

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 93/2012

Марина З. Арнаутовић

**Помоћно кретање код струга
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Богдан Недић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКАУ КРАГУЈЕВЦУ

Катедра за: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Предмет: Машине алатке 1

ЗАВРШНИ РАД

са темом:

Помоћно кретање код струга

Кандидат: Марина Арнаутовић, број индекса 93/2012.

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши систематизацију и на одговарајући начин презентацију података везаних за помоћно кретање струга. Такође, потребно је извршити моделирање и дати опис реализованог модела – клизне јединице струга за обраду дрвета, зупчасте летве, вођице и држача копира.

Завршни рада треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Обрадне системе,
3. Обраду стругањем,
4. Историјски развој,
5. Кинематски систем машина алатки,
6. Претвараче кретања,
7. Погон машина алатки
8. Моделиране делове система за помоћно кретање код струга за обраду дрвета,
9. Конструктивна решења носећег система струга за обраду дрвета,
10. Закључак и
11. Литературу.

Препоручена литература:

1. С. Захар, Машине алатке 1, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1994.*
2. С. Захар, Машине алатке 2, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1997.*

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК

Проф. др Богдан Недић

Крагујевац, сепембар, 2015. год.

Резиме:

Струг је машина за обраду материјала скидањем струготине (или обрада материјала резањем) на којој се обрађују радни предмети кружног попречног пресека. Главно обртно кретање врши предмет обраде, а помоћно праволинијско алат.

У раду су приказани историјски развој струга, чињенице о обради стругањем које укључују производне операције, врсте алата за обраду стругањем, отпоре и снагу резања, затим чињенице о струговима који се данас најчешће користе, о основним кретањима машине и претварачима кретања, погону машина, као и о савременим поступцима обраде стругањем. У прилогу се налазе моделирани делови струга за обраду дрвета који чине систем помоћног кретања.

Кључне речи : струг, обрадни процес, основна кретања, претварачи кретања...

Summary:

Lathe is a machine for the treatment of materials by chip removal (cutting or processing material) to which the handle workpieces of circular section . The main rotary motion is by workpiece and the auxiliary linear motion is by tool.

This is presentation of the historical development of the lathe , facts about the processing of scratches that include manufacturing operations , types of tools for turning , cutting resistance and strength , then facts about lathes that are most commonly used , the basic movements of machines and converters movement, operation of machinery , such and the modern methods of turning .

Keywords: lathe, working process, basic movements, converters movement...

Садржај

1. Увод.....	7
2. Обрадни системи.....	8
3. Обрада стругањем.....	12
3.1. Основне операције у обради стругањем.....	12
3.2. Машине у обради стругањем.....	14
3.2.1. Стругови за појединачну производњу.....	14
3.2.2. Стругови за серијску производњу.....	14
3.2.3. Стругови за масовну производњу.....	15
4. Историјски развој.....	16
4.1. Преглед садашњих машина.....	18
4.2. Савременије машине – CNC машине.....	24
5. Кинематски систем машина алатки.....	26
5.1. Основна кретања код машина алатки.....	26
6. Претварачи кретања.....	29
6.1. Зупчасти пар за претварање главног кретања.....	30
6.2. Претварачи за помоћна и допунска кретања.....	32
6.2.1. Зупчасти пар за претварање помоћног кретања.....	32
6.2.2. Завојни пар за претварање помоћног кретања.....	33
7. Погон машина алатки.....	35
7.1. Електромотори наизменичне струје.....	36
7.2. Електромотори једносмерне струје.....	36
7.3. Електрични и електрохидраулични корачни мотори.....	36
7.4. Облици, уградња и избор електромотора.....	37
8. Моделирани делови система за помоћно кретање код струга за обраду дрвета.....	38
8.1. Делови система за помоћно кретање струга за обраду дрвета.....	39
8.2. Клизна јединица.....	40
Клизну, односно покретну јединицу (слика 35), чине следећи делови:.....	40
8.2. Зупчаста летва.....	46
8.3. Вођица.....	47
8.4. Држач копира.....	47
8.5. Вратило I.....	48
8.6. Вратило II.....	48
8.7. Притезач.....	50

9.	Конструктивна решења струга за обраду дрвета	52
9.1.	Копир струг за обраду дрвета	52
9.2.	Струг за обраду дрвета марке „ DBK 1300 “	53
9.3.	Струг за обраду дрвета копирањем марке „DB1100 Holzstar“	55
10.	Закључак	57
11.	Литература	58

1. Увод

Поступци обраде метала резањем су поступци обликовања уклањањем вишка материјала механичким дејством резног алата на предмет обраде. Најчешће се разврставају на поступке претходне (грубе) и завршне (фине) обраде.

Основни поступци обраде метала резањем су: стругање, бушење, глодање, тестерисање (одсецање), рендисање, провлачење, брушење и глачање (леповање, суперфиниш, хоновање и полирање).

Стругање спада у поступке претходне – грубе обраде. У овој врсти обраде првенствени циљ је одстранити што већу количину материјала. Машина која врши обликовање предмета обраде стругањем назива се струг. Предмети обраде који се могу обликовати на стругу су цилиндричног облика.

Да би се процес резања остварио неопходно је да постоје релативна кретања алата и предмета обраде која могу бити **основна** (изводе се у току процеса обраде) и **допунска кретања** (изводе се на почетку и крају процеса обраде, омогућавају тачан међусобни положај алата и предмета обраде – примицање, одмицање или подешавање положаја алата и сл).

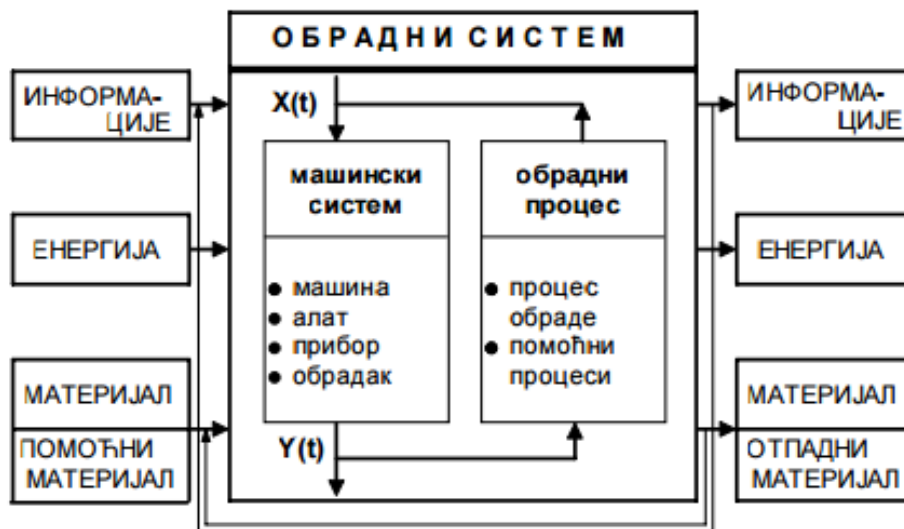
Основна кретања се дела на **главна** и **помоћна кретања**. Главна кретања омогућавају процес настанка струготине и процеса резања. Код струга, ова врста кретања се дефинише брзином резања ($V, \text{m/mm}$) – бројем обртаја ($n, \text{o/min}$). Помоћно кретање је одређено кораком ($S, \text{mm/o}$) и брзином помоћног кретања ($V_p, \text{mm/min}$). Главно обртно кретање врши предмет обраде, а помоћно праволинијско се остварује аксијалним примицањем алата.

Стругови за дрво су слабији од стругова за метал и на неким моделима је могуће обрађивати предмет и длетом из руке. Бољи стругови могу имати копирајући механизам, механизам за прављење навоја, а најсавременији су програмабилни стругови помоћу којих је могуће програмирати жељени облик радног предмета кога ће, потом, сама изградити.

Систем помоћног кретања код струга се састоји из механизма који претварају обртно кретање добијено из преносника главног кретања у помоћно праволинијско, путем претвараача кретања (зупчаник – зупчаста летва, завојно вретено - навртка).

2. Обрадни системи

Обрадни систем може да се дефинише као машински систем са обрадним процесом као основном функцијом. Основни модел обрадног система приказан је на слици 1, на којој се виде његове основне компоненте са међусобним везама и утицајима. [4]



Слика 1. Основни модел обрадног система [5]

Машински систем се састоји од више подсистема, и то:

- подсистем машина,
- подсистем алата,
- подсистем прибора, и
- подсистем обрадака. [5]

Подсистем машина се састоји из једне или више машина алатки са потребним инсталацијама и пратећим агрегатима. Поред једног или више алата за процес обраде и контроле, подсистем алата обухвата елементе потребне за стезање, реглажу и промену алата.

Подсистем прибора обухвата све стандардне и универзалне као и помоћне приборе потребне за стезање и позиционирање алата и обратка. Један или више обрадака чине подсистем обрадака. [5]

Обрадни процеси се састоје од:

- процеса обраде, и
- помоћних процеса.

Процеси обраде су:

процеси резања (стругање, глодање, бушење, и др.), *процеси пластичног деформисања* (сабијање, истискивање, извлачење и др.) и други процеси.

Помоћни процеси обухватају све активности које треба да омогуће извођење процеса обраде. То су, на пример, позиционирање и стезање обратка и алата, загревање материјала пре сабијања на чекићу или преси, и др. [5]

Улаз у обрадни систем састоји се од:

- информација,
- енергије, и
- материјала.

Улазне информације се односе на више скупова информација и то:

- скуп информација о техничким и другим карактеристикама машине (на пример, распон бројева обрта и корака, снага погонског електромотора, габарити радног простора, највећа деформациона сила код преса и чекића и др.), и
- скуп информација о алату (на пример, подаци о мерама, и геометрији, постојаности и др.),
- скуп информација о приборима (на пример, подаци о величини силе стезања, брзини стезања, тачности и др.),
- скуп информација о припремку (материјал, полазне мере, тачност),
- скуп информација о режимима обраде (дубина резања, корак, број обрта, или брзина и степен деформације и др.).

- скуп информација о управљању обрадним процесима, као и остале информације које су дате техничко технолошком документацијом. [5]

Улазна енергија служи за савлађивање отпора у обрадном систему и обезбеђује потребна кретања елемената обрадног система у остваривању обрадног процеса. На пример, при обради на стругу обрадак преко главног вретена и преносника за главно кретање остварује обртно кретање а алат преко носача алата и преносника за помоћно кретање остварује праволинијско кретање.

У помоћни материјал спадају средства за хлађење и подмазивање, уље у преносницима и др. [5]

Излаз из обрадног система састоји се од:

- информација,
- енергије, и
- материјала.

Излазне информације представљају трансформисане улазне информације, а односе се на скуп информација које дефинишу:

- квалитет обраде у смислу тачности остварених мера, положаја и облика површина и квалитета обрађених површина,
- производност, и
- економичност обрадног система. [5]

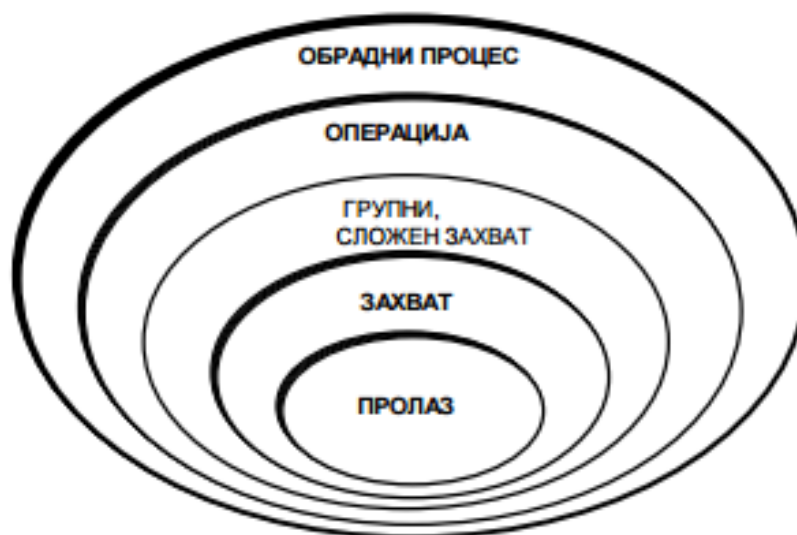
Излазна енергија представља трансформисану улазну енергију. У првом реду, то је топлотна енергија, мада се далеко мањим делом улазна енергија трансформише и у кинетичку енергију потреса елемената обрадног система, темеља машина и подова погона, као и у звучну енергију, и др. Излазни материјал је трансформисани улазни материјал који се састоје из изратка и отпадног материјала.

У отпадни материјал спадају утрошено средство за хлађење и подмазивање, утрошено уље за подмазивање преносника, а посебно струготина при обради резањем или отпадни део траке при просецању лимова, и др. Улази и излази једног обрадног система су повезани, тј. између њих постоји повратна спрега.

Обрадни системи представљају основне технолошке елементе једног технолошког или производног система. Технолошки ниво обрадних система један је од основних предуслова за пројектовање и освајање модерних технолошких процеса са позитивним излазним ефектима који се односе на квалитет, производност и економичност. [5]

Структура обрадног процеса се састоји из:

- Операција – све што се ради на машини при стезању дела.
- Захват – све што радимо алатом на елементарној површини.
- Пролаз – ако захват понављамо више пута ради већег скидања материјала.



Слика 2. Структура обрадног процеса [5]

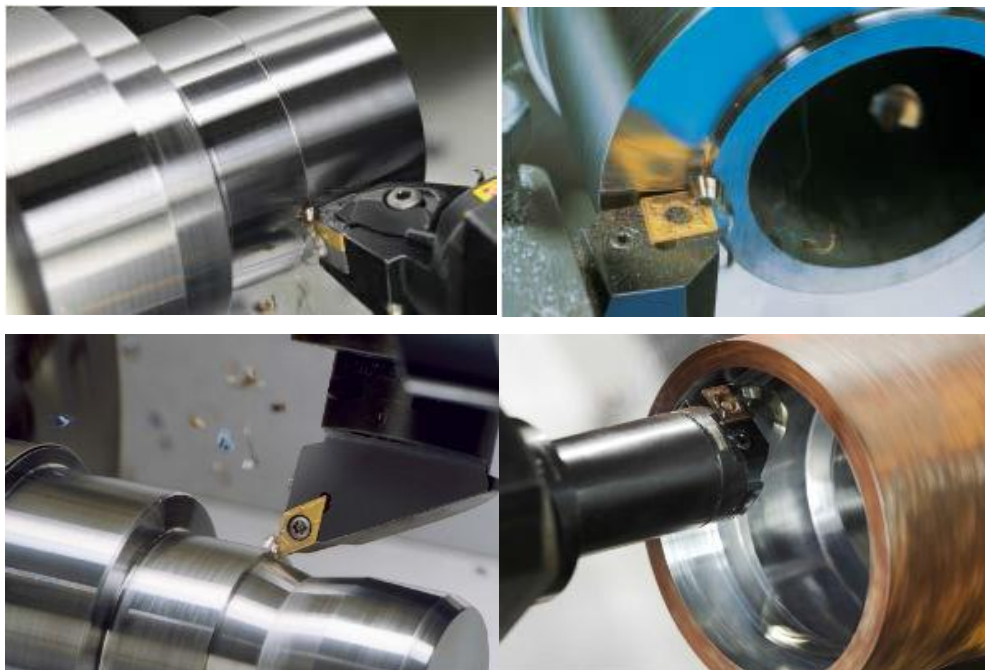
3. Обрада стругањем

3.1. Основне операције у обради стругањем

Стругање је једна од најзаступљенијих врста обраде резањем. Примењује се у свим видовима производње, од појединачне па до високосеријске поизводње. Главно кретање у обради стругањем је обртно кретање и изводи га предмет обраде док помоћно кретање по једној оси или по одређеној контури (кретање по више оса) изводи алат, најчешће једносечни алат. Стругање је у основи континуални процес резања. [3]

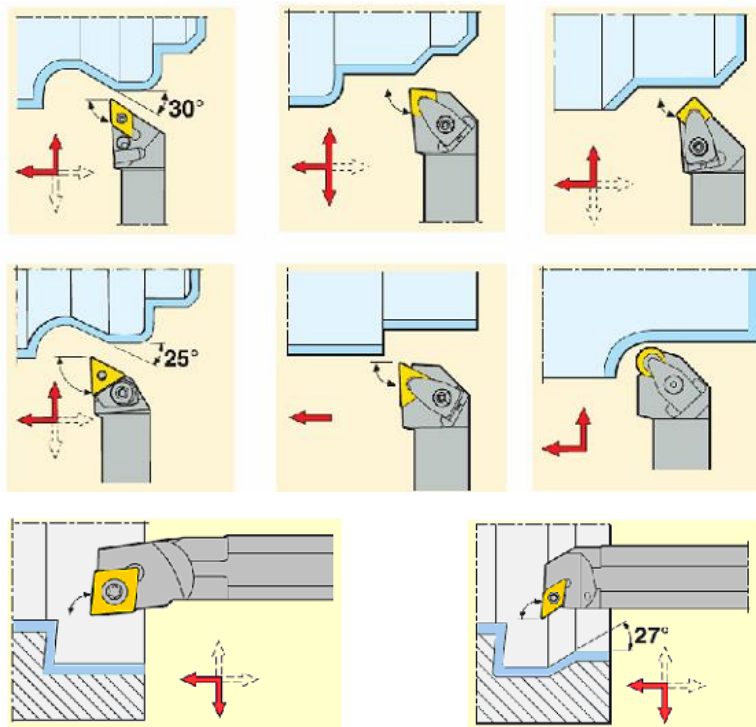
У обради стругањем (слика 3) заступљене су следеће операције:

- уздужно стругање (спољашње и унутрашње),
- поречно стругање (чеоно стругање, одсецање и усецање),
- обрада конусних површина,
- профилно стругање.



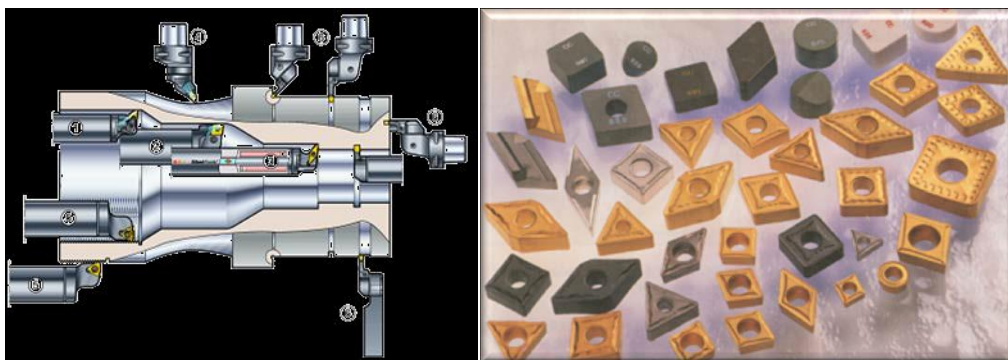
Слика 3. Основне операције у обради стругањем [3]

На слици 4 су приказане шеме неких могућих операција у обради стругањем.



Слика 4. Шеме основних операција у обради стругањем [3]

На слици 5 - а) је приказан предмет обраде сложене конфигурације и положаји савремених алата у захвату, док су различите врсте савремених резних плочица приказане на слици 6 -б). [3]



Слика 6. Стругарска обрада предмета сложене конфугурације (а) и различите врсте савремених резних плочица у обради стругањем [3]

У већини случајева стругањем се генеришу цилиндричне површине коришћењем једносечних алата. Алат (стругарски нож) се помера дуж одговарајуће осе преко клизних стаза машине (универзалног струга, CNC струга, обрадног центра), док је у стезној глави струга стенут предмет обраде који ротира одговарајућом брзином. Слагањем обртног и неког од праволинијских кретања дуж оса (X и Y осе) добија се жељена форма предмета обраде. Треба нагласити да се велики број различитих операција стругарске обраде, у савременим производним условима, изводи на CNC струговима или стругарским обрадним центрима. Посредством нумеричког управљања, на овим машинама стругарском обрадом, једносечним алатима, могу се добити и различити облици површина. [3]

3.2. Машине у обради стругањем

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

- појединачну производњу,
- серијску производњу и
- масовну производњу. [1]

3.2.1. Стругови за појединачну производњу

Стругови за појединачну производњу су стругови који се лако могу прилагодити прелазу са једне конфигурације предмета обраде на другу, са једних на друге димензија. То су: *универзални стругови, стругови са вучним вретеном, стругови са водећим вретеном, стругови за леђно стругање, стругови за обраду попречну и сл.* [1]

3.2.2. Стругови за серијску производњу

Стругови за серијску производњу се користе за израду већег броја истих делова или извођење већег броја операција на истом предмету обраде. То су: *вишесечни стругови, копирни стругови, револвер стругови са хоризонталном и вертикалном револвера главом и сл.* [1]

3.2.3. Стругови за масовну производњу

Стругови за масовну производњу су стругови који обезбеђују смањење комадног времена и смањење помоћног времена. То су стругови наменски пројектовани и изграђени за конкретне производе или групу сличних производа: *аутоматски стругови, аутомати за дугачке делове, револвер - аутоматски стругови и сл.* [1]

4. Историјски развој

Први стругови били су познати још у доба антике. Могуће да су већ у другом миленијуму п.н.е. постојали стругови за обрађивање дрвета, итд. Први радови струга пронађени су у 7. веку п.н.е. У Корнето-у, у Италији, тада етрурском граду. По грчкој митологији струг је измислио легендарни Дедал, отац Икара. У једном египатском гробљу из 4. века п.н.е. нађене су прве слике једног струга. Ротација струга добијена је тиме што је један човек вукао по једном конопцу, док је други обрађивао комад са алатком. [4]

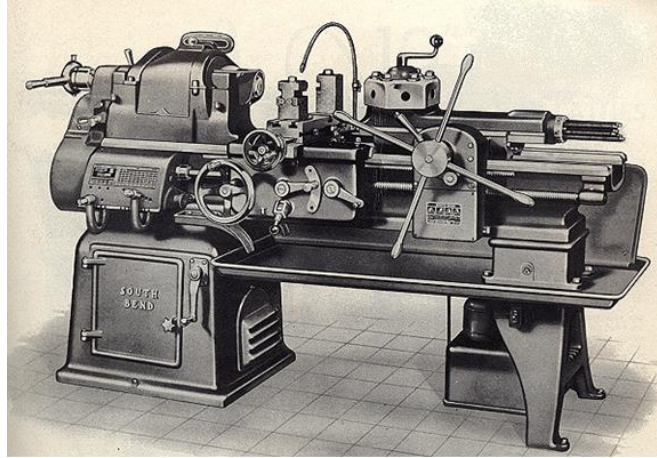
Овакав концепт струга остао је, мање више, до средњег века. У 13. веку конопац за ротацију струга био је везан за једну даску, слично педали (слика 7) тако да је радник, који је обрађивао, кораком на даску сам стварао ротацију струга. [4]



Слика 7. Примитивни облици струга за обраду дрвета [4]

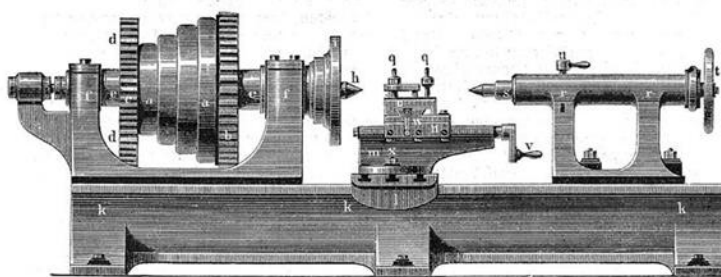
Леонардо да Винчи је, такође, измислио један струг. Новина је била један котур преко којег је ишао конопац и тако омогућавао једну константу ротацију струга. Из 1480. године потичу и прве слике једног струга са супортом.

Први стругови са механичким супортом настали су средином 18. века у Великој Британији (Жак Бесон, 1751). Стругови су тад били углавном од метала и имале су скоро све карактеристике модерног струга. [4]



Слика 8. Хоризонтални револвер струг са хоризонталном револвер главом [4]

Први стругови способни за машинство, дакле за обрађивање метала, настале су вероватно у Сједињеним Америчким Државама крајем 18. века (Силванин Бровн, 1791). Ово је доба почетка индустријализације. [4]



Слика 9. Струг крајем деветнаестог века [4]

Најзад, настао је модерни конвенционални струг почетком 19. века. Први такви стругови стижу у Немачку око 1810. Године. Стругови су се кроз 19. век даље развијали, да би почетком 1950 - их у САД настао први струг са НУ-вођењем, тј. пола компјутерисовани. Током 1970 – их година, такође у САД, настају такозвани CNC - стругови, комплетно компјутеризовани. То значи да радник више не ради класичне радове са стругом, него их контролише са компјутером. [4]

4.1. Преглед садашњих машина

Заједничке особине свих врста стругова лежи у томе шта се предмет окреће, а нож врши само аксијално кретање алата. Остали услови рада су: начин учвршћивања предмета и његово кретање, број ножева употребљених истовремено у раду, њихово учвршћивање, начин њиховог погона померања итд. [5]

Постоје разне врсте стругова као што су:

- Паралелни стругови,
- Револверски стругови,
- Чеони стругови,
- Каруселни стругови.

Обрада на стругу назива се стругање. Представља најстарију и најраспрострањенију методу обраде. Намењена је за обраду спољашњих и унутрашњих - ротоционих (цилиндричних, конусних,...) и равних површина једносечним алатом који се назива стругарски нож. При стругању главно кретање је обртно кретање обратка - V, а помоћно је праволинијско кретање алата - S.

Правац помоћног кретања у односу на осу окретања обратка може бити:

паралелан (уздужни корак – S_u) и управан (попречни корак – S_p), под углом (мањим од 90°).

Струг је машина за обраду материјала скидањем струготине (или обрада материјала резањем) на којој се обрађују радни предмети кружног попречног пресека. Стругови за дрво су слабији од стругова за метал и на неким моделима је могуће обрађивати предмет и длетом из руке. Бољи стругови могу имати копирајући механизам, механизам за прављење навоја, а најсавременији су програмибилни стругови (CNC, односно NU стругови), на којима је могуће програмирати жељени облик радног предмета кога ће потом сама изградити. [5]

На слици 11 је приказан универзални струг.

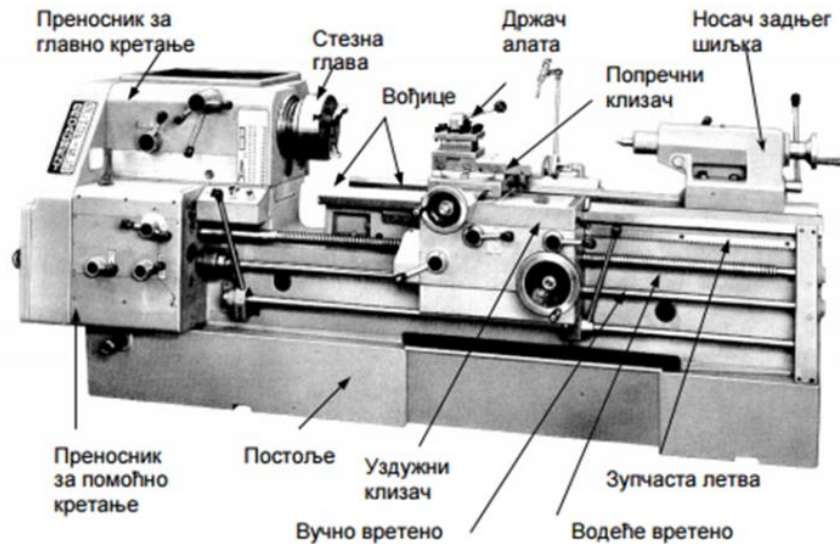


Слика 11. Универзални струг [6]

Обрадни систем универзалног струга:

Носећа структура служи за везу свих елемената. Везује се за темељ и на њега се преносе све вибрације. Пренос кретања се врши преко следећих елемената: погонски електромотор - преносник за главно кретање - ступњевити зупчасти преносник - главно вретено (изводи главно обртно кретање) - преносник за помоћно кретање (уздужно и попречно праволинијско кретање) - пренос на вучно вретено (сви захвати сем завојница – уздужни жлеб са померљивим клином, пужни преносник, зупчаста летва); или пренос на водеће вретено (само израда навоја, завојно вретено, кретање носача алата помоћу дводелне навртке) - попречни клизач, мали клизач са држачем алата (ручно кретање). [5]

На слици 12 је представљен универзални струг са означеним позицијама.



Слика 12. Универзални струг са означеним позицијама [5]

Продукциони струг има само вучно вретено и као такав користи се у великосеријској производњи. Универзални струг има и вучно и водеће вретено, услед чега своју примену налази у појединачној и малосеријској производњи. Остале врсте стругова су револвер струг, карусел струг, итд.

Кретања:

- Главно обртно кретање изводи обрадак (главно вретено) .
- Помоћно праволинијско кретање изводи алат.

Кретање може бити:

1. Праволинијско уздужно;
2. Праволинијско попречно;
3. Ручно праволинијско малог клизача приликом израде конуса или
4. Ручно праволинијско пиноле задњег шиљка приликом бушачких операција.

Позициона кретања: ручно уздужно, ручно попречно, померање носача задњег шиљка. Мера помоћног кретања је корак [mm/°].

Помоћни прибор: стезна глава, носач предњег шиљка са обртачем, задњи шиљак (носач), равна плоча, линете. [5]

Подсистем обрадака на универзалном стругу: спољашње и унутрашње цилиндричне површине, спољашње и унутрашње конусне површине, спољашње и унутрашње завојнице, бушење у оси, чеоне и прстенасте равне површине, уз коришћење копира разни обртни профили, слагањем кретања (на КНУ или уз мајсторске бравуре), сферне површине, коцке, усецање и одсецање, итд.

Подсистем алата на универзалним струговима [5]:

- алатни челик одавно избачен из употребе (препознајемо га по црној боји од термичке обраде),
- алат од брзорезног челика (БЧ) – резни део од БЧ заварен за дршку од конструктивног челика или је цео од БЧ, може да се преоштрава,
- алат од конструктивног челика са залемљеним плочицама тврдог метала (ТМ), такође се преоштравају,
- алат са стандардизованом дршком и стандардизованим синтерованим плочицама од ТМ, механички везаним за дршку,
- алат са плочицама од ТМ ослојеним са AlO ,
- алатна керамика (за брзине 100-200 m/min).

За сваки алат се дефинише постојаност алата T , ефективно време резања, односно период непрекидног резања између два оштрења (30 – 90 мин).

Постојаност је способност очувања резних карактеристика једног алата у одређеним експлоатацијским условима. Наиме, по затупљењу алата потребно је оштрењем извршити репарацију његових резних способности. Алати од БЧ, као и са залемљеним плочицама тврдог метала се преоштравају. Плочица од ТМ се после затупљења једног ћошка окреће, без скидања алата са машине. БЧ је жилавији од ТМ који је крт. [5]

Варијанте стезања алата на универзалним струговима:

- стезна глава – за кратке, здепасте делове;
- стезна глава и задњи шиљак – за дуже делове;

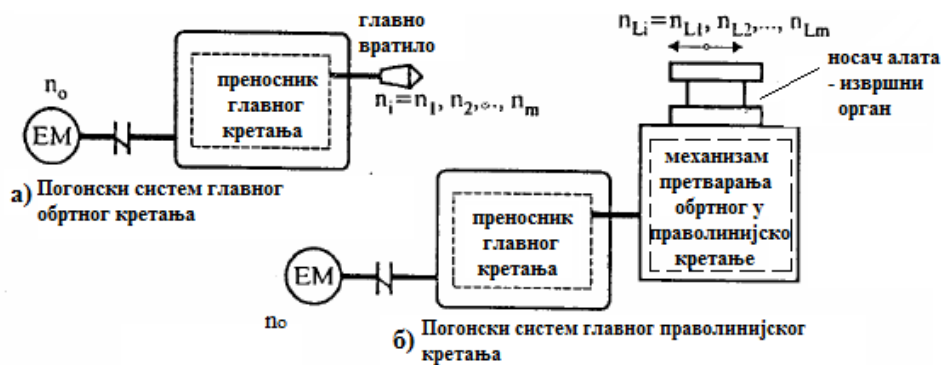
- предњи шиљак са обртачем и задњи шиљак – ако је обрада целом дужином и инсистира се на саосности;
- равна плоча за стезање – има независно кретање шапа, за неправилне облике за довођење у осу обртања елемената који нису у оси помоћни ослонци, тј. линете (стационарне или покретне - везане за носач алата). [5]

Структурни елементи универзалних и специјализованих алатних машина разврставају се на *главне - основне елементе градње и монтаже* и *елементе управљања*. Главни или основни елементи (табела 1) су: носећи систем, систем вођења и погонски систем.

Табела 1. Главни (основни) системи код струга

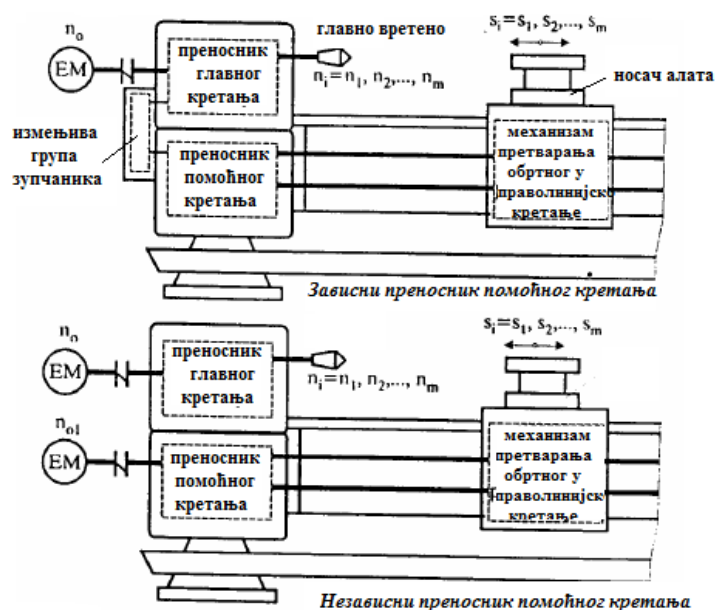


Погонски системи главног обртног и праволинијског кретања обезбеђују неопходне моменте и брзине резања за настанак процеса резања датог спектра материјала и димензија обрадка. Састоје се од погонског електромотора, преносника, вратила код главног обртног кретања (сл. 13 - а), односно погонског електромотора, преносника, механизма за претварање обртног у праволинијско кретање и извршног органа код главног праволинијског (сл. 13 - б).



Слика 13. Структура погонског система главног обртног (а) и праволинијског кретања (б)

Зависно од концепцијског решења и врсте алатне машине, погонски системи могу бити зависни (сл. 14 - а) и независни (сл. 14 - б), континуални или периодични. Састоје се од преносника помоћног кретања, механизма за претварања обртног у праволинијско кретање и извршног органа. Код зависних преносника погон се обезбеђује допунским преносником између преносника главног и помоћног кретања, а код независних посебним електромотором.



Слика 14. Блок шема зависних и независних погонских система помоћног кретања

4.2. Савременије машине – CNC машине

CNC је скраћеница из енглеског језика (Computer Numerical Control), опште је прихваћена у машинству и означава процес производње машинских делова на машинама код којих управљачка јединица уз помоћ програма управља кретањем радних органа машине. Програм добијен на рачунару, пребацује се у управљачку јединицу, преко неког USB уређаја или путем рачунарске мреже.

Технологија CNC машина, у данашњој индустрији, има широку примену. Због своје поузданости и прецизности CNC технологија у процесу производње је постала незамењива. Могло би се рећи да се CNC машине данас користе у свим производним делатностима. Пример једне такве машине дат је на слици 15.

Најчешће области примене CNC машина:

- Обрада дрвета
- Обрада метала
- Обрада пластике

CNC машине одликују се следећим предностима:

- Потпуна флексибилност,
- Висока тачност обраде,
- Висока продуктивност, краће време израде дела,
- Могућност израде најсложенијих машинских делова,
- Краће време за подешавање машине,
- Смањење шкарта,
- Оператер може пратити више машина истовремено,
- Могућност аутоматизоване серијске производње, уз помоћ робота који послужује машину.

Недостаци CNC машина:

- Висока цена набавне опреме,
- Висока цена резног алат,
- Комплексно одржавање,

- Потреба за висококвалитетним програмером и оператером (који се бави и одржавањем, једноставни радови),
- Обавезно планирање рада до детаља, као код сваке аутоматизоване производње,
- Велики инвестициони трошкови повећавају трошкове машинског сата,
- Већи ефекти се остварују у аутоматизацији великосеријске производње и тако даље.



Слика 15. Пример CNC струга [7]

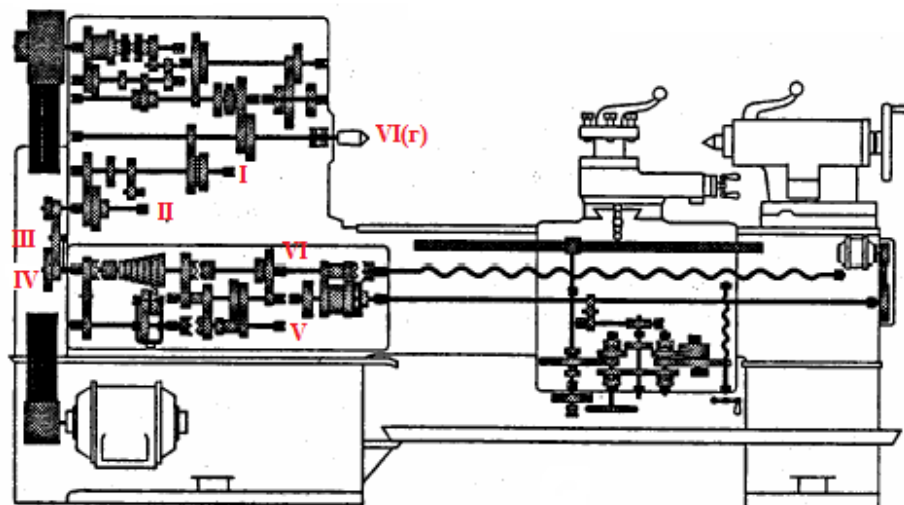
5. Кинематски систем машина алатки

5.1. Основна кретања код машина алатки

Захтевани облик предмета обраде остварује се релативним кретањима између алата и материјала, које мора да обезбеди сама машина, односно опслужилац машине. Ова кретања, било да их изводи човек или машина, називају се основним кретањима. Број и сложеност ових кретања зависи од сложености геометријског облика предмета обраде који се жели добити. Код простијих облика, као што су равне или цилиндричне површине, довољна су само два основна кретања: *главно* и *помоћно*. Међутим, за сложеније контуре (израда зупчаника и сл), неопходно је да се постигне усклађеност више основних кретања, од којих једно увек мора бити главно. [2]

Како брзина основних кретања зависи од операције која се изводи и материјала алата и предмета обраде, то се мора обезбедити да машина својим кинематским системом омогући све потребне брзине како главног кретања (брзине резања), тако и брзине помоћног кретања (корак односно помак). У ову сврху се користе кинематски системи за главно и помоћно, а по потреби и за допунска кретања, који се називају преносницима. При томе ови преносници могу имати сталан, тачно дефинисан, или променљив преносни однос. У зависности од операција које се желе извести, постоје и различити захтеви зависности главног и помоћног кретања, а самим тим и различити кинематски системи машина алатки. Примера ради, овде се приказују неколико кинематских система познатих конвенционалних машина. Тако је на слици 16 приказана шема кинематског система једног универзалног струга.

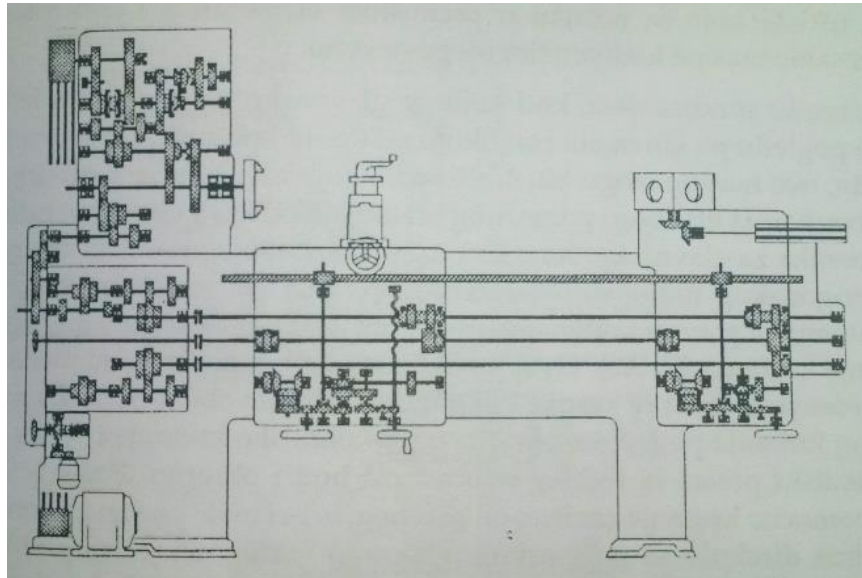
Погон за главно и помоћно кретање се узима од истог погонског агрегата, у овом случају, електромотора. Овај погон се преко преносника за главно кретање, који мора обезбедити не само пренос снаге, односно обртног момента, већ и промену броја обртаја, преноси до главног вратила (радног вретена) на чијем се десном крају налази стезач падног предмета.[2]



Слика 16. Кинематски систем универзалног струга [2]

Обзиром на потребну строгу зависност између главног кретања (обртање предмета обраде) и помоћног кретања (аксијално помоћно померање алата), погон за помоћно кретање се узима директно са главног вратила, односно из преносника за главно кретање, спрезањем зупчаника излазног вратила главног кретања VI(г) и зупчаника вратила помоћног кретања I. Кретање се, затим, преноси преко спреге зупчаника вратила помоћног кретања I и II до вратила III преко кога се кретање преноси на вратило IV, а потом се кретање даље преноси или Нортоновим преносником на вратило V или ће се повезати вратила IV и VI, активирањем спојнице. На овај начин примљено кретање (обртно) се преко преносника за помоћно кретање преноси на водеће – завојно вратило или вучно - ожлебљено вратило који пролазе кроз носач алата - супорт. У самом носачу алата се налази кинематски систем за даљи пренос и претварање обртног у праволинијско кретање.

Као систем за претварање обртног кретања, које се добија из преносника за помоћно кретање, у праволинијско кретање носача алата, користи било завојни пар (завојно вретено и навртка), било зупчасти пар (зупчаник и зупчаста летва) а најчешће су код универзалних стругова присутна оба система. [2]



Слика 17. Кинематски систем револвер струга [2]

Код револвер струга, где се поред носача алата (у већини случајева само попречни) налази и револвер глава, хоризонтална, вертикална или нагнута, постоји и допунски преносник за остваривање помоћног кретања главе са алатима, као и механизам за њено окретање (сл. 17). Код стругова са вертикалном револвер главом, поред аксијалног помоћног кретања носача главе, посебним је преносником омогућено и лагано обртање револвер главе у циљу остваривања попречне обраде. [2]

6. Претвараачи кретања

Потреба за праволинијским кретањем извршних и других помоћних органа јавља се скоро код свих машина алатки. Код неких је то везано само за остваривање помоћних кретања резног алата или предмета обраде, код других и за главно и помоћно кретање, а код неких и за разна допунска кретања везана не само за основну функцију машине, већ и за системе аутоматизације. Да би се ова кретања могла остварити код машина код којих погонски агрегат даје обртно кретање (а то је скоро увек случај), морају постојати посебни механизми за претварање обртног у праволинијско кретање, или краће речено претвараачи кретања. Обзиром да се и овде ради о преносу снаге и кретања, ови механизми – кинематски системи се понекад називају и преносницима за праволинијска кретања. [2]

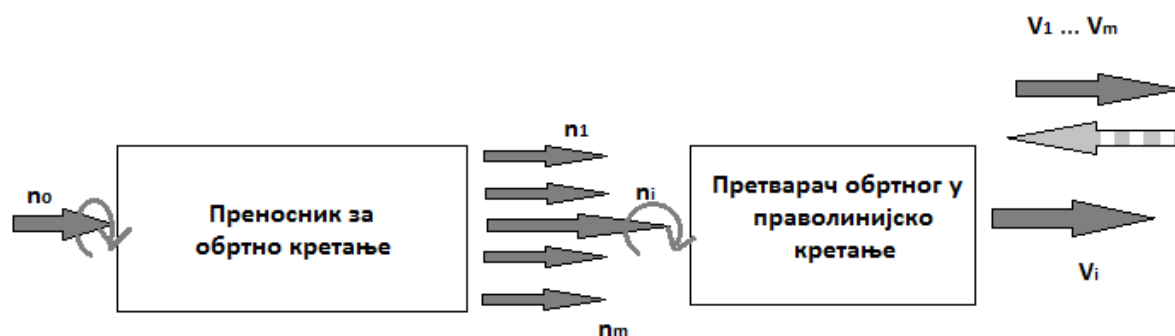
Претвараачи кретања, који представљају последњу карику у кинематском ланцу преноса снага и кретања од погонског агрегата до праволинијско вођених извршних органа, морају да задовоље бројне захтеве, међу којима су најважнији:

- обезбеђење заданог закона измене брзине кретања или заданог пута померања, код неких машина се захтева константна брзина кретања;
- висока осетљивост, тј. способност остваривања померања на кратким путевима и са веома малим брзинама померања;
- довољна крутост система која у великој мери утиче на статичке и динамичке грешке вођења извршног органа машине;
- одсуство зазора у елементима система, посебно у случајевима када карактер кретања или дејство спољњег оптерећења може утицати на промену ових зазора.

У зависности од захтеваних брзина кретања и дужина потребних хода извршних органа, постоје различите конструкције ових механизма, као и различите њихове поделе. Како се, међутим, неки од претвараача кретања примењују и за мале и велике брзине, односно за мале и веће ходове, можда је најадекватније да се изврши једна генерална подела на претварааче кретања код преносника за главна и претварааче кретања за помоћна и остала кретања. [2]

У прву групу се условно сврставају разни механизми криваје, а у други разни кинематски парови као што су завојно вретено - навртка, зупчаник – зупчаста летва, пуж - пужаста летва, брегасти и кривуљни механизми и др. [2]

Мада се конструкцијом ових преносника и наравно, избором врсте, може утицати на брзину праволинијског кретања, потребна промена брзине у току рада се обично остварује посебним ступњевитим или континуалним преносником, којим се на улазу у претварач кретања (погонско вратило претварача) доводи одговарајући број обртаја (слика 18). [2]



Слика 18. Промена брзине праволинијског кретања [2]

6.1. Зупчасти пар за претварање главног кретања

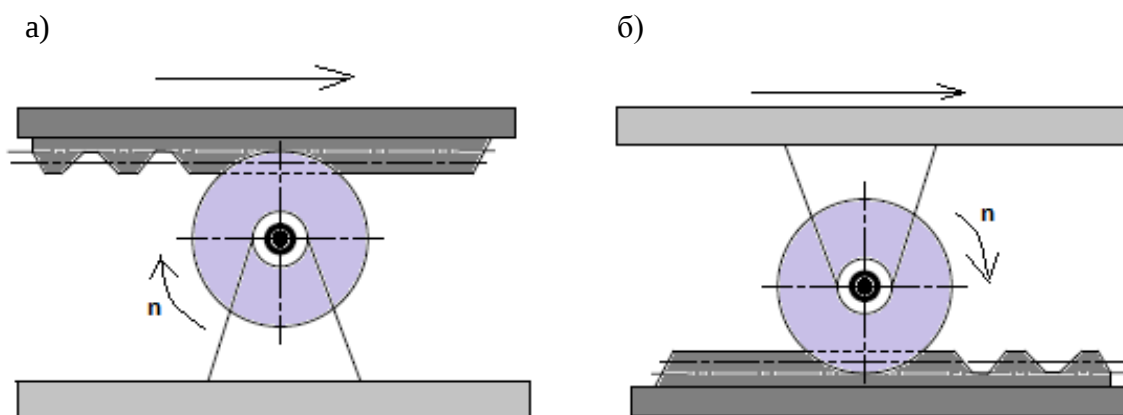
Код машина са праволинијским кретањем, чији ходови прелазе величину од 1 метра, као претвараачи кретања се углавном користе кинематски парови зупчаник-зупчаста летва. Код ових парова смер праволинијског кретања зависан од смера обртања зупчаника.

Приликом претварања кретања помоћу овог кинематског пара, зупчаста летва је причвршћена на радни сто са његове доње стране и то обично у оси симетрије овог стола, да би се смањило ексцентрично дејство погонске силе. Погонски зупчаник, који добија одговарајући број обртаја из преносника за главно кретање машина, спрегнут је са зупчастом летвом и улежиштен у самом постољу машине, на коме се налазе и вођице радног стола. При томе се могу користити како зупчаници са правим зупцима, тако и са завојним, при чему треба истаћи да су ови други знатно повољнији. [2]

Зуби зупчасте летве могу имати исти угао као и зупчаник, али се може користити у оба случаја летва са правим зубима.

Очигледно је да се оваква летва једноставније израђује, али треба имати у виду да би у том случају зупчаник са косим зубима био косо постављен у односу на правац кретања стола, односно његова оса би са осом летве заклапала неки угао различит од правог.

На слици 19 приказана су два примера уградње оваквих претварача, при чему леви део слике (а) одговара случају када је зупчаста летва чврсто везана за покретни извршни орган машине, а осовина погонског зупчаника за постоље (непокретна), док је код случаја (б) обрнути случај: зупчаста летва је непокретна (везана за постоље) а осовина погонског зупчаника је улежиштена у покретни склоп. [2]



Слика 19. Претварач кретања зупчаник-зупчаста летва [2]

Брзина резања је овде функција како броја обртаја погонског зупчаника, тако и његових димензија, односно пречника, тј [2]:

$$v = \frac{D_o \cdot \pi n}{1000} \text{ [m/mm]}$$

где је: D_o - подеони пречник погонског зупчаник [mm]

n - број обртаја зупчаника [$^{\circ}$ /mm]

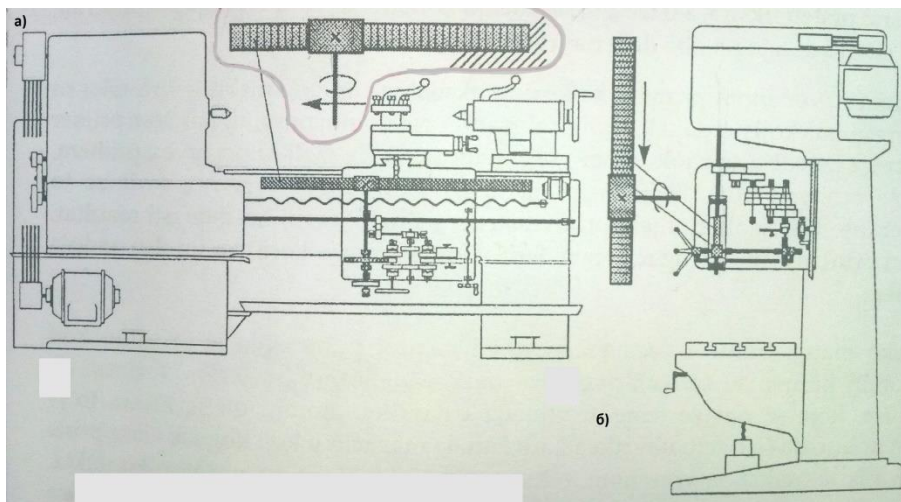
6.2. Претвараачи за помоћна и допунска кретања

У зависности од врсте машине, претвараачи кретања који обезбеђују помоћно праволинијско кретање изводе се обично у виду зупчастог (зупчаник-зупчаста летва) или у виду завојног пара (завојно вретено-навртка). Зупчасти пар се најчешће среће код разних врста стругова и бушилица, док се код стругова за резање навоја, глодалица и већине других машина као претвараач обртног у праволинијско кретање користи завојни пар. [2]

6.2.1. Зупчасти пар за претварање помоћног кретање

Мада је принцип претварања кретања овог пара идентичан са зупчастим паром код претвараача за главна кретања, постоје извесне специфичности које ће се овде поменути. Оне се углавном односе на начин причвршћена или облика зупчасте летве. Код стругова је зупчаста летва причвршћена за постоље машине (слика 20) дакле непокретна је, док се зупчаник који је са њом спрегнут и који добија погон од преносника за помоћно кретање преко вучног вретена, налази улежиштен у носачу алата – супорту. [2]

Код бушилица је зупчаста летва изведена заједно са чауром – „пинолом“ главног вретена (слика 20-б), јер код ових машина главно и помоћно кретање обично изводи алат. Зупчаник који је спрегнут са летвом, улежистен је у кућишту преносника што значи да му је оса непокретна. [2]



Слика 20. Претвараач кретања за помоћно кретање струга (а) и бушилице (б)

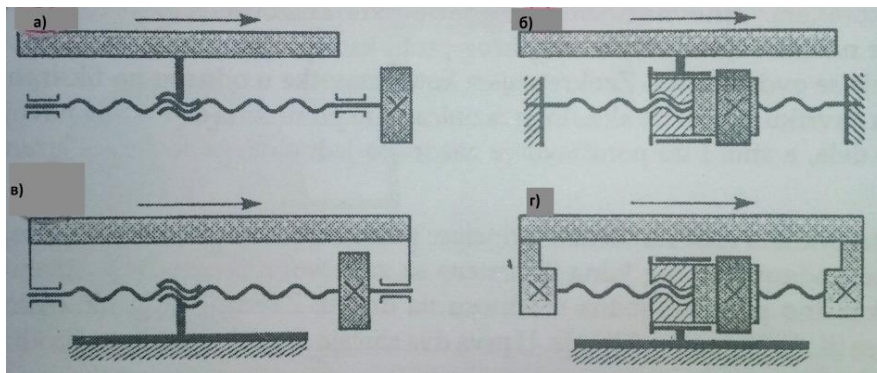
6.2.2.Завојни пар за претварање помоћног кретања

Веома често примењиван претварач кретања код машина алатки је кинематски пар завојно вретено – навртка, посебно у случајевима где се захтева повишена тачност кретања и строга зависност од главног кретања. Његова примена код вертикално вођених органа машине је обавезна обзиром да овај завојни пар поседује особину самокочења. Мали коефицијент искоришћења снаге условљава да се примењује углавном за пренос малих снага, што искључује (са малим изузецима) његову примену код главних кретања машина алатки. [2]

Обзиром на начин остваривања контакта бокова зубаца вретена и навртке, односно од трења које се у том контакту јавља, постоје две врсте ових претварача: завојни пар на бази клизања и завојни пар на бази котрљања. [2]

У првом случају се користе завојно вретено и навртка са стандардним правоугаоним или трапезним профилом, корака 6 до 12 mm (код већих пречника вретена корак може да буде и већи), док се у другом случају између вретена и навртке постављају котрљајући елементи који у многоме смањују трење, а самим тим и губитак снаге при претварању кретања и дужи век трајања. [2]

Без обзира који се завојни пар користи, заједничко им је то да се уградња може извршити на више начина (слика 21). У првом примеру на слици (а) навртка је причвршћена на покретни део (радни сто машине), док је завојно вретено улежиштено у постоље машине, а преко зупчаника добија потребан број обртаја из преносника за обртно (углавном помоћно) кретање. [2]



Слика 21. Могћи начини монтаже завојног пара

Обртање аксијално непокретног вретене доводи до аксијалног кретања навртке, која је у овом случају обезбеђена против окретања. У другом случају (б) је завојно вретено непокретно и чврсто везано за постоље машине, а навртка, која је сада улежиштена на покретном органу машине, добија обртно кретање из преносника. При обртању навртке долази до њеног померања дуж вретена а пошто је она аксијално непокретна у односу на извршни орган, и до померања овог органа. Трећа могућност (в) је да се навртка учврсти у постоље, дакле нема ни обртно ни праволинијско померање, а да се завојно вретено улежишти на радном столу и заједно са њим аксијално помера, услед обртања које то вретено преко зупчаника добија. И најзад, четврти пример (г) показује случај када је завојно вретено учвршћено на радном столу без икаквог померања аксијалног или обртног, а обртно кретање из преносника се предаје навртки, која је сада улежиштена у постољу. [2]

Код завојног пара са клизним контактом, као што је већ поменуто, јавља се велико трење између додирних површина што доводи и до хабања елемената. Да би се оно што је могуће више смањило, посебну пажњу треба посветити избору материјала од којих су елементи завојног пара начињени. Обично се за завојно вретено користи челик, угљенични или легиран. У циљу добијања потребне површинске тврдоће и неходне жилавости вретена, она се или површински (индукционо) кале или се цементирају или нитрирају, па затим отврдњавају. Навртка се најчешће израђује од оловне (лежишне) бронзе или антифрикционог ливеног гвожђа. По могућству треба примењивати принудно подмазивање које у многome може да смањи трење. [2]

7. Погон машина алатки

Да би машина алатка могла да оствари своју основну намену – добијање жељеног облика предмета обраде одстрањивањем вишка материјала (обрада скидањем струготине), она мора да прими одговарајућу енергију која ће се претворити у механички рад, утрошен како на само резање, тако и на савлађивање свих отпора кретању извршних органа машине (силе трења и сл). Код новијих машина се у ову сврху скоро искључиво користи електрична енергија, а сам погон се остварује електромоторима, који електричну енергију из мреже претварају у механичку. Овако добијена механичка енергија се, помоћу разних преносника, доводи до места остваривања механичког рада. [2]

У зависности од врсте и концепције алатне машине, погон се може остваривати или једним централним електромотором који служи за остваривање свих потребних кретања, или са више независних електромотора који ће обезбедити како главно, тако и помоћно (или помоћна), а у неким случајевима и допунска кретања. Поред основних електромотора који обезбеђују неопходну снагу за остваривање механичког рада резања, код машина алатки су често потребни и додатни електромотори који служе за разне додатне функције машине (системи за подмазивање, управљање, аутоматизацију, разни додатни прибори и сл). Тако се могу јавити случајеви да се на једној алатној машини јаве и по неколико електромотора, различитих облика и снага. Код сложених машина (обрадни центри, трансфери и др) овај број може бити и преко десет. [2]

Електромотори који служе за погон главног или помоћних кретања, поред основне намене да обезбеде потребну механичку енергију, могу у неким случајевима да обезбеде и промену бројева обртаја и тако делимично или потпуно замене механичке или хидрауличне преноснике. Број могућих бројева обртаја који електромотор може да обезбеди, као и област регулисања, зависи од врсте и типа електромотора. [2]

7.1. Електромотори наизменичне струје

Код алатних машина се као мотори наизменичне струје користе искључиво полифазни мотори и то и највећем броју случајева трофазни асинхрони мотори који се одликују једноставношћу, поузданошћу и релативно ниском ценом. Трофазни асинхрони електромотор са краткоспојеним ротором представља најчешће примењивани погонски мотор код алатних машина. Конструкција и облик асинхроних мотора одређени су у првом реду потребом и могућношћу њихове монтаже на машини, као и од врсте заштите од дејства окружне средине. [2]

7.2. Електромотори једносмерне струје

Електромотори једносмерне струје у мањој мери налазе примену код машина алатки него што је то случај са моторима наизменичне струје. Углавном се користе код тежих машина, као и код машина код којих се захтева фино регулисање бројева обртаја. Обзиром да се уобичајена наизменична струја из мреже мора посебним исправљачима претворити у једносмерну, инсталације са моторима једносмерне струје су скупље од једноставних трофазних асинхроних мотора и зато се примењују само онда када се захтевају посебна својства. Од мотора једносмерне струје за машине алатке, код којих се захтева број обртаја независан од оптерећења, долази у обзир оточни мотор чији је намотај за побуђивање магнета паралелно везан са намотајем ротора.

Како при директном укључивању ових мотора настаје нагли пораст јачине струје, који је дозвољен само код мотора сасвим малих снага, то се испред намотаја ротора укључује отпорник за пуштање у рад, којим се ова почетна струја ограничава на дозвољену вредност. [2]

7.3. Електрични и електрохидраулични корачни мотори

Посебну групу електромотора чине тзв. корачни мотори, који се задњу деценију све више примењују и код алатних машина, посебно нумерички управљаних, и то претежно као погон за помоћно кретање. Особина ових мотора, како им и назив говори, је да они не врше континуално обртно кретање, како је то случај код нормалних електромотора, већ га изводи у малим, тачно одређеним угловним корацима.

Напајање ових мотора се не врши стандардним наизменичним или једносмерним напоном, већ мора да постоји посебан уређај који ће производити одређене дигиталне управљачке импулсе којим се корачни мотор покреће. [2]

7.4. Облици, уградња и избор електромотора

Електромотори, у зависности од захтева за монтажом, могу имати различите конструкцијске изведбе, више или мање стандардизоване. Основна су три облика: са стопом; са прирубницом; и комбиновано са стопом и прирубницом. Положај мотора може бити било хоризонталан било вертикалан, што зависи од саме концепције машине у коју се мотор уграђује. [2]

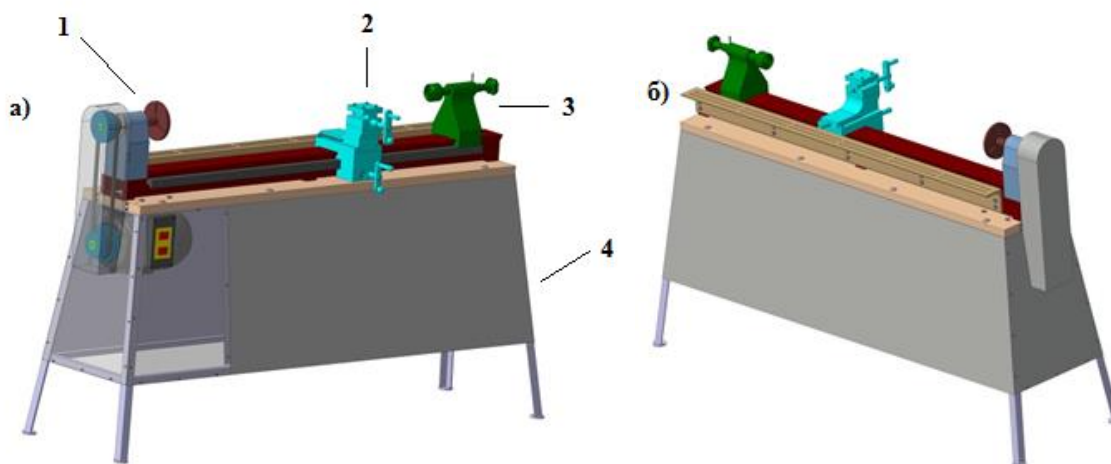
8. Моделирани делови система за помоћно кретање код

струга за обраду дрвета

Моделирање тродимензионалних делова система за помоћно кретање, код струга за обраду дрвета, је извршено у CAD (*Computer-aided Design*, српски – *дизајн потпомогнут рачунаром*) софтверу *Catia V5R20 (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*, српски - *рачунарско (компјутерско) вођена тродимензионална интерактивна примена*).

Софтвер представља тродимензионални рачунарски програм за рачунарско пројектовање и техничко конструисање из ког је могуће утврдити предности и недостатке измоделираних 3D модела, извршити корекције одређених проблема, уз стални приказ извршених преправки. Овакав приступ омогућава стално усавршавање и унапређивање инжењерских послова што доводи до бољих решења при конструкцији делова и изради реалних конструкција.

На слици 22 је приказан комплетан тродимензионални модел струга за обраду дрвета.

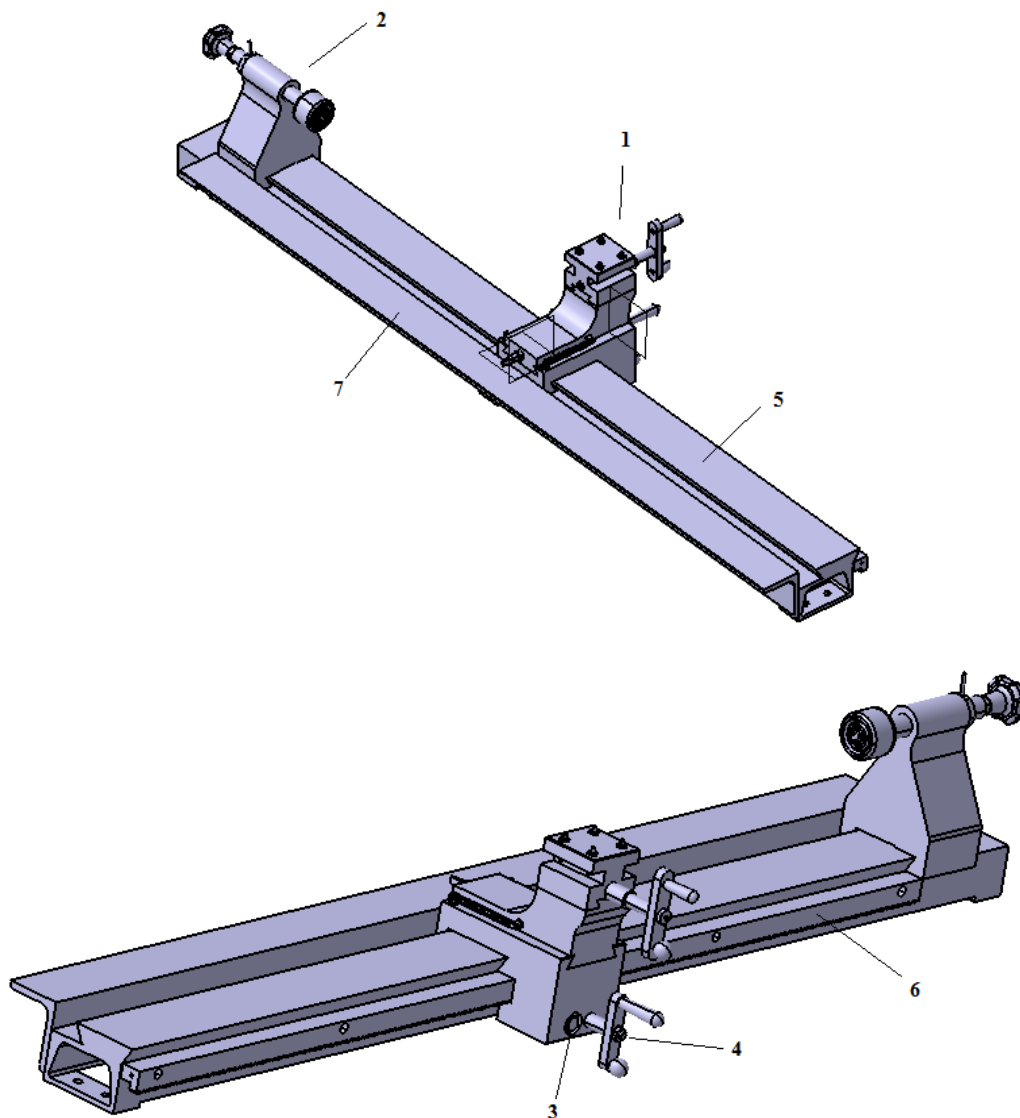


Слика 22. 3D модел струга за обраду дрвета са означеним позицијама (а)

Приказани струг (слика 22) се састоји из погонске групе (1), клизне - покретне јединице (2), притезача (3) и радног стола (4).

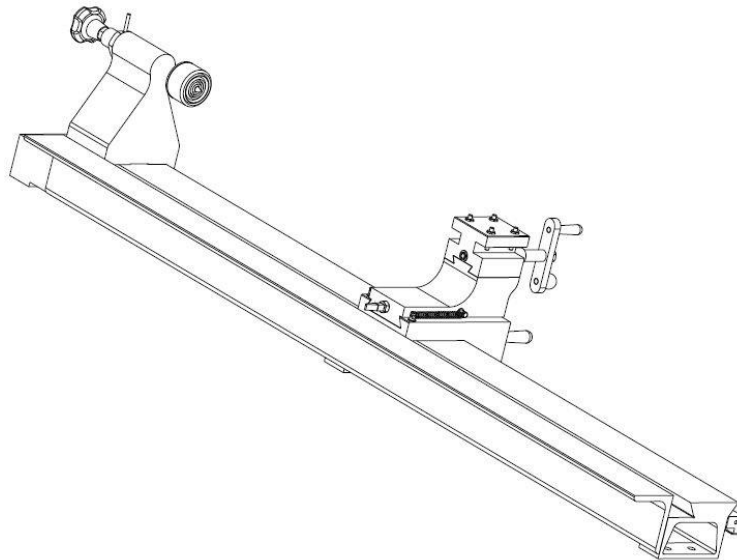
8.1. Делови система за помоћно кретање струга за обраду дрвета

Измоделирани систем помоћног кретања ове врсте струга је склоп који се састоји из подсклопа клизне јединице (1), подсклопа притезача (2), затим подсклопова вратила I (3) и вратила II (4). Између осталог, извршено је и моделирање вођице (5), зупчасте летве (6) и држача копира (7). Систем свих ових подсклопова и делова је приказан на слици 23.



Слика 23. Систем помоћног кретања

На слици 24 је, такође, представљен цео склоп у изометрији.



Слика 24. Систем помоћног кретања у изометрији

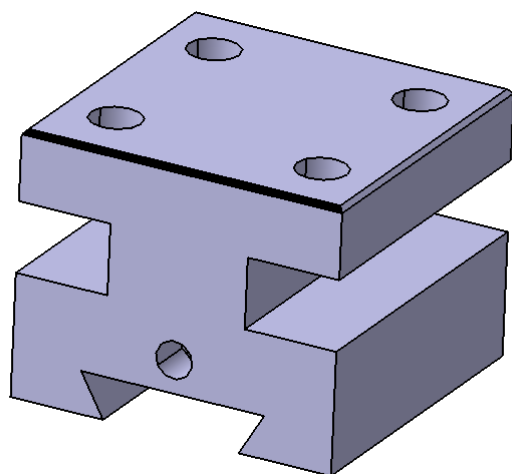
8.2. Клизна јединица

Клизну, односно покретну јединицу (слика 35), чине следећи делови:

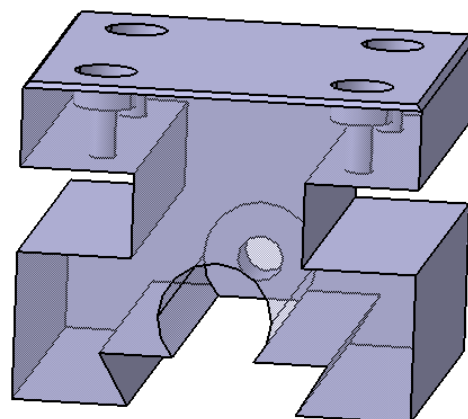
- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) Држач (слика 25), | 9) Опруга. |
| 2) Вратило држача (слика 26), | 10) Држач опруге (слика 33), |
| 3) Полуга 1 (слика 27), | 11) Вијак (слика 32), |
| 4) Клин вратила држача и полуге, | 12) Навртка за вијак, |
| 5) Носач (слика 31), | 13) Вијак и навртка за држач, |
| 6) Тело стеге (слика 34), | 14) Ручица у облику кугле (слика 29), |
| 7) Ручица 1 (слика 30), | 15) Подлошка 1 и |
| 8) Навртка (слика 28), | 16) Подлошка 2. |

Улога клизне јединице код струга за обраду дрвета је остваривање помоћног праволинијског кретања алата, смештеног у држачу алата (слика 25) клизне јединице.

а)



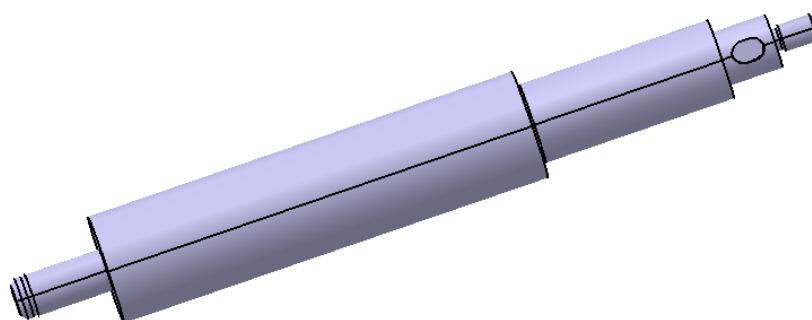
б)



Слика 25. Држач

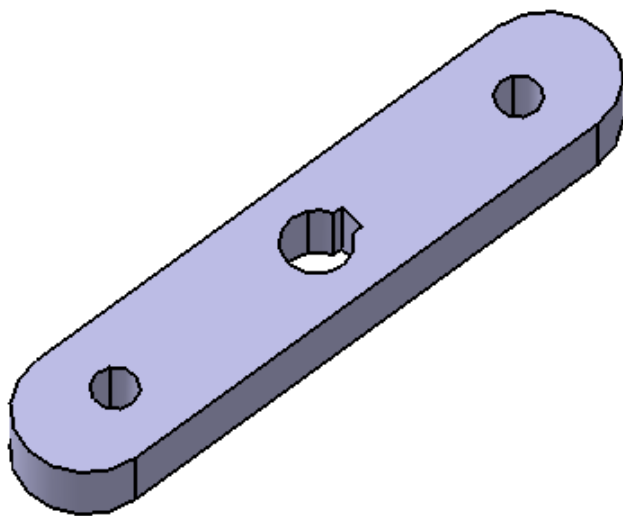
У држачу клизне јединице се причвршћује алат – нож који врши обраду. На слици 25 – б) су транспарентно приказани отвори у држачу намењени за завртњеве и вратило држача (слика 26). Причвршћивање алата се остварује помоћу завртња који се смешта у отворе са навојем на држачу.

Вратило држача, приказано на скици 26, налази се у држачу, преко кога се врши примицање ножа.

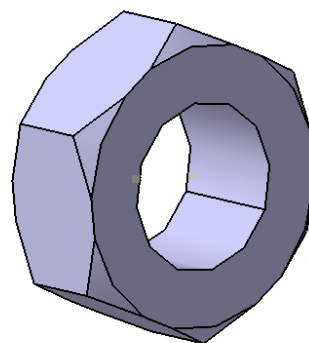


Слика 26. Вратило држача

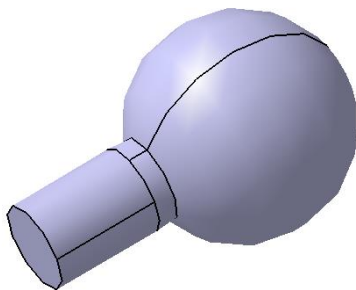
За вратило држача (слика 26) се притеже полуга 1 (слика 27), помоћу клина. Чврст спој се остварује навртком (слика 28). Између полуге 1 и навртке се умеће и подлошка.



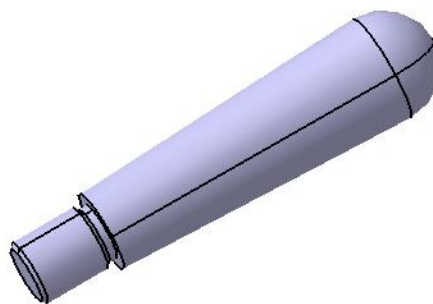
Слика 27. Полуга 1



Слика 28. Навртка



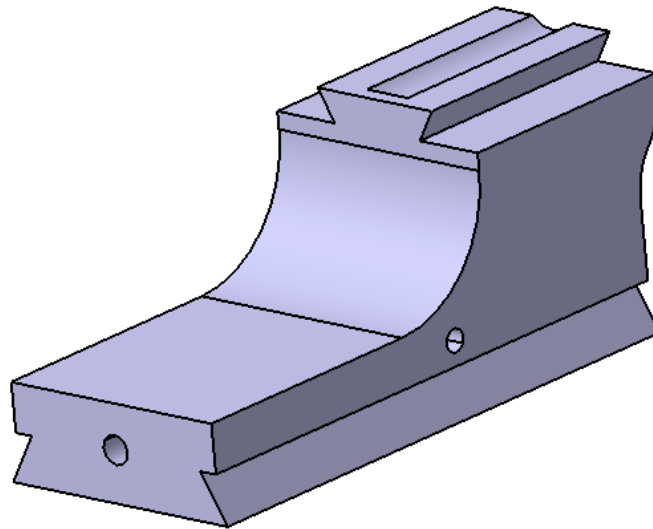
Слика 29. Ручица у облику кугле



Слика 30. Ручица 1

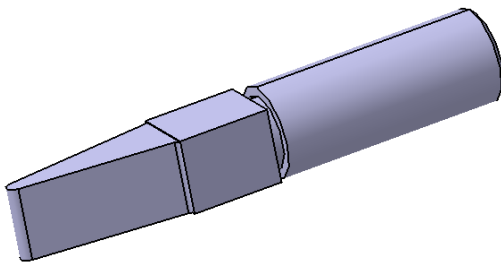
Ручице на сликама 29 и 30 служе за мануелно управљање држачем. Ручица са слике 29 је изведена у облику кугле због лакшег прихватања, а самим тим и једноставнијег маневрисања алатом.

Држач (слика 25) налаже у носач клизне јединице (слика 31). Ова веза се остварује преко клина носача и жљеба држача облика ластиног репа. На клину носача је израђен и простор за уметање вратила држача.

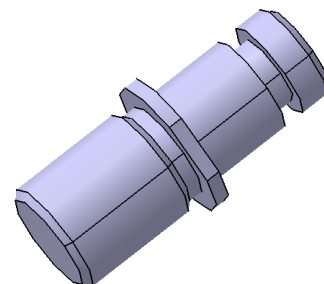


Слика 31. Носач

У носачу је причвршћен и вијак (слика 32) који има улогу одређивања гравуре на задатом шаблону. Веза између вијка и носача се остварује навојем, самим тим и вијак има одговарајућу подлошку и навртку. Затезање вијка се остварује опругом која је једним крајем повезана за носач. Повезивање опруге се остварује путем држача опруге, приказаним на слици 33. Опруга сопственим затезањем врши притисак који се преноси на шаблон, путем вијка.



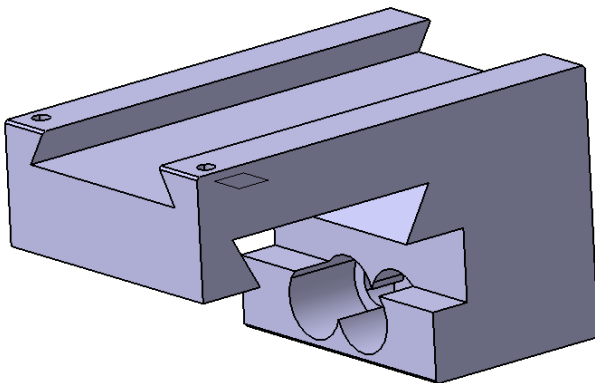
Слика 32. Вијак



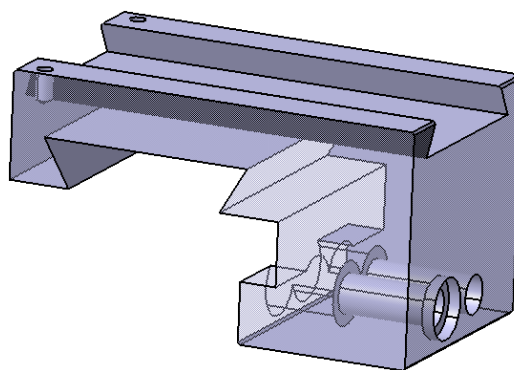
Слика 33. Држач опруге

Носач (слика 31) је, такође, путем клина облика ластиног репа улежиштен у жљеб тела стеге (слика 34). Тело стеге се повезује са вођицом (слика 34 - в). Ова веза је, такође, остварена путем ластиног репа. Клизање покретне јединице се остварује управо клизањем тела стеге по вођици. Тело стеге је, уједно, и носећи део клизне јединице. На слици 34 – б) су транспарентно приказани отвори намењени за смештање вратила I и вратила II, као и отвори по горњој површини тела стеге намењени за смештање држача опруге (слика 32). Опруга се повезује другим крајем за тело стеге које је везано са вођицом, из разлога да би се остварио неопходан притисак вијка (слика 31) на шаблон затезањем исте.

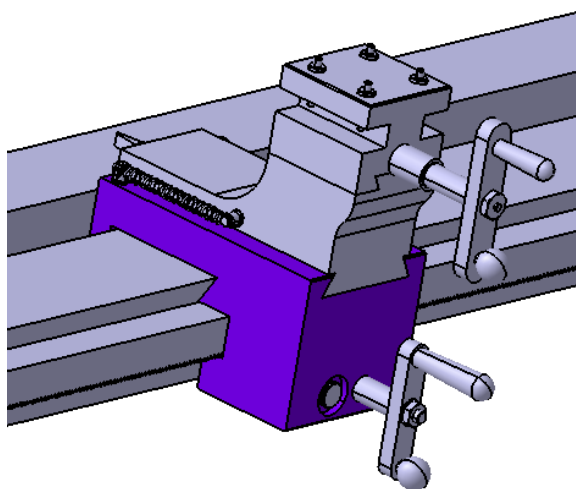
а)



б)



в)

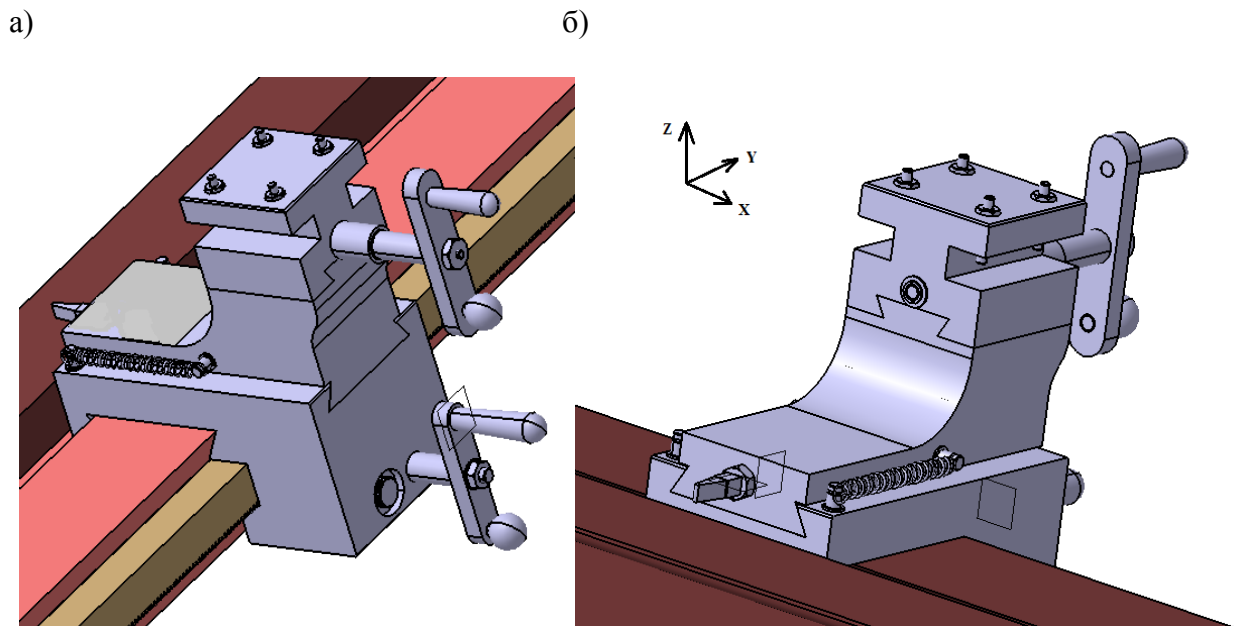


Слика 34. Тело стеге

Аксијално померање клизне јединице (слика 35) се остварује клизањем тела стеге по вођици. Управљање клизном јединицом је ручно, преко полуге 2. Претварачи кретања који обезбеђују остваривање помоћног праволинијског кретања код овог струга су изведени у виду **зупчастог пара** (зупчаник-зупчаста летва). Односно, кретање се остварује спрезањем зупчаника вратила II (слика 42) са првим зупчаником вратила I (слика 41), а затим се пренос обртаја врши спрезањем другог зупчаника вратила I са зупчастом летвом.

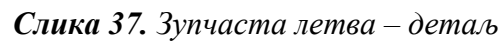
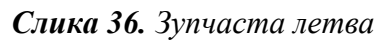
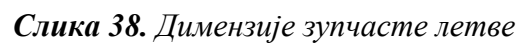
Аксијално примицање алата којим се врши обликовање дрвеног предмета обраде (негативан правац Y осе – слика 35 – б) врши се преко вратила држача (слика 25), деловањем на полугу 1 (слика 27) која је причвршћена за вратило (слика 26).

Управљање је и у овом случају мануелно. Вијак (слика 32), смештен у носачу клизне јединице (слика 31), врши кретање по шаблону.



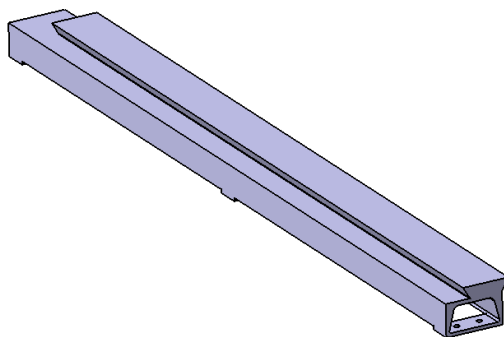
Слика 35. Клизна јединица

Зупчаста летва (слика 36) је причвршћена за постоље машине, дакле непокретна је, док први зупчаник вратила I који је са њом спрегнут врши обртно кретање. Слика 37 приказан је део озубљења зупчасте летве.

 $t=3.14$ 

8.3. Вођица

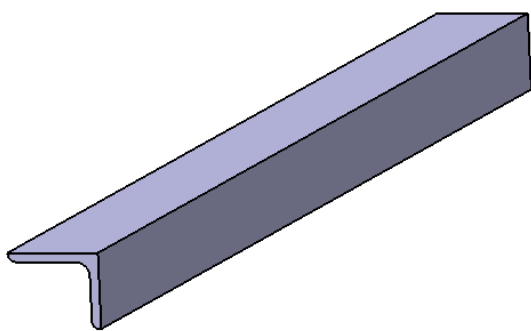
Вођица (слика 38) је везана за носећи део струга, односно повезана је са постољем. По њој се врши кретање и њена улога је вођење клизне јединице дуж Х осе (слика 35 - б).



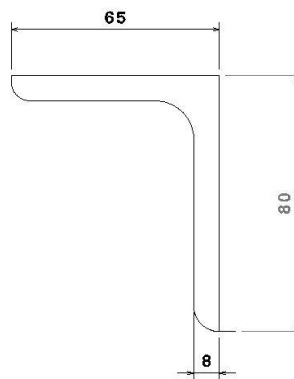
Слика 38. Вођица

8.4. Држач копира

Држач копира (слика 39) је израђен у облику „L“ профила чије су основне димензије дате на слици 40.



Слика 39. Држач копира



Слика 40. Основне димензије држача копира

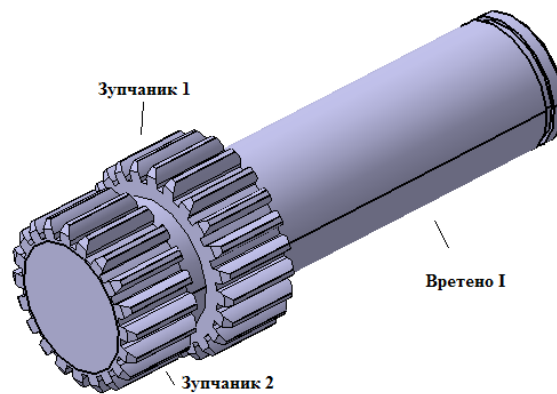
Дужина држача: $L=1280mm$

8.5. Вратило I

Улога вратила I (слика 41) је да претвори обртно кретање, добијено од вратила II, у праволинијско кретање клизне јединице.

Вратило I се састоји из:

- 1) Вретена I,
- 2) Зупчаника 1 и
- 3) Зупчаника 2.



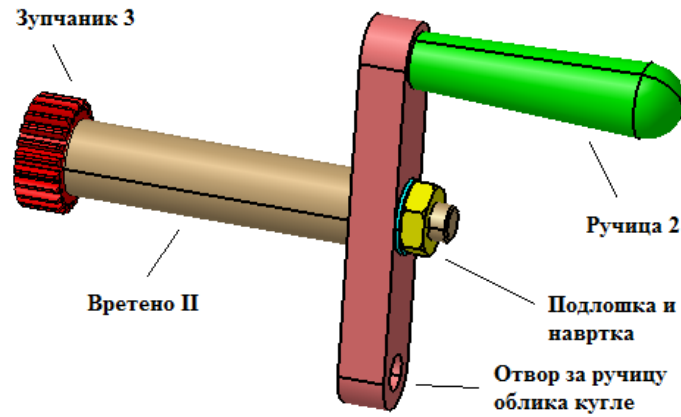
Слика 41. Вратило I

8.6. Вратило II

Вратило II (слика 42) добија обртни момент, снагу и број обртаја од стране опслуживоца машине које преноси на вратило I.

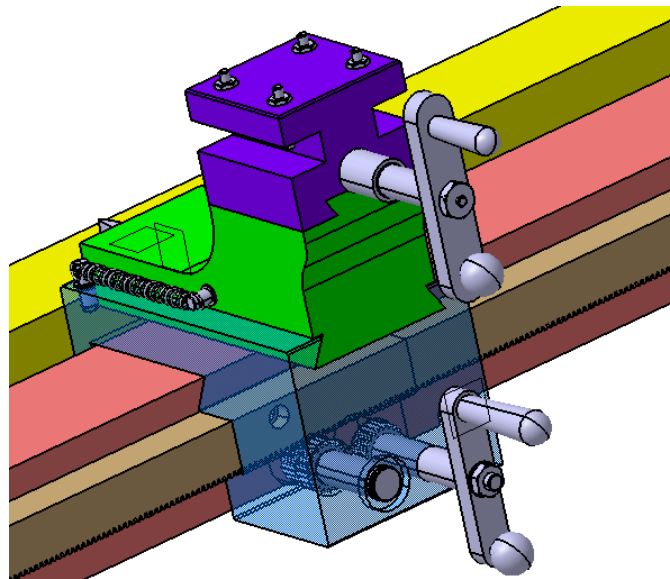
Вратило II се састоји из:

- 1) Вретена II,
- 2) Зупчаника 3,
- 3) Плоче (полуге 2),
- 4) Ручица,
- 5) Подлошке и
- 6) Наврт



Слика 42. Вратило II

На слици 43 је дат транспарентан приказ спрезања зупчаника 3, вратила II, са зупчаником 1, вратила I, затим спрезања зупчаника 2, вратила I, са зупчастом летвом. На овај начин се врши претварање обртног кретања у праволинијско кретање клизне јединице.



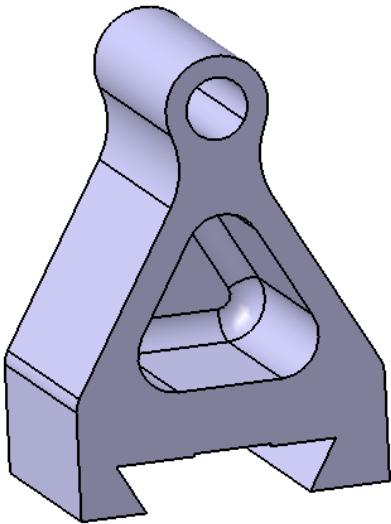
Слика 43. Спрезање зупчастих парова

8.7. Притезач

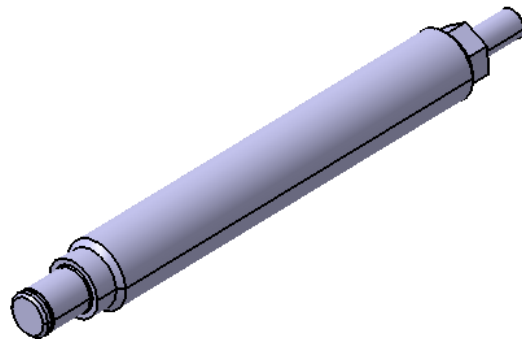
Притезач – коњић (слика 49) служи са ослањање и причвршћивање предмета обраде, у овом случају предмета обраде од дрвета.

Притезач се састоји из:

- 1) Кућишта (слика 44),
- 2) Вратила притезача (слика 45),
- 3) Дршке (слика 46),
- 4) Затезача (слика 48),
- 5) Притискача (слика 47) и
- 6) Поклопца.



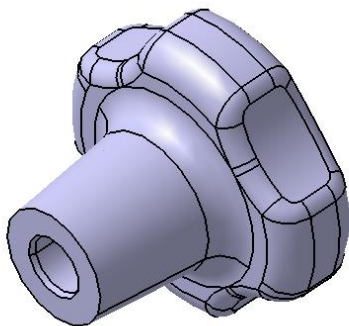
Слика 44. Кућиште притезача



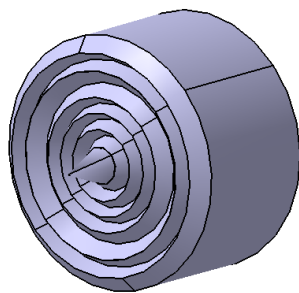
Слика 45. Вратило притезача са навртком

Носећа конструкција притезача је његово кућиште (слика 44) које се причвршћује на вођицу (слика 38). Кућиште садржи вратило (слика 45) чија је улога обезбеђивање ослањања предмета обраде и позиционирање предмета обраде.

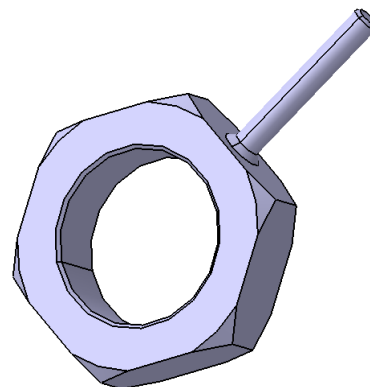
Управљање је ручно, помоћу дршке (слика 46) на једном крају вратила, на другом крају вратила налази се притискач (слика 47). Стабилност се обезбеђује помоћу затезача са ручком (слика 48).



Слика 46. Дршка

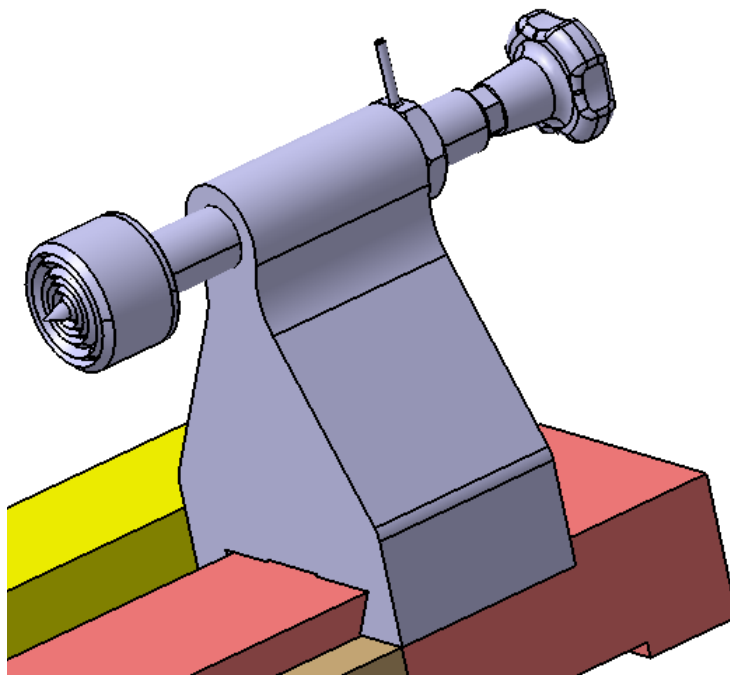


Слика 47. Притискач



Слика 48. Затезач са дршком

Притискач (слика 47) је изведен са трном у облику купе, међутим, много боље решење је трн у облику четворостране пирамиде због окретања предмета обраде током обраде.



Слика 49. Притезач

9. Конструктивна решења струга за обраду дрвета

На сликама су дати реални примери стругова чија област обраде спада у обликовање цилиндричних делова од дрвета. Приказане су и њихове основне карактеристике на основу којих се могу закључити њихове међусобне разлике.

9.1. Копир струг за обраду дрвета

Основне карактеристике струга за обраду дрвета (слика 50) су дате табелом 2.



Слика 50. Копир струг за обраду дрвета фирме „Техносотт“ [8]

Табела 2: Основне карактеристике копир струга фирме „Техносотт“ [8]

Радна дужина	1100mm
Примена	Израда стубова од дрвета
Максимални пречник обраде	200mm
Степен преноса	3770/1380/2450 ^o /min
Погон	ЕМ 1.5KW, 380V, 1380 ^o /min
Ременик	13x1180 клинасти
Димензије	1650x450x1150
Тежина	Око 200kg

Струг приказан на слици 50 је старијег типа. Поседује масивнији носећи систем. Постоље је обложено заштитним лимом. Оваква конструкција струга обезбеђује стабилност приликом обраде, међутим, машина недостатак је тај да струг заузима доста простора и има велику тежину, самим тим је и могућност измештања машине на другу позицију отежан. Дат је пример готовог комада (слика 51) који се може обрађивати на овој врсти струга.



Слика 51. Пример готовог комада израђеном на копир стругу [8]

9.2.Струг за обраду дрвета марке „ DBK 1300 “

Опис и намена машине (слика 52):

- чврста челична конструкција отпорна на увијање;
- једноставан рад једном руком уз помоћ ексцентричног система стезања;
- чврсто ослањање са две вођице;
- коњић са М33 и МТ2;
- дугачак ослонац за алата са брзим системом стезања и подешавањем висине. [9]



Слика 52. Струг за обраду дрвета марке „ DBK 1300 “ [9]

Основне карактеристике струга са слике 52 су дате табелом 3.

Табела 3. Основне карактеристике струга марке „ DBK 1300 “ [9]

Размак између центара	1300mm
Висина од доњег дела до центра	220mm
Висина од ослонца алата до центра	160mm
Висина центра код копирања	65mm
Број обртаја	2800/1950/1000/500 °/min
Глава, вретено	M33
Коњић	
– морзе конус	MT2
– померање вретена	100mm
Копир	
-максимална дужина копирања	1100mm
-максимална дубина копирања	50mm
Снага мотора	1,1kW/ 1,5kW
Напон	230V или 400V
Нето тежина	160kg
Бруто тежина	170kg

Струг приказан сликом 52 има савременији дизајн у односу на струг са слике 50. Поред тога, предност је и у томе што има бољи естетски изглед.

Конструкција је таква да омогућава више радног простора јер машина заузима мање места, у односу на први струг. Добра особина је и у томе што је машина лакша. Недостатак у односу на копирни струг са слике 50 је у томе што струг марке „ DBK 1300 “ има нижи степен преноса.

9.3.Струг за обраду дрвета копирањем марке „DB1100 Holzstar“

Опис и намена струга „DB1100 Holzstar“ (слика 53) :

- Струг за обраду дрвета са копирањем DB1100 Holzstar;
- Глава мотора обезбеђује високу глаткоћу у обради дрвета;
- Коњић и вретено су направљени од стабилног сивог лива;
- Променљива регулација брзине од 500 - 2000 °/min (дигитални дисплеј за приказивање брзине);
- Савршен за окретање великих пречника. [10]



Слика 53. Струг за обраду дрвета копирањем марке „DB1100 Holzstar“ [10]

Основне карактеристике сртуга за обраду дрвета са слике 53 су дате у табели 4.

Табела 4. Основне карактеристике струга марке „DB1100 Holzstar“ [10]

Распон шиљака	1100mm
Конус шиљака	МК2
Максимални пречник обраде	358mm
Број обртаја	500 – 2000 °/min
Снага мотора	750 W / 220 V ~ 50 Hz
Димензије	1620 x 340 x 430 mm
Број брзина	10
Висина изнад клупе	179 mm
Прихват вретена	M33x3.5
Континуална промена брзине	
Тежина	92kg

Струг за обраду дрвета копирањем марке „DB1100 Holzstar“ (слика 53) је пример најсавременије конструкције струга за обраду дрвета. Постоље је у облику клупе, састоји се из четири стубна носача и није обложено лимом, што обезбеђује уштеду на тежини машине која је у овом случају најмања. Стабилност се постиже израдом конструкције постоља од стабилног сивог лива. Има мањи број обртаја у односу на друга два струга, али има највећи простор за обраду великих пречника (до 358mm), то омогућава висина изнад клупе која има вредност 179mm.

10. Закључак

Први стругови способни за машинство, дакле за обрађивање метала, настале су вероватно у Сједињеним Америчким Државама крајем 18. века. Обрада стругањем је поступак обраде првенствено ротационих делова (вијака, навртки, осовина, вратила, чаура,...). Остварује се тако што предмет обраде изводи главно обртно кретање, а алат помоћно праволинијско кретање. Релативна кретања алата и предмета обраде условљавају и друге врсте производних операција у обради стругањем (уздужна и попречна обрада, израда конуса и сл.). Захтевани облик предмета обраде остварује се релативним кретањима између алата и материјала, које мора да обезбеди сама машина, односно опслужилац машине. Код простијих облика довољна су само два основна кретања: *главно* и *помоћно*. Међутим, за сложеније контуре (израда зупчаника и сл), неопходно је да се постигне усклађеност више основних кретања, од којих једно увек мора бити главно. Постоје претварачи кретања за главна и претварачи кретања за помоћна и остала кретања. У прву групу се условно сврставају разни механизми криваје, а у други разни кинематски парови као што су завојно вретено-навртка, зупчаник-зупчаста летва, пуж-пужаста летва, брегасти и кривуљни механизми и др. Код машина са праволинијским кретањем, чији ходови прелазе величину од 1 метра, као претварачи кретања се углавном користе кинематски парови зупчаник-зупчаста летва.

У зависности од врсте и концепције алатне машине, погон се може остваривати или једним централним електромотором који служи за остваривање свих потребних кретања, или са више независних електромотора који ће обезбедити како главно, тако и помоћно (или помоћна), а у неким случајевима и допунска кретања.

Конструкција система за помоћно кретање струга за обраду дрвета је приказана тродимензионалним моделирањем помоћу софтвера *Catia V5R20*. Основни покретни склопови приказаног система су клизна јединица, притезач, вратило I и вратило II уз непокретне делове – зупчаста летва, вођица и држач копира.

11. Литература

1. Богдан Недић, Миодраг Лазић: „Производне технологије – Обрада метала резањем“, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2007 [1]
2. Светислав Захар, „Машине алатке 1“, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1993 [2]
3. Бранко Тадић, Ђорђе Вукелић, Зоран Јурковић: „Алати и прибори“, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2013 [3]
4. <https://sr.wikipedia.org/sr/strug>, [4]
5. <https://www.scribd.com/doc/117875294>, [5]
6. https://www.google.rs/search?q=univerzalni+strug&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIydG2v6CLyAIViYUNCh3p_QRC#tbm=isch&q=strugovi&imgsrc=xszAFuVGOQXbmM%3A, 05.08.2015. [6]
7. https://www.google.rs/search?q=univerzalni+strug&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIydG2v6CLyAIViYUNCh3p_QRC#tbm=isch&q=cnc+strug+sin+kom&imgsrc=IbO5pHD7PB_V8M%3A, 10.09.2015. [7]
8. https://www.google.rs/search?q=strug&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIibT54ZeNyAIVC10sCh0-DQqQ#imgsrc=HbWTIAK32tNXRM%3A, 20.09.2015. [8]
9. <http://www.ake-djantar.com/masine-za-obradu/nove-masine/holzmann/strug-dbk-1300/>, [9]
10. https://www.google.rs/search?q=strug&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIibT54ZeNyAIVC10sCh0-DQqQ#imgsrc=dmr7LYmH4OPIIM%3A, 20.09.2015. [10]