник припремка	$d = 22 \text{ mm}$
Цена материјала	
Цена радног сата	

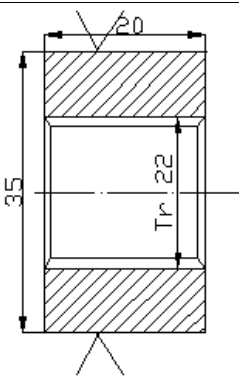
Редослед технолошких операција

Број операције	Дефинисање технолошког поступка	Резултати прорачуна и препоруке Табличне вредности:
10	Одсецање	
		$V = 30 \text{ m/min}$ Груба обрада: $a = 3 \text{ mm}$ $s = 1,1 \text{ mm/o}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 35} = 272,98 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{20}{273 \cdot 1,1} = 0,066 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,066 = 0,13 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}:	

	$t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,066 = 0,020 \text{ min}$	
20	Груба попречна обрада на стругу	Табличне вредности:
		$V=110 \text{ m/min}$ Груба обрада: $s = 0,4 \text{ mm/o}$ $a=2 \text{ mm}$
	Прорачун	
	Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 35} = 1000,9 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = \frac{20}{1001 \cdot 0,4} = 0,05 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,05 = 0,015 \text{ min}$	НАПОМЕНА: Предмет обраде треба обрадити и са друге стране на идентичан начин !!!
30	Бушење на стругу	Табличне вредности:
		НАПОМЕНА: Параметре за ову обраду узимати на основу искуства!!!
	Прорачун	

	За задату операцију нема смисла рачунати главно време обраде због једноставности њеног извођења, па се узима препоручена вредност: Главно време израде t_g: $t_g = 0,155 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,155 = 0,310 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,155 = 0,046 \text{ min}$	
40	Бушење на стругу 	Табличне вредности: $V=30 \text{ m/min}$ $s = 0,4 \text{ mm/o}$
	Прорачун Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 35} = 272,97 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = 1 \cdot \frac{20}{273 \cdot 0,4} = 0,183 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,18 = 0,36 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,18 = 0,055 \text{ min}$	
50	Фина уздужна обрада на стругу 	Табличне вредности: НАПОМЕНА: Параметре за ову обраду узимати на основу искуства!!!
	Прорачун	

	За задату операцију нема смисла рачунати главно време обраде због једноставности њеног извођења, па се узима препоручена вредност: Главно време израде t_g: $t_g = 0,155 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,155 = 0,310 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,155 = 0,046 \text{ min}$
--	--

60	Урезивање навоја	Табличне вредности:
		$V=10 \text{ m/min}$ $s < 2 \text{ mm/o}$ $i = 3$ НАПОМЕНА: Параметре за ову обраду узимати на основу искуства!!!
	Прорачун	

Број обртаја алата n: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{po}} = \frac{1000 \cdot 10}{3.14 \cdot 10} = 318,47 \text{ o/min}$ Главно време израде t_g: $t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} = 3 \cdot \frac{28}{318 \cdot 1} = 0,264 \text{ min}$ Помоћно време t_p: $t_p = 2 \cdot t_g = 2 \cdot 0,26 = 0,52 \text{ min}$ Припремно – завршно време t_{pz}: $t_{pz} = 0,3 \cdot t_g = 0,3 \cdot 0,26 = 0,078 \text{ min}$		
---	--	--

Табела 5.2: Приказ карактеристика времена за технолошке операције

Редни број операције	t_g	t_p	t_{pz}	t_i
10	0,066	0,13	0,012	0,208
20	0,05	0,1	0,015	0,165
30	0,155	0,310	0,046	0,511
40	0,183	0,36	0,055	0,598
50	0,155	0,310	0,046	0,511
60	0,264	0,52	0,078	0,862
Σ	0,87	1,74	0,26	2,9

6. Процес монтаже

Процес монтаже јест одвијање радњи потребних за склапање производа, према одређеним законитостима (техничким/технолошким, економским, социолошким, еколошким...).

Монтажа је процес узастопних и/или упоредно повезаних радњи – операција (функција), које изводе људи и/или аутомати, са сврхом остварења творевине унапријед дефиниране структуре.

Операције (функције) се монтаже разврставају у пет скупина:

- спајања,
- руковања,
- контроле,
- подешавања (угађања),
- посебне операције.

Структура процеса одређена је структуром производа, а исказује се могућношћу поделе процеса, тако да се делови процеса могу изводити независно један од другог и временски упоредно. Стога се неки целокупни монтажни процес даје рашчланити на предмонтаже и завршну монтажу. [8]

6.1 Спајање

Спајање је поступак којим се уградни елементи доводе у међусобни однос и осигуравају од растављања. Однос – спој, остварује се преко спајања. Спојеви се постижу:

- силом (на пример стезни спој),
- обликом (спајање заковицама, ускочницима...),
- материјалом (заваривање, лемљење, лепљење), или
- њиховом комбинацијом.

Сваки спој дефиниран је двема односима: геометријским и енергетским.

Геометријски однос дефишу просторни распоред уградних елемената, а енергетски однос одређује оптерећење под којим је осигурана функција споја. Важна значења за описивање поступка спајања јест губање при спајању. Губање се остварује применом силе или момента, људском руком или алатом. Губању при спајању претходи поступак руковања, којим се уградни елементи доводе у положај за спајање.

Руковање завршава, а спајање отпочиње у тренутку када уградни елемент изгуби најмање један степен слободе гибања.

Након успоставе додира између уградбених елемената, гибање је одређено обликом и геометријским распоредом плоха спајања уградбених елемената.

Заједничка површина својим обликом спречава релативно гибање између уградних елемената. Ступањ одређености спојног гибања зависи о томе у колико је смерова онемогућено релативно гибање између уградних елемената.

Према својствима, спојеви се деле на:

- непосредне и посредне;
- растављиве и нерастављиве.
- покретне и непокретне

За разлику од непосредних спојева, посредни спојеви поседују помоћне спојне елементе.

Нерастављиви спојеви дају се раставити само уз оштећења уградних елемената.

Растављиви спојеви дају се раставити без оштећивања.

Покретни спојеви допуштају релативно гибање уградбених елемената, а непокретни не.

6.2 Руковање

Пре поступка спајања потребна је припрема уградних елемената. Радње којима се припремају уградни елементи спадају у функцију руковања. Руковање се изводи и након спајања, на склоповима. Руковање је подфункција тока материјала на радном месту.

Према VDI 2860, руковање је стварање, дефисана промена или привремено одржавање, задатог просторног распореда геометријски одређених тиела у неком координатном систему.

Просторни распоред тела у референтном координатном систему дефисан је оријентацијом и позицијом тела.

Оријентација неког тела је угаони однос између оса тела и референтног координатног система. Она описује распоред тела у односу на његова три ротацијска степена слободе гибања. [8]

Позиција неког тела је место које заузима одређена карактеристична тачка тела у референтном координатном систему. Она описује положај тела у односу на његова три трансляцијска степена слободе гибања.

6.3 Контрола, подешавање и посебне функције

Сврха контроле је провера стања, својстава, такође и функционалности уградних елемената те исправности претходно извршених операција.

Подешавање (угађање) обухваћа делатности за отклањање техничких одступања с циљем да се постигне задата функционална толеранција склопа (производа). Служи за осигурање и побољшање захтеване функције а може уследити за време или након монтаже.

Према начину компензације разликују се намештање и прилагођавање.

Намештање је подешавање променом релативних положаја уградних елемената.

Прилагођавање је подешавање променом димензија и/или облика уградних елемената (не постоји код аутоматских процеса).

Посебне су функције оне које осигуравају постизање целовитости и функционалности производа. Могу бити интегриране унутар процеса склапања или обављане издвојено (бојење, жарење, паковање, обележавање...). [8]

6.4 Израда плана процеса монтаже

План је опис замишљеног низа акција којима се из почетнога стања постиже циљно стање. У монтажи, почетно стање представља скуп уградних елемената (делови, склопови, безобличне ствари), а циљно је стање склоп (производ). Замишљени низ акција у монтажи јесте низ радњи којима се уградни елементи доводе у узајамни захтевани однос, на једном или више радних места(станица). Ток извођења рада одређен је редоследом склапања уградних елемената, односно њиховим просторним распоредом.

Степен детаљности плана зависи о захтеваном степену поделе рада: што је степен поделе рада виши, потребно је детаљније разрадити процес (редован случај у плановима аутоматских процеса).

Подела рада и степен аутоматизације проистичу из учесталости понављања процеса, комплексности производа и квалитете кадрова. Учесталост понављања монтажног процеса одређена је производним количинама: што су производне количине веће, захтијевају се детаљније технолошке подлоге. Комплекснији склопови

(производи) изискују виши степен детаљности процеса у циљу постизања захтеване функционалности склопа. За квалификоване раднике довољна је и груба подела рада, док су детаљне радне упуте нужне код неквалификоване радне снаге. Међутим вреди правило: што су већи планирани обими производње и комплексност производа и нижа квалификација радника, захтева се виши степен поделе рада односно детаљније разрађена технолошка документација.

Примењиви степени детаљности јесу:

- скуп операција,
- операције, или
- елементи рада.

Скуп операција се врло грубо описује монтажни процес, а користи се код малог степена поделе рада.

Монтажни процес описан операцијама дефинише степен поделе рада по радним местима/станицама. Рад изводи један радник или више радника, не прекидајући тај рад другом делатношћу.

Елемент рада је најмањи рационални део рада, који се може независно изводити, и којим се дефинише такво стање делимично монтираног склопа да се може помицати на друго радно место без нежељеног расклапања. Елемент рада дели се на покрете.

Покрети се дају описати и измерити, али се у оквиру монтажног процеса не могу изоловано извести (посегнути, ухватити). Поделом монтажног процеса на елементе рада, утврђује се тачан садржај рада и времена за његово извођење, те се могу дефинисати тачн упуту за извршење рада и одредити трошкови монтажног процеса. Због тога се препоруча примјена овог ступња детаљности за израду планова монтаже и код малосеријске производње. Груписањем елемената рада по радним местима обликују се монтажне операције.

Одређивање редоследа склапања уградних елемената јесте једна од временски најзахтевинијих захтева. За склоп (производ) од n уградних елемената постоји теоретски $n!$ Могућих редоследа склапања. У стварности се број могућих редоследа склапања смањује због геометријских и технолошких ограничења, које технолог релативно брзо може уочити (препознати) и искључити из разматрања. Редослед склапања зависи од просторног распореда уградних елемената. Процес одређивања редоследа склапања се одвија често у мислима технолога према начелу одређивања редоследа расклапања (демонтаже). Тако ће уградни елемент који је остао последњи за демонтажу бити први по редоследу склапања (базни део), претпоследњи други итд.

Након одређивања редоследа склапања уградних елемената дефинишу се елементи рада. Елементи рада наводе се испрва без детаља о начину њиховог извођења. Њима се дефинише које уградне елементе и на који начин треба склапати. Средства за монтажу јесу ручни и механизовани алати, направе, једнонаменски и

програмабилни аутоматски системи. Која ће се средства применити, зависи од техничко-економске анализе могућности аутоматизације елемената рада. [8]

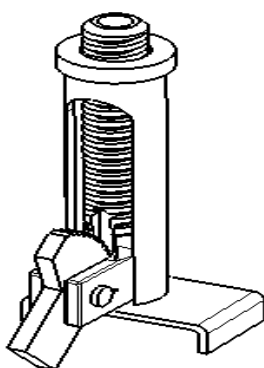
За прорачун трошкова и избор средстава, нужно је изградити варијанте процеса са средствима монтаже различитог степена аутоматизације. За одређивање времена извођења монтаже, зависи од захтеване тачности и пројектног задатка, у фази планирања процеса, користе се:

- метода процене и успоставе, успостављање унапред одређених времена.
- За склоп (производ) који је сличан или једнак постојећим склоповима: метода процене и успоставе.

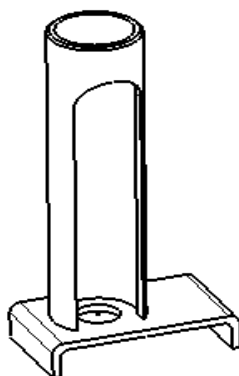
За потпуно нови склоп (производ): метода процене и успоставе, или неки од унапред одређених времена. [8]

6.5 Технички цртежи и потребна упуства за монтажу натезних глава

Сви делови пре процеса монтаже морају бити преконтролисани и површински заштићени, навртка и кућиште са стопо се фарбају у одређену боју, а ручица, шпингла са навојем и подлошка се шаљу на цинковање. На плочици са зубићима извршена је термичка обрада каљењем.

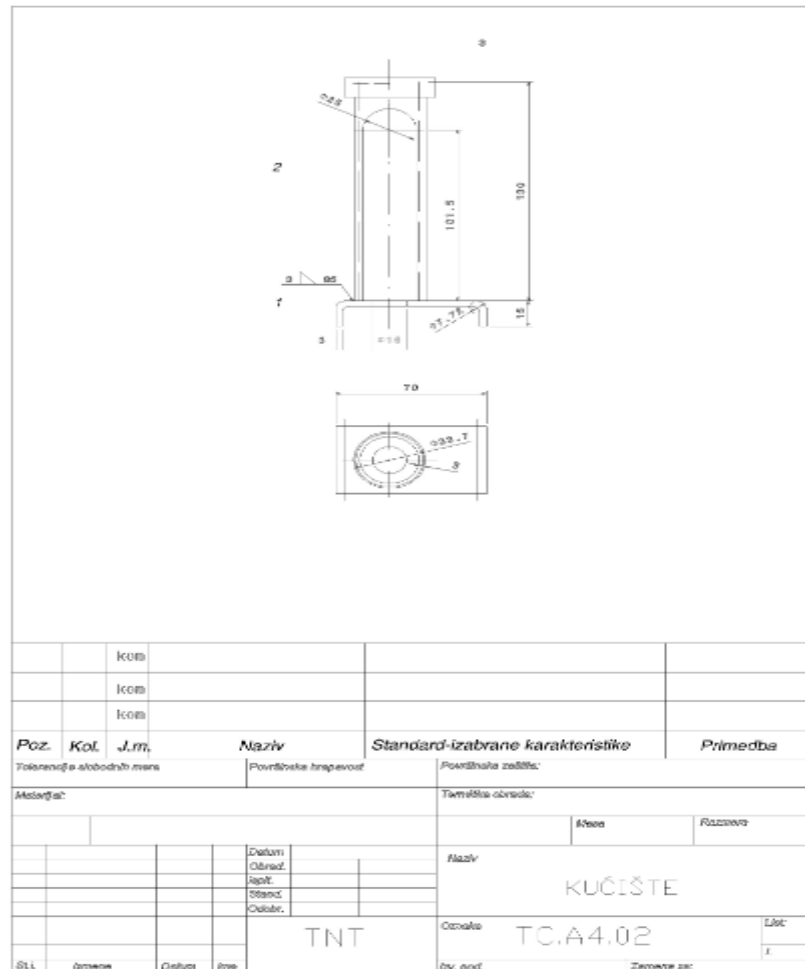


Слика 6.1: Натезна глава

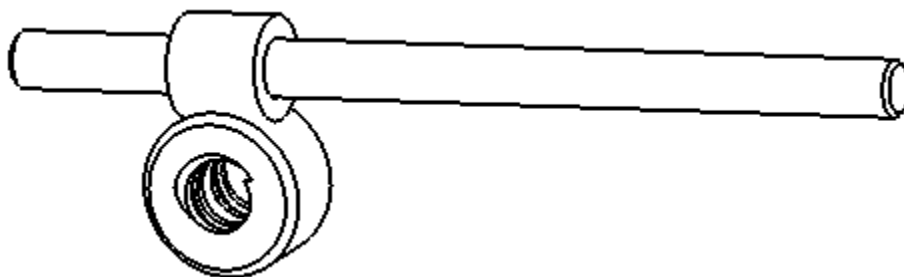


Слика 6.2: Кућисте натезне главе

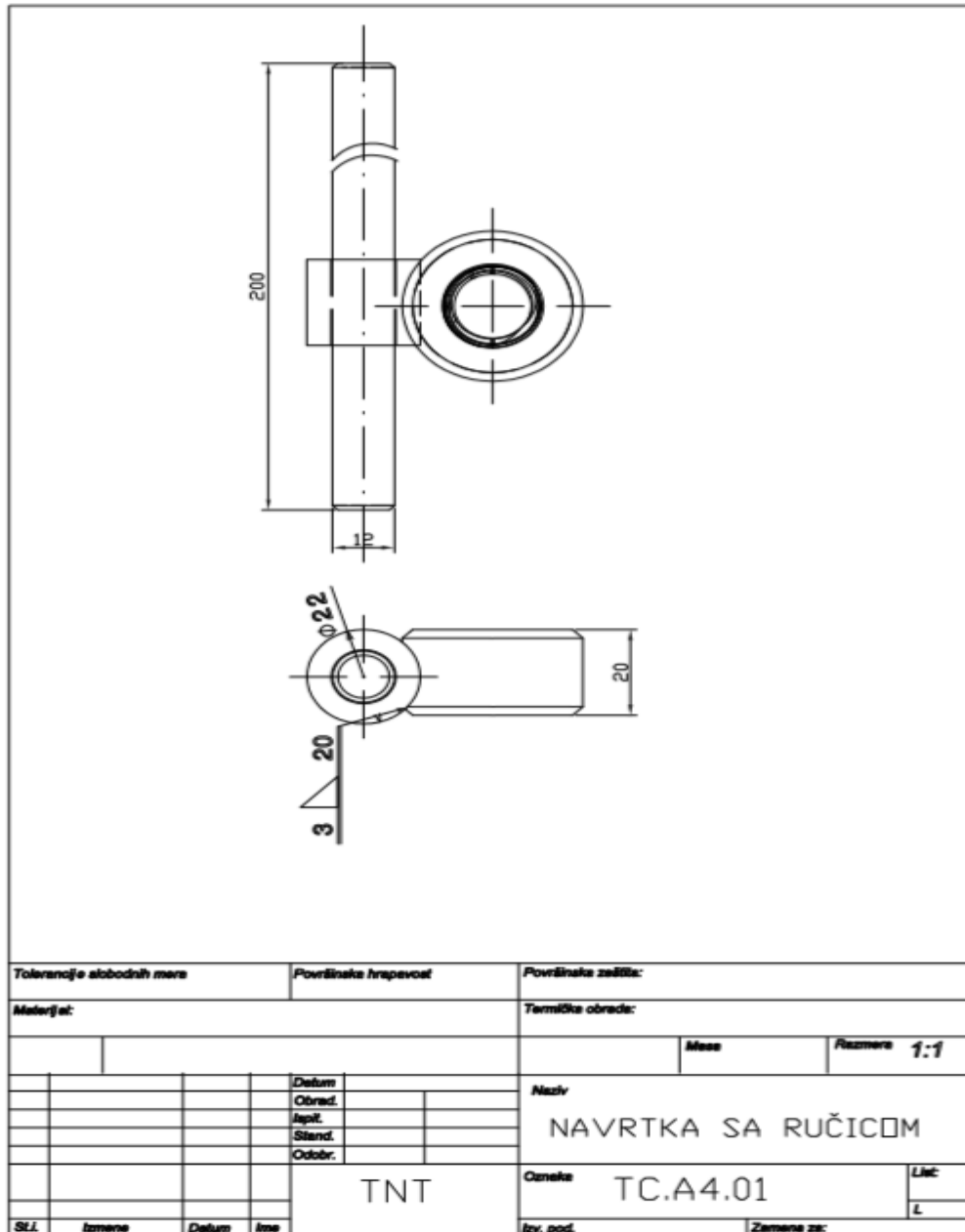
Цев кућиста потребно је заварити као што је приказано на техничком вртежу кућиста.



Слика 6.3: Технички цртеж кућиста

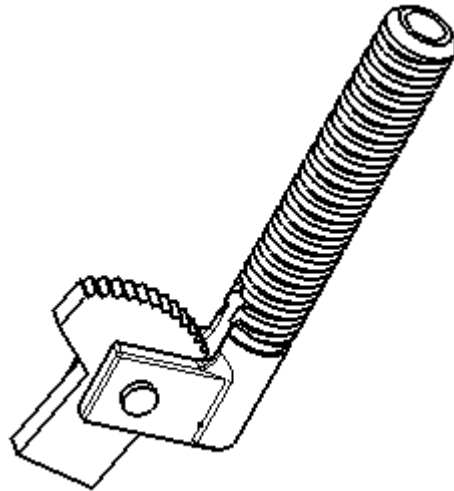


Слика 6.4: Навртка са ручком



Слика 6.5: Технички цртеж навртке са ручком

На следећој слици приказана је плочица са зубићима која се спаја са шпинглом помоћу осовинице $\varnothing 10$ mm.



Слика 6.5: Шпингла са навојем и плочица са зубићима

Након одвијања процеса монтаже потребно је преконтролисати сваки део да ли је добро одрађен, заштити га и упакovati у одређену амбалажу. Само потпуно исправан и преконтролисан део може бити пласиран на тржиште као готов производ.

7. Закључак

Технологија обраде метала је сложен процес који обухвата читав ток израде неког предмета: израда техничко –технолошке документације, тј. техничких цртежа са одговарајућим подацима; одабирање и утврђивање технолошког процеса обликовања; избор најприкладнијег материјала који даје што мање отпадака, осигурава одговарајући квалитет, најрационалнији поступак обликовања; избор и припрема алата, прибора, машина и других техничких средстава за рад; техничка припрема која подразумева мерење, обележавање, заштиту на раду и заштиту животне средине; обликовање предмета одговарајућим технолошким поступком; контрола квалитета и евентуална дорада. За развој технологије обраде код микро предузећа од велике користи је коришћење CAD/CAM система. Примена савремених CAD/CAM система инжењерима пружа значајно олакшање у процесу моделирања технолошких поступака обраде, али уједно захтева и добро познавање технологије обраде метала резањем, алата и прибора, особина и карактеристика материјала, што представља и додатни изазов.

Ако у процесу рада радник може да утиче на брзину времена израде, тада се време користи и као мерило доприноса радника у стварању добити. У том случају времена рада постају норме рада, односно норме израде. Норма рада, или нормативи рада је време потребно обученом запосленом да по одређеном поступку и редоследу операција, одређеном врстом материјала уз коришћење одређених машина и уређаја, у нормалним условима рада уз нормалан напор и залагање изврши тачно одређени посао.

Праћење времена рада, односно норме рада омогућују:

- одређивање потребног броја радника
- предвиђање трошкова рада пре отпочињања производње
- утврђивање стварних трошкова рада по јединици производа
- калкулација цене производа
- планирање, организовање и контрола извршења производње
- одређивање и праћење продуктивности рада
- одређивање плата за запослене
- заштита запослених од претераног интензитета посла и замора
- контрола успешности запослених

Из наведеног се види да је праћење времена рада веома значајна категорија у сваком процесу производње.

8. Литература

- [1] Богдан Недић, CNC обрадни системи, скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац
- [2] Митровић Р.: Пројектовање технолошких процеса, Научна књига, Београд, 1991.
- [3] Тодић В.: Пројектовање технолошких процеса, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2004.
- [4] <http://www.colonialtool.com/spindle-design/>, приступљено: 15.05.2019.
- [5] [http://www.digit.co.rs/srp/fis/doc/Lansiranje i pracenje proizvodnje.pdf](http://www.digit.co.rs/srp/fis/doc/Lansiranje_i_pracenje_proizvodnje.pdf) приступљено: 26.12.2018.
- [6] Душан Регић. , Технички системи, Машински факултет, Факултет за информатику и менаџмент, Београд, 2011..
- [7] Лазић, М., Недић, Б., Митровић, С. , Технологија обраде метала резањем, избор режима обраде, Машински факултет, Крагујевац, 2002...
- [8] <http://titan.fsb.hr/~zkunica/nastava/OT2/Osnove%20tehnologije%20II%203.pdf> приступљено 05.04.2019.
- [9] Градимир Чучковић, SolidWorks иSolidCAM основе, 2017.год
- [10] Sham Tickoo, SolidWorks за машинске инжењере, Calumet, SAD, 2016.год.