

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Мерење, контрола и квалитет

Број индекса: 16/2016

Огњен Ж. Мрда
Управљање квалитетом код CNC
машина

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Фатима Живић- доцент

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада биће теоријски и практично показан рад једне CNC машине (модел РН 42), њена могућност и функција израде на једном предметном комаду. Карактеристике саме машине, програм рада, писање ручног програма, врсте коришћених алата у току обраде итд. На самом крају биће описан квалитет производа тј. његове особине после обраде, трајност и економичност у употреби, којег је квалитета, као и његова намена у некој области.

Препоручена литература:

[1] В. Лазих/Д. Адамовић (2003) Машински материјали, Факултет инжењерских наука, Крагујевац.

[2] Г.Девидић (2006) CAD/CAM tehnologije, Факултет инжењерских наука, Крагујевац.

Крагујевац, датум

Ментор:
Име, презиме и звање ментора

Др Фатима Живић - доцент

Садржај

Садржај.....	4
Увод.....	5
1. CNC машине.....	6
1.1. Појам и дефиниција.....	7
1.2. Структура и конструктивне карактеристике.....	9
1.3. Опис и врсте.....	11
2.CNC струг.....	11
2.1. Врсте и карактеристике.....	13
3. Пуна ознака CNC машине.....	14
3.1. Опис машине.....	14
3.2. Техничке карактеристике.....	15
3.3. Саставни елементи и функције.....	16
3.4. Могућност рада машине.....	17
4. Материјал.....	18
4.1. Опис материјала.....	18
4.2. Технички цртеж.....	20
5. Програм рада.....	21
5.1. Координатни системи.....	23
5.2. Писање програма.....	24
6. Инсталација и пуштање у рад.....	29
6.1. Радни простор машине.....	30
6.2. Врсте коришћених алата.....	31
7. Квалитет производа.....	32
7.1. Његове особине после обраде.....	33
7.2. Економичност и трајност у употреби.....	33
8. Намена.....	34
8.1. Да ли задовољава?.....	
8.2. Којег је квалитета?.....	
9. Закључак.....	35
Литература.....	36

Увод

Технологија нумеричких управљаних машина алатки (NUMA), какву данас познајемо, појавила се средином XX века. Основни мотив за развој оваквих машина алатки лежао је у чињеници да је у то време настала изражена потреба за производњом све софистициранијих производа у већим серијама уз истовремено одржив висок квалитет. Томе су у највећој мери допринели људски фактори. Мањи утицај људи извођење производних операција могао се остварити једино подизањем новио аутоматизације, а у том периоду је примена рачунара у те сврхе узимала све више маха.

Развојем NC машина постигнути су основни циљеви:

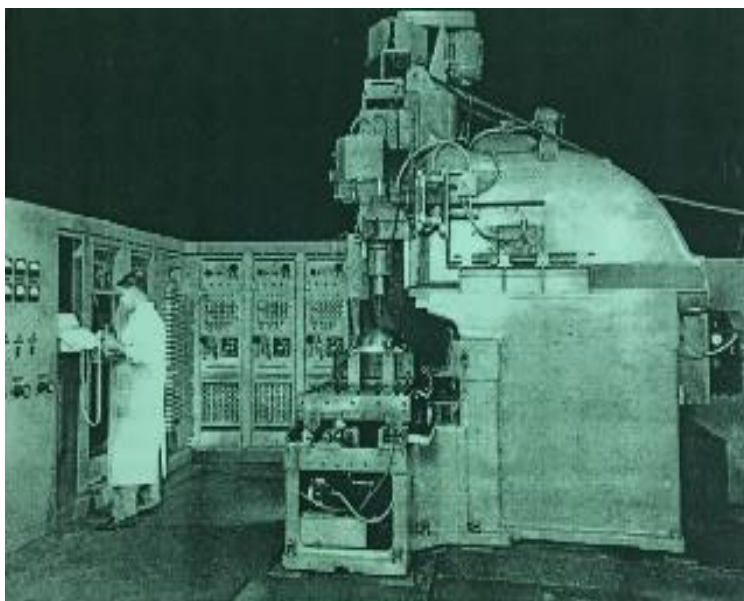
- повећање продуктивности,
- подизање нивоа квалитета и тачности делова,
- снижење и стабилизација производних трошкова и извођење сложених обрадних и производних задатака.

Управљање NC машинама алаткама одвија се путем рачунарског програма унетог у управљачку јединицу машине. Првобитне верзије NC машина захтевале су унос програма путем бушене траке.

Даљи развој NC технологије донео је нове генерације машина, али и нове системе управљања. Компјутерски нумерички управљане машине алатке (KNUMA) или CNC машине, управљају се помоћу рачунара, односно компјутеризоване управљачке јединице на самој машини. Овиме је учињен велики напредак у ефикаснијој припреми, организацији и извођењу производних операција.

1. CNC машине

CNC машине су се развиле од NC машина (нумерички управљаних машина) где се информације нису чувале као целокупни програми у контроли машине, већ делимично читавале са бушених трака. Време развоја CNC технологије почиње око средине 1970-их година. То је омогућавало рационализацију у масовној и појединачној производњи кроз значајно брже и врло прецизније кретање оса и алата.



Слика 1 – Прва NC машина алатка

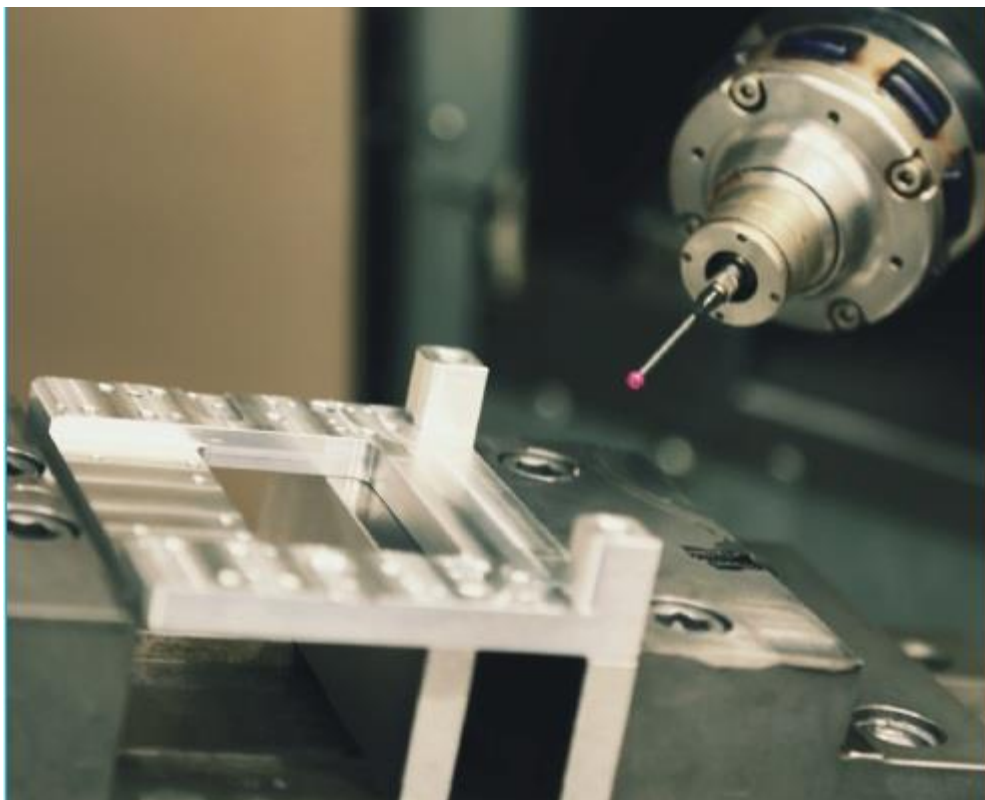
У данашње време машинска индустрија је незамислива без савремених CNC (Computer Numerical Control) машина. CNC машине имају скоро исте делове као и претходне, ручно контролисане машине. Битна разлика је додаток контролне (CNC) јединице и серво мотора на све осовине. CNC рачуна координате где која осовина треба да буде и контролише серво моторе који померају алат или обрађивани део.

CNC обрада је производни поступак где се сирови материјал уклања разним прецизним алатима за резање како би се направио жељени део или производ. Напредни софтвер се користи за контролу опреме у складу са спецификацијама 3D дизајна.

1.1. Појам и дефиниција

Нумеричко управљање (такође рачунарско нумеричко управљање и обично се назива CNC) је аутоматизовано управљање алатима за обраду (попут бушења, стругова, глодалица) и 3D штампача помоћу рачунара. CNC машина обрађује комад материјала (метал, пластика, дрво, керамика или композит) да би испунио спецификације пратећи кодирану програмирану инструкцију и без ручног руковаоца који директно контролише рад машинске обраде.

CNC машина је моторизовани маневарски алат и често моторизована маневарска платформа, којом се у складу са одређеним упутствима за управљање управља рачунаром. Упутства се достављају CNC машини у облику секвенцијалног програма упутстава за управљање машином као што су G-код и M-код, а затим се извршавају. Програм може написати особа или, много чешће, генерисати га помоћу софтвера за графички компјутерски потпомогнути дизајн (CAD) или софтвера за рачунарску производњу (CAM). У случају 3D штампача, део који се штампа је „исечен“, пре него што се генеришу упутства (или програм). 3D штампачи такође користе G-код.

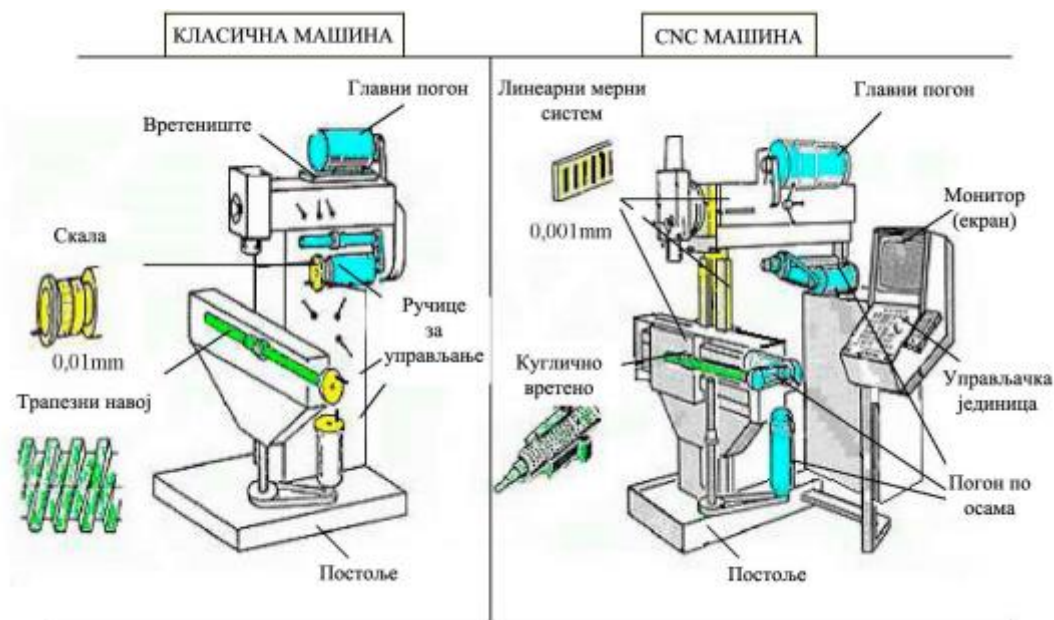


Слика 2 – CNC машина

CNC је велико побољшање у односу на некомпјутеризовану обраду која се мора ручно контролисати (нпр. Помоћу уређаја као што су ручни точкови или полуге) или механички контролисати префабрикованим вођицама за шаре (бријегови). У модерним CNC системима, дизајн механичког дела и његов производни програм су високо аутоматизовани. Механичке димензије дела дефинишу се помоћу CAD софтвера, а затим превode у производне смернице помоћу софтвера за рачунарску подршку (CAM). Резултујуће директиве се трансформишу (помоћу софтвера „накнадног процесора“) у специфичне команде неопходне одређеној машини за производњу компоненте, а затим се учитавају у CNC машину.

Будући да би за било коју одређену компоненту могла бити потребна употреба низа различитих алата - бушилица, тестера итд. - савремене машине често комбинују више алата у једну „ћелију“. У другим инсталацијама користи се низ различитих машина са спољним контролером и људским или роботским руковаоцима који премештају компоненту са машине на машину. У оба случаја, низ корака потребних за производњу било ког дела је високо аутоматизован и производи део који се у потпуности подудара са оригиналним CAD-ом.

Разлика између класичних и CNC машина



Слика 3 – Разлика између класичних и CNC машина

Као што се на слици види основне разлике између ових машина су у следећем:

- **Погон машине** - код класичних машина ради се о заједничком погону тј. један мотор погони и главно вретено и остала кретања радног стола, док код CNC машина постоји један главни мотор за погон главног вретена, а померања по осама остварују посебни истосмерни мотори.
- **Управљање машином** - изводи се код класичних машина ручно или машински преко ручица за управљање док CNC машине имају управљачку јединицу (тастатура и екран) и раде аутоматски преко програма.
- **Мерни састав машине** - састоји се од скале са нонијусом (класична машина) или прецизнијег линеарног система мерења (CNC машина).
- **Помак радног стола** - остварује се трапезним навојем или кугличним навојним вретеном (CNC машина).

1.2. Структура и конструктивне карактеристике

Карактеристике CNC машина

а) Истакнуте карактеристике CNC обраде

Овде је важно напоменути да су CNC алати за обраду обично доступни са аутоматским држачем за замену алата и њима управља програм. Стога је очигледно да је оперативни процес више концентрисан у природи. На свим CNC машинама, електронски мерни систем се користи на свакој контролисаној оси. Мерни системи се обично користе на CNC машинама за идентификацију положаја клизача на клизном путу. Ови системи такође играју пресудну улогу у усмеравању стола вретена и мерењу стварне брзине вретена. CNC команде су главне компоненте CNC обраде. Нове CNC команде развијене су за једноставне примене повезане са окретањем обрадних центара и брушењем. С друге стране, напредне рачунарске нумеричке контроле омогућавају прецизнију контролу различитих оса, омогућавајући им бржу интерполацију положаја.

б) Аутоматизовани системи подмазивања

Овде вреди напоменути да сте дуготрајну поузданост могли извући из алатних машина које се ослањају на редовно одржавање и распоред подмазивања. Уобичајена је чињеница да би неадекватно подмазивање лежајева проузроковало превремену штету на њима. Штавише, неадекватно подмазивање такође може оштетити шине шина. Другим речима, ако дође до крајњег недостатка подмазивања, стабилност машине би се смањила. Обично су поправци трошкова који се односе на CNC машине прилично скупи. Стога има смисла одлучити се за оне CNC машине које су опремљене механизмом самоподмазивања.

в) Досадне главе у CNC обради

Досадне главе су неизоставан део CNC машина које се обично користе у индустрији обраде дрвета. Добро је позната чињеница да дрво-прерађивачка индустрија у масовној производњи треба да израђује дизајн различитих облика и величина. Стога није могуће радити на дизајну на индивидуалној основи. Због тога би CNC машине требале бити опремљене досадним главама које би помогле столарима да релативно лако изрезбаре замршене детаље. Досадне главе и агрегати се широко користе у другим индустријама где је врхунска израда од највеће потребе.

г) Прелазност процеса CNC обраде је боља

Након отклањања грешака и верификације процеса пробног сечења, транзитивност CNC машина може се применити ради уштеде критичног времена и истовремено осигурања квалитета. Штавише поступак се може користити као предлог за накнадну обраду осталих сличних делова. Дакле, са прелазним карактеристикама CNC машина, различити токови рада у индустрији могу се поједноставити.

д) Опције вретена у CNC обради

И 3-осне и 5-осне CNC машине имају проширени опсег опција када се ради о вретенима. Вретена (енг. HSD и Perske) већ су велики хит у домену CNC обраде. Они су ефикасни и могу поднети терет гарантирајући истовремено нашу највећу прецизност. Штавише, вакумске пумпе су опциона карактеристика CNC машина. Вакумске пумпе чине снагу и стабилност поставкама CNC машина.

ђ) Аутоматски постављачи дужине алата

Аутоматски постављачи дужине алата могу учинити 3-осне и 5-осне CNC машине ефикаснијим. Системи за мерење дужине су изузетно тачни. Штавише, они садрже један М-код који извршава одабир алата у аутоматизованом окружењу. Даље, позиционирање алата у положај за мерење сонде може бити фин.

1.3. Опис и врсте

Постоји много врста CNC машина које се могу разврстати у следеће категорије на основу различитих метода. Према функцијама или врстама обрађених делова, CNC машине се могу класификовати у пет врста: CNC глодалице, CNC стругови, CNC бушилице, CNC секачи за плазму и CNC брусилце.

2.CNC струг

Рачунарско нумеричко управљање (CNC) уграђено је у низ нових технологија и машина. Једна таква машина ове врсте која се користи за широк спектар производних процеса позната је као CNC струг. CNC струг је обично дизајниран да користи модерне верзије алата и процеса од карбида.



Слика 4 – CNC помоћу CAM-а

Са изузетно брзим вretenом, CNC машине су веома свестране. Из тог разлога се користе за стварање делова за широк спектар индустрија. На пример, ова врста машина се обично користи у обради стакла, преуређивању делова, предењу метала, обради метала, стругању дрвета и термичком прскању.

Како ради CNC струг

Токарски строј користи CNC технологију, што је скраћеница за рачунарско нумеричко управљање. Ова машина ствара прилагођене производе, укључујући осовине за аутомобилску индустрију, дрвене ноге за индустрију намештаја, производе за домаћинство и још много тога, користећи израде од метала, пластике и дрвета.

Избор правих CNC стругова који прате машину је пресудан за постизање жељеног резултата. Иако постоји много опција, неке су од суштинског значаја, попут алата за окретање, који може брзо ољуштити значајан део залихе, алата за завршну обраду који осигурава прецизну завршну обраду и алата за одвајање / одсецање, који делује тако сечење више делова из комада бара. Остали алати које вреди размислити укључују држаче за бушилице и славине, извлакач шипке и досадну шипку. CAD или CAM процеси контролишу све путање алата.

Затим је интерфејс типа менија на рачунару оно што управља стругом. Док оператер надгледа процес, посао се обавља аутоматски због компјутеризације. Своди се на то да рачунар, дигитализовани подаци и CAD или CAM програм аутоматизују, контролишу и надгледају кретање машине. CNC контролер ради заједно са низом мотора и погонских компоненти одговорних за померање и управљање оси, извршавајући тако програмиране покрете.

Сваки покрет струга је прецизан. Из тог разлога је готов део, компонента или производ изузетно прецизан. Треба запамтити да CAD и CAM нису оно што управља CNC машином за стругање. Уместо тога, они креирају код на основу спецификација купца, након чега следи машина.

Разлика између CNC-а и струга

У одређеној мери, CNC машина је мање компликована од конвенционалне машине, јер рачунар може истовремено да помера све осе са великом прецизношћу. На пример, извођење лука је лако код CNC-а, док ће за конвенционалне уређаје бити потребан посебан алат или додатак.

Велика предност CNC струга у односу на конвенционални је у томе што кад га квалификовани техничар припреми за покретање (програмирање и подешавање), он захтева мање вешт оператер да утовари сировину, притисне „зелено дугме“ и прегледа израђени делови. Док конвенционални струг захтева квалификованог техничара да изради сваки поједини део.

2.1. Врсте и карактеристике

Подела и врсте стругова

- Према обиму и врсти производње:

- стругови за појединачну,
- стругови за серијску,
- стругови за масовну производњу.

- Према намени:

- универзални,
- специјални

- Према начину управљања:

- са ручним,
- са аутоматским,
- са нумеричким управљачем.

- Стругови за појединачну производњу:

- универзални струг,
- струг са вучним вретеном,
- струг за леђно стругање,
- струг за попречну обраду.

- Стругови за серијску производњу:

- вишесечни струг,
- копирни струг,
- вертикални струг,
- револвер струг.

- Стругови за масовну производњу:

- са аутоматским довођењем материјала у виду шипки,
- са магацином за пуњење припремцима

3. CNC струг – PH 42

Струг POTISJE PH 42 – CNC је двоосни нумерички управљани струг типа PH 42 – CNC, који је произвела фабрика POTISJE из Аде. Тај струг једну револвер главу са 13 позиција. Габаритне мере машине су 2.90x1.75x1.70m, а укупна маса машине 5000кг.



Слика 5 - CNC струг – PH 42

3.1. Опис машине

Свака машина има своје делове и састављена је од различитих производа, тако и ова машина има своје делове (сви ти елементи и делови показани су у даљем тексту). Било који део на машини је сам за себе и сваки тај део чини једну целину коју ћемо овде назвати машином. Овде ћемо на кратко споменути неке делове машине, њену примену као и управљачку јединицу, која је покретач ове машине.

- Као што је споменуто ова CNC машина има револвер главу која је по уобичајеној номенклатури иза осе стругања. Има 13 позиција, прихват алата је преко цилиндричних дршки држача алата. Систем држача алата је предвиђен за максимални пресек дршке ножа 20x20mm.

- Носач задњег шиљка се ручно позиционира, при припреми машине у уздужном правцу на посебним вођицама. Ход пиноле је 80mm. Поред извлачења и увлачења пиноле, помоћу хидро-цилиндра, једним хидроцилиндром се по потреби остварује ротација носача пиноле, ради одмицања задњег шиљка или његовог довођења у правац осе главног вретена.

- Ова CNC машина користи управљачку јединицу која много помаже у самом раду машине, а то је “SINUMERIC 3”. Машина такође може да користи и „SINUMERIC 810T”, исти програм само мало другачији модел. У свом раду сам користио „SINUMERIC 3” због раније приступачности том програму. Управљачка јединица допушта линеарну и кружну интерполацију у XZ равни.

- Поред наведеног редовну опрему машине чине: хидроагрегат, стезно коло, систем за хлађење алата са резервоаром, систем за централно импулсно подмазивање, механичка рука за прихват и одлагање обрађених делова (при одсецању из шипке), посебни попречни клизач за одсецање са хидрауличким погоном и заштитна кабина.

3.2. Техничке карактеристике

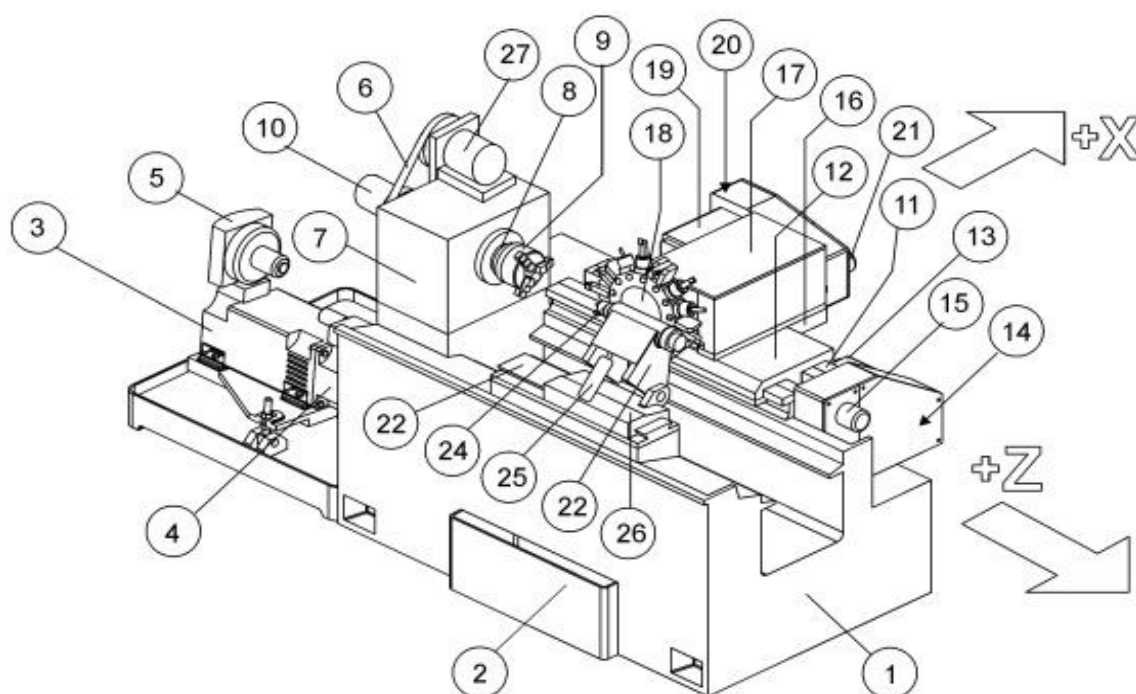
Свака машина има своје техничке карактеристике, иако овај струг је двоосни нумерички струг и такође је мало старији модел, он пружа завидне карактеристике у свим пољима. Од дужине хода револвер главе, максималне брзине по осама, брзине хода итд.

- Дужине хода револвер главе, са алатом су: 340mm у уздужном правцу (Z – оса) и 120mm у попречном правцу (X – оса). Максималне брзине у радном ходу за обе осе су по 2000mm/min, а брзине брзих хода су по 6000mm/min.
- Погон главног кретања је АС мотор са максималном снагом од 16kW. Преносник за главно кретање је планетарни насадни са два степена. Максимални број обрта главног вретена је 19 - 6000min⁻¹. Праћење позиције главног вретена, ради синхронизације са помоћним кретањима при обради завојница, остварено је преко инкременталног енкодера.
- Проврт главног вретена допушта провлачење шипке до Ø42mm. Стезање обрадка се изводи помоћу хидрауличног стезног кола. Као прибор за стезање се користе или еластичне стезне чауре или глава са чељустима.



Слика 6 – Чeљyсна стeзна глaвa

3.3. Саставни елементи и функције



Саставни елементи ове машине су:

1. Постоље
2. Резервоар SHP
3. Мотор главног кретања (GK)
4. Насадни планетарни преносник
5. Мотор вентилатора за мотор GK
6. Ремени пар са поли – В ременом
7. Кућиште главног вретена
8. Главно вретено
9. Стезна глава (или носач еластичних чаура)
10. Хидро цилиндар стезног кола
11. Вођице уздужног (Z) клизача
12. Уздужни клизач
13. Мотор Z - осе
14. Преносник (синхрони ремени) Z - осе
15. Енкодер на завојном вретену Z - осе
16. Вођице попречног (X) клизача
17. Клизач X - осе са погоном револвер главе
18. Револвер глава (13 позиција)
19. Серво (АС) мотор X - осе
20. Преносник (синхрони ремени пар) X – осе
21. Енкодер X – осе
22. Вођице носача задњег шиљка
23. Механизам за обарање задњег шиљка
24. Пинола задњег шиљка
25. Цилиндар за обарање пиноле
26. Носач задњег шиљка
27. Енкодер главног обртног кретања (од значаја при обради навоја)

3.4. Могућност рада машине

Рад CNC PH42 струга је погодан за све материјале (метал, дрво, пластика...). Ради у свим могућностима, од мале производње до серијске, само у том сегменту доста заостаје за разлику у новијим моделима због прављења сваког дела, ручно писање програма је неизбежно.

4. Материјал

Назив: Ломива основа

Припремак: AlCuMg1

Бирање материјала у оваквим ситуација може бити разнолик. За овај рад изабрали смо материјал од алуминијума. Алуминијум припада групи лакших обојених метала, јер је густина алуминијума 2.7g/cm^3 , што значи да је око 3 пута лакши од гвожђа. Добија се из руде боксита електрометалуршким методама. Одликује се добром електричном ($38\text{ MS} \cdot \text{m}^{-1}$) и топлотном ($200\text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) проводношћу.

4.1. Опис материјала

Алуминијум се одликује добром обрадљивошћу деформисањем на топло и хладно, отпорношћу на атмосферску корозију, али има малу јачину. Температура топљења је 660 степени.

Припремак је изабран од алуминијума са легурама бакра (Cu) и магнезијума (Mg). Изабран је са легурама да би му се поправиле механичке и технолошке особине (пластичност и ливкост). Баш се из тих разлога алуминијум легира са различитим елементима (Si, Cu, Mg, Mn, Zn,...).

Легурама се додељују четвороцифрени бројеви, у којем прва цифра идентификује општу класу или серију, коју карактеришу главни елементи легирања, нпр. (ENAW-1050A, ENAW-2017, ENAW-2024).

У табели 1 су приказани легуре алуминијума и њихов хемијски састав

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti+Zr	Остали
Минимум	0,20		3,50	0,40	0,40				
Максимум	0,80	0,70	4,50	1,00	1,00	0,10	0,25	0,25	0,15

Табела 1

У табели 2 приказане су међународне еквиваленце алуминијума

Европа	Америка	Шпанија	Француска	Немачка	Велика Британија	Италија	Јапан
E.N. 573	A.A	U.N.E.	AFNOR	D.I.N.	B.S.	U.N.I.	J.I.S.
EN AW 2017	2017 A	38.312 L-3120	A-U4G	AlCuMg1 31325	H14	3579 9002/2	A2017

Табела 2

- Си ојачава легуру, али погоршава обрадљивост деформисањем и отпорност на корозију.
- Mg повећава јачину и отпорност на корозију.

Примена

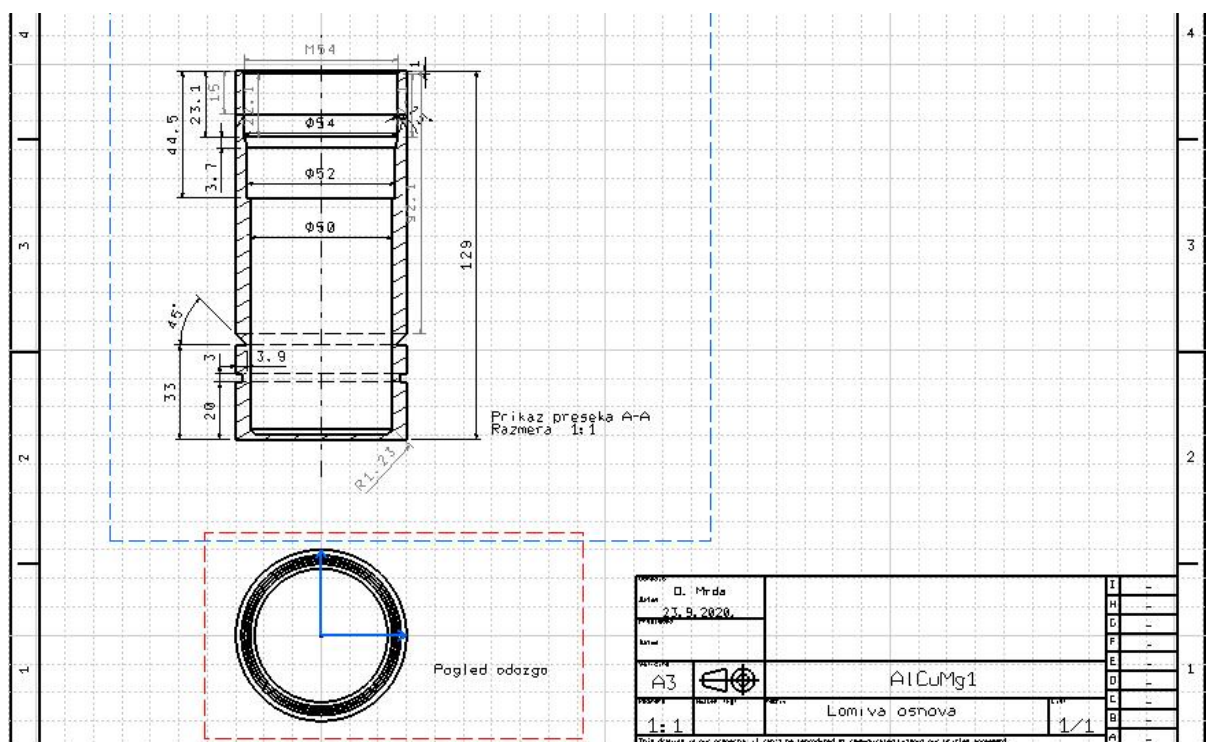
Ова трокомпонента материјала се примењује најчешће за авионе, друмска возила и аутомобиле (дурал и супердурал).

Код друмских возила ова легура се најчешће појављује код каросерије возова.

4.2. Технички цртеж

Ознака припремка: AlCuMg1

Почетне димензије: $\varnothing 60$ L=129mm



Слика 8 – Технички цртеж коначног дела

Елемент обраде је цилиндрични део са отворима унутра. Служи као постоље за наставкак светлосних знака на аеродромима (аеропистама). Састоји се од легираног алуминијума и веома је ломљив.

5. Програм рада

Програм рада смо организовали по следећим распоредима:

- Координатни систем

Двоосни нумерички управљани струг иде иза обратка.

- Број програма, почетак и крај програма

Сваки технолошки програм, али и потпрограм, представља целину која на почетку има такозвано заглавље, а на крају одговарајућу M – функцију. У комуникацији управљачке јединице са рачунаром (трансфер у једном или у другом смеру) сваки програм или потпрограм представља једну ASCII датотеку. Пожељно је избегавати нумерисане потпрограме бројева који почињу са 9 (обично је то резервисано за фиксне циклусе обраде и заштићене програме).

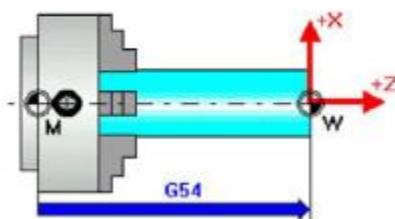
- Структура програма

У општем случају нулта тачка обратка може бити било где на њему, па и ван њега. Значајна поједностављења у програмирању постиже се ако се нулта тачка обратка изабере тако да лежи на његовој оси, а из практичних разлога у руковању машином пожељно је да се налази на челу издатка.

Уобичајено је писање програма у апсолутним координатама (у односу на координатни систем везан за нулту тачку радног предмета). По правилу координата X има значење пречника. Најважнији елементи те структуре су:

1) Позив нулте тачке радног предмета

Позив померања нулте тачке подразумева да се при стартовању програма и наиласка на ову функцију врши ишчитавање координата одговарајуће нулте тачке радног предмета из датотеке нултих тачака.



Слика 9 – Помак нулте тачке

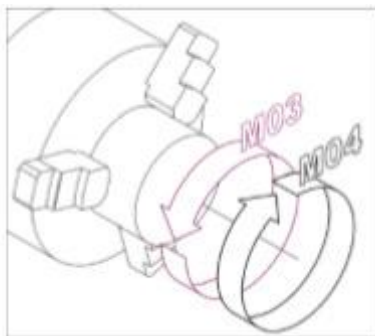
2) Померање револвер главе, брзим ходом у позицију која је безбедна за измену алата

3) Постављање алата у радну позицију (обртањем револвер главе) и позив броја корекција тог алата

Позивање одређеног броја корекција подразумева постављање као активног слога у датотеци корекција алата. Број корекције и број алата у револвер глави морају бити сагласни са онима датим у плану алата.

4) Дефинисање броја обрта n и смера главног вретена, као и корака

Смер главног вретена одређен је функцијама M03 (десни смер) или M04 (леви смер).



Слика 10– Смерови обртања главног вретена

На слици је приказан поглед из позитивног смера осе Z. Заустављање вретена остварује се са M05.

5) Укључење хлађења помоћу функције M

6) Померање алата у брзом ходу у позицији из које ће почети кретање у радном ходу са кораком

Сигурносна позиција револвер главе у којој ће се њеном ротацијом довести нови алат у радну позицију требало би да буде довољно далеко од обратка. Са друге стране превелико удаљавање, може довести до прекорачења расположивих граница померања клизача дуж X и/или Z осе. Такође треба обратити пажњу да се примицања и одмицања у брзом ходу не изводе по две осе одједном. Примицање у брзом ходу је пожељно у општем случају, извести најпре по оси Z, а затим по X оси. Ово је поготово битно кад је новопостављени алат много дужи (у правцу Z – осе) од претходног.

7) Обрада алата (понављање корака, искључење хлађења, померање револвер главе брзим ходом у позицији која је безбедна за измену алата).

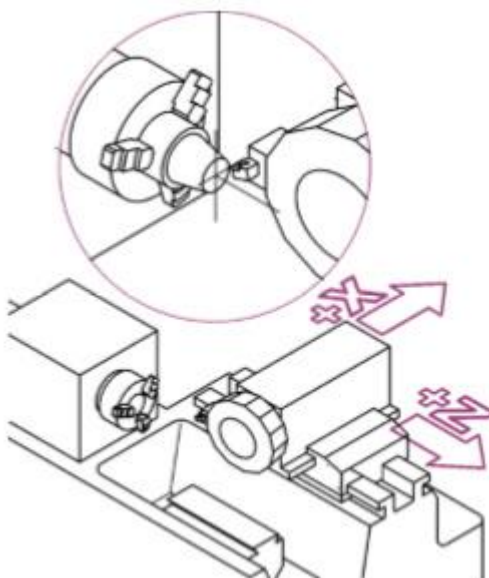
Под обрадом алата, подразумева се кретање по дефинисаној путањи, задатим кораком f , бројем обрта n , који се у појединим деловима путање могу мењати. У овом кораку су такође садржана различита примицања и одмицања у брзом ходу ($G00$). Уколико је кретање алата дефинисано у релативном координатном систему, или ако је путања дефинисана у инчима, то је неопходно нагласити G – функцијама ($G95$). Без експлицитног навођења $G41$, односно $G42$, алат ће се кретати по описаној путањи не узимајући у обзир корекцију полупречника врха алата. Реалне вредности полупречника заобљења врха алата, притом, могу бити узрок нетачно обрађене контуре.

8) Крај програма

M30

5.1. Координатни системи

Овај струг је по концепцији нумерички управљани струг са револвер главом иза осе обратка. За машине са револвер главом испред осе обратка смер осе X је супротан, а то повлачи за собом и разлике у смеру кружне интерполације у односу на овде описану.



Слика 11 – Координатни систем PH 42 – CNC

5.2. Писање програма

У нашем случају прво смо одредили из колико стезања ћемо урадити предмет, а то је из 2 стезања. Све то радимо ручним програмирањем преко “SINUMERIC 3” програма. Почињемо од врха предмета.

I Стезање

Програм %41

G59 X0 Z424.6
G92 S2000
G90 M45

Захват 1

- Попречна обрада

N10 T0202 M33 (нож за попречну обраду)
G96 S140 M04
G00 X70 Z10 M08
G01 X65 Z0 F2
X45 F0.2
Z4

Захват 2

- Обарање спољне ивице 1x45°

G42 X54 F2
Z2
X64 Z-3 F0.2
Z2 F2
G00 G40 Z150 M09

Захват 3

- Унутрашња обрада на Ø52 x 44.5

N20 T1111 M33 (нож за унутрашњу обраду)
S1000 M04
G00 X40 Z10 M08
G01 X51.2 Z3 F2
Z-44.55 F0.16
X46
Z3 F2

Захват 4

- Унутрашња обрада на $\varnothing 52 \times 44.5$

X52.15

Z-44.5 F0.16

X46

Z3 F2

Захват 5

- Унутрашња обрада на $\varnothing 53.2 \times 29.5$

X53.2

Z-29,5 F0.16

X46

Z3 F2

Захват 6

- Унутрашња обрада на $\varnothing 54 \times 23.1$ и израда конуса (15^0)

X54.2

Z-26.8 F0.16

X49.15 Z-36.223

Z4 F2

G41 X60 Z2

X50 Z-3 F0.2

Z3 F2

G00 G40 Z150 M09

N30 T0707 M33 (нож за унутрашњи навој)

G95 S600 M03

G00 X60 Z10 M08

G01 X54.8 F2

G33 Z-15 K2.

G00 X50

Z4

X60

X55

Захват 7

- Обарање унутрашње ивице 1×45^0 (на $\varnothing 54$)

G33 Z-15 K2.

G00 X50

Z4

X60

X55.2

G33 Z-15 K2.

G00 X50

Z4

X60

X55.4

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

X55.6

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

X55.8

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

X55.9

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

Захват 8

- Израда навоја M54

X56

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

X56

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

X56

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

X60

X56

G33 Z-15 K2

G00 X50

Z4

Z150 M09

- Крај програма

M30

II Стезање

Програм %42

G59 X0 Z421

G92 S2000

G90 M45

Захват 9

- Попречна обрада

N10 T0202 M33 (нож за попречну обраду)

G96 S160 M04

G00 X70 Z10 M08

G01 G42 X65 Z0 F2

X45 F0.2

Z4

Захват 10

- Обарање конуса за навој (спољашњи)

X58.5 F2

X60.16 Z-22.5 F0.2

X64

Z4 F2

Захват 11

- Обарање ивице 1×45^0

X51

Z2

X64 Z-4.5 F0.2

G00 G40 Z150 M09

Захват 12

- Израда жљеба $\emptyset 60 \times 3$

N20 T0808 M33 (нож за уколавање жљеба 3mm)

G95 S1000 M04

G00 X70 Z10 M08

G01 X65 Z-23 F2

X57 F0.08
X65
Z2 F2
G00 Z150 M09

Захват 13

- Обарање унутрашње ивице

N30 T1111 M3 (нож за обарање унутрашње ивице под углом 42.5)
G95 S1000 M04
G00 X40 Z10 M08
G01 G41 X57 F2
Z2
X46 Z-4 F0.2
Z2 F2
G00 G40 Z150 M09

Захват 14

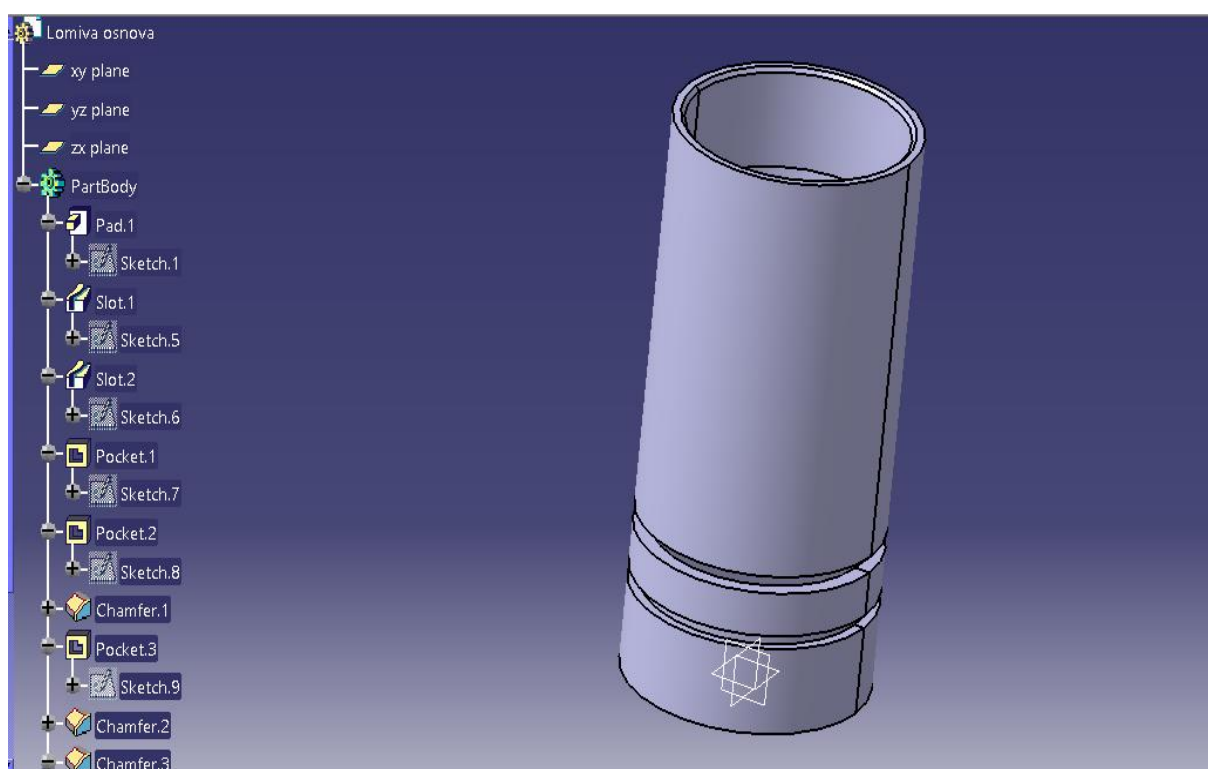
- Израда жљеба под 45^0

N50 T0606 M33 (нож за укопавање жљеба под углом 45^0)
G95 S1000 M04
G00 X68 Z10 M08
G01 G41 Z-36.07 F2
X64
X57.86 Z-33 F0.1
X68
Z-36.78 F2
X64
X56.44 Z-33 F0.1
X68
Z-37.48 F2
X64
X55.02 Z-33 F0.1
X68
Z-38.19 F2
X64
X53.62 Z-33 F0.1
X68
Z-38.9 F2
X64
X52.2 Z-33 F0.1
X68
G40 Z2 F2
G00 Z150 M09

Крај програма
M30

6. Инсталација и пуштање у рад

После уношења ручног плана програма, долази се у тренутак кад се све пушта у рад. Смањујемо ход на 0 како не би случајно ударило у зависности где нам је алат. Можемо постепено да повећавамо брзину којом се алат креће, док нисмо сигурни да неће нигде да удари. Када треба да пређе у радни ход, постепено му повећавамо брзину хода. Такође све време елмулзија помаже као елемент хлађења алата. После неког времена машина завршава свој посао и комад остављавамо пар минута ради хлађења.



Слика 12 – Коначан комад после обраде

6.1. Радни простор машине

Радни простор овог CNC струга није ништа другачији него код осталих CNC машина. Састоји се од својих основних алата у самој машини, управљачке јединице и помоћног стола ради одлагања неког одрађеног дела.

Габаритна је машина, заузима мало више места него доста напреднији данас, тежак око 5 тона, што га и ту сврстава у неку мало јачу класу тешкаша машина.



Слика 13 – Радни простор струга РН 42 - CNC

6.2. Врсте коришћених алата

Од коришћених алата употребљивана су 7 врста ножева (сваки за своју функцију).

Према врсти обраде коришћени су:

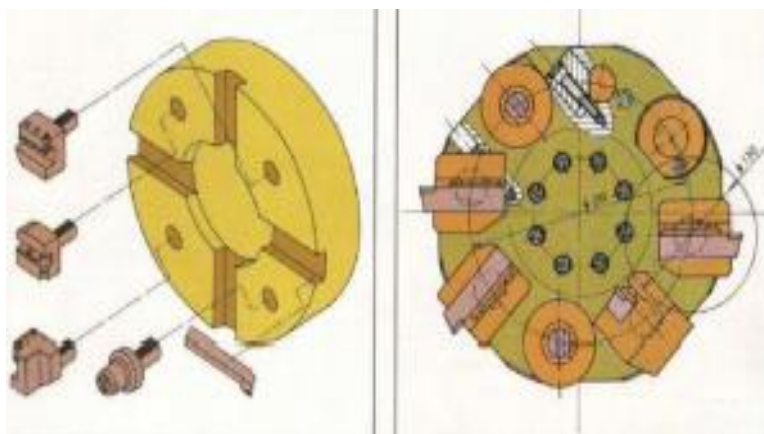
- спољну обраду (уздужну и попречну),
- унутрашњу обраду,
- усецање и одсецање,
- израду навоја итд.

Стругарски алати су били израђени од тврдых метала (волфрама, неки од кермета, тј композита керамике и металних материјала).

Код CNC стругова опремање машине са различитим алатима је од битне важности за квалитетну израду. Алати су смештени у револверску главу према редоследу израде. Алати су постављени тако да је сваки други алат (од укупно 13) наизменично алат за спољашњу обраду или за обраду унутарњих површина, чиме су једни алати са парним а други са непарним бројевима.

Сваком се алату могу доделити одговарајући бројеви корекција алата који се налазе у меморијском месту машине за корекцију димензија алата.

Под корекцијом подразумева се вредност разлике координата врха оштрице посматраног алата у односу на први алат (десни нож за спољашње стругање).



Слика 14 – Алати у револверској глави

7. Квалитет производа

Квалитет производа представља комплексан појам и неизбежан је човеком пратилац у свакодневном животу и раду, тј. и као корисника и као потрошача.

Квалитет се обезбеђује под услов да су све мере и поступци у циљу постизања захтева квалитета у складу са постављеним планом квалитета, који обухвата:

- Планирање квалитета,
- Управљање квалитетом,
- Испитивање квалитета.

За неки производ кажемо да је високог квалитета ако им је доказана економичност или трајност у употреби.

Које су карактеристике квалитетног производа?

Неколико димензија се може идентификовати као оквир за размишљање о основним елементима квалитета производа:

- ✓ Перформансе
- ✓ Карактеристике
- ✓ Поузданост
- ✓ Трајност
- ✓ Употребљивост
- ✓ Естетика
- ✓ Опажени квалитет

Наш коначни производ служи као основа за светиљке на аеродромима и авиопистама. Па ћему у даљем делу рећи нешто више о његовим потребама и услугама.

7.1. Особине предмета после обраде

Као што смо рекли наш предмет није чист алуминијум, он је легиран са бакром и магнезијумом. То се урадило ради добијања бољих механичких особина (пластичности) самог предмета. Нека од типичних механичких својстава материјала укључују: снагу, жилавост, тврдоћу и сл. Та својства ниси много нарушила саме особине предмета па можемо рећи да смо добро урадили посао, одабиром машине, израде, као и самих алата.

7.2. Економичност и трајност у употреби

Сам наш предмет има улогу у делу економије где се користи, па због тога треба рећи да и сам предмет није тешко направити. Почевши од његовог састава, сви ти композити су лаки за набавку и саму употребу тј. легирање. Цена им није велика па им је то додатни плус. Што се тиче саме израде дела кроз рад смо видели да и нема неких улагања у сам предмет (посебни алати, мазива...), битна је само машина и добра воља радника на тој машини. Предмет се прави у малим серијама, чак шта више по наруџбини, јер и сами знамо да претерано нисмо богати са авиопистама, поготово добро оспособљених за летење, нарочито ноћу за шта и овај предмет служи (као постоље).

Трајност овог предмета је велика, баш и због већ поменутих разлога, а и сама незгода предмета тј. његовог оштећења долази у случајевима при полетању и слетању авиона. Крила у тим тренуцима озледе сам део, који је лако ломљив, што му је и у неким описима сам назив „Ломива основа“.

8. Намена

Намена предмета је да буде постоље за светиљке, односно подлога за светлећи део на аеродромима ради лакше сигнализације, осветљења и прегледности терена авиона.

Има веома ограничену намену бар у нашој Земљи, док у иностранству има веома широку употребу. Чак се може пронаћи и на неким стадионима за прскање траве тј. као постоље.

Да ли задовољава?

У својој области тј. намени производ задовољава све услове који су постављени, а то је: Квалитет је оно што производ може учинити за купца. Квалитет производа је такође колико добро производ ради оно што треба и колико се добро држи током времена.

Која је врста квалитета?

У производном или услужном окружењу постоје две главне категорије квалитета:

1) Квалитет дизајна и

2) Квалитет усаглашености.

Лоше дизајниран производ неће правилно функционисати без обзира на то колико добро испуњава његове спецификације.

У нашем случају производ је лаког материјала, врло ломљивим, јефтине израде, малих димензија што га не може учинити производом високог квалитета.

Закључак

Главни циљ овог завршног рада је био да се кроз неку CNC машину опише сам рад у том процесу до коначног квалитета производа. Описана су подешавања CNC струга, почевши од самог комада, њених карактеристика, припрему рада, писању програма, финалан производ након обраде и на крају сам квалитет производа. Све је то склопљено у једну целину која може изгледати као комплетан процес у самој индустрији, од почетка до краја.

Литература

Књиге

[1] В. Лазих/Д. Адамовић (2003) Машински материјали, Факултет инжењерских наука, Крагујевац

[2] Г.Девидић (2006) CAD/CAM tehnologije, Факултет инжењерских наука, Крагујевац

Сајтови

1. www.nexgenmachine.com/how-does-the-cnc-lathe-machining-work/

2. products.com.tw/2017/01/23/differences-between-cnc-and-conventional-lathe

3. www.cnc.com/features-of-cnc-machine/

4. www.cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf/lv_4_1.pdf

5. www.dpm.ftn.uns.ac.rs/predmeti/Merenje%20i%20kvalitet/13%20KVALITET%20PROIZVODA.pdf