

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 23/2012

Ивана Н.Илић

Постоља машина
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Катедра за: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО
Предмет: Машине алатке

ЗАВРШНИ РАД

са темом:

ПОСТОЉА МАШИНА

Кандат: Илић Ивана, број индекса 23/2012.

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши систематизацију и на одговарајући начин презентацију података везаних за постоља машина. Такође, потребно је извршити моделирање струга за обраду дрвета.

Завршни рада треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Основне елементе машина алатки,
3. Постоље машина,
4. Пример моделираног струга за дрво,
5. Закључци,
6. Литература

Препоручена литература:

1. Ђорђевић Љ.: „Технологија постављања машина“, *Машински факултет, Краљево, 2006*
2. В.Р.Милачић: „Машине алатке 2“, *Машински факултет, Београд, 1990*
3. Захар С., „Машине алатке 2“, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1997*

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК

Проф. др Богдан Недић

Крагујевац, септембар, 2015. год.

Садржај:

1. Увод	5
2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ МАШИНА АЛАТКИ	6
2.1 Главна вратила	6
2.2 Вођице за обртна кретања (лежишта)	8
2.3 Вођице за праволинијска кретања	9
2.4 Спојнице	11
2.5 Носећи системи машине	12
2.6 Системи управљања машином	13
3. ПОСТОЉЕ МАШИНА	14
3.1 Темељи машина	14
3.1.1 Материјал	15
3.1.2 Постављање машина	15
3.2 Постоља машина	17
3.2.1 Материјал за израду постоља	17
3.2.1.1 Ливено гвожђе	18
3.2.1.2 Челик	18
3.2.1.3 Бетон	19
3.2.2 Оптерећење	20
3.2.3 Вертикална и хоризонтална постоља	23
3.2.3.1 Вертикална постоља	23
3.2.3.2 Хоризонтална постоља	24
3.2.4 Крутост постоља машине	25
3.2.5 Основне поставке при конструисању постоља	26
3.2.6 Конструктивни облик постоља	27
3.3 Прорачун постоља	28
4. КОНСТРУКЦИЈА ПОСТОЉА И ПОГОНСКЕ	32
ГРУПЕ СТРУГА ЗА ДРВО	32
4.1 Постоље струга	33
4.2 Погонска група	35
5. Закључак	40
6. Литература	42

Резиме:

Рад садржи основне елементе машина алатки (главна вратила, вођице, спојнице, носећи системи као и системи управљачких машина) и постоља машина. У оквиру овог рада извршено је моделирање струга за обраду дрвета у CAD софтверу, који је детаљније приказан у четвртом поглављу.

Кључне речи: машине алатке, постоље, струг, CAD софтвер

Abstract:

The work contains the basic elements of machine tools (main shaft, chucks, couplings, support systems, and systems management machine) and the base machine. In this work was used for modeling lathe for woodworking CAD software, which is shown in more detail in Chapter Four.

Key words: machine tools, base machine, lathe, CAD software

1. Увод

Материјална производња је најстарија делатност човека. Развој друштва кроз историју довео је и до развоја материјалне производње као и нових начина обраде. Њен циљ је стварање добара којима би се задовољиле потребе појединаца и друштва. Улога технологије јесте да проучава, усавршава и уводи нова средства рада која се користе за обликовање различитих техничких материјала у готове производе.

Данашња производња захтева од технологије да испуни одређене захтеве као што су економичност и продуктивна обрада у широком распону димензија, облика и материјала уз постизање задате тачности и квалитета.

Процеси трансформације полуфабриката у готове производе и полупроизводе одвијају се комплексним дејством средстава за рад на материјал односно предмет обраде.

До траженог облика или готовог производа долази се по дефинисаном редоследу појединих операција и захвата тј. по предвиђеном технолошком поступку израде.

2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ МАШИНА АЛАТКИ

2.1 Главна вратила

Главно вратило или радно вретено машине како се другачије назива, представља излазно вратило за главно кретање машина са главним обртним на које се, директно или посредством посебног прибора причвршћује резни алат или предмет обраде. Једна од улога главног вратила је да обезбеди задани међусобни положај радног предмета и алата преко осталих неопходних склопова [1].

Са становишта функционисања и експлоатације, под појмом главно вратило машине алатке се не подразумева само изоловани машински елемент - вратило, већ скуп свих елемената који обезбеђују да то вратило заузима одређени положај у односу на остале делове, подсклопове и склопове машине. Овај скуп се назива "вретениште" и углавном се разматра у целини.

Према условима рада, главна вратила се могу сврстати у две велике групе:

- 1) вратила која раде у условима сложених оптерећења услед момената савијања и увијања (главна вратила код разних стругова, глодалица, брусница и сл.);
- 2) вратила првенствено оптерећена моментом увијања (обртним погонским моментом), што условљава мали утицај оптерећења на топографију обрађене површине (разне врсте бушилица, машине за урезивање навоја, машине за хоновање и сл.).

Обезбеђивање неопходне тачности машине у току експлоатације машине није једноставан процес, да би се то остварило главно вратило мора да испуни следеће услове:

- **тачност обртања**, мерену бацањем на предњем крају главног вратила како у радијалном, тако и аксијалном правцу; одступање од идеалног обртања је једна од најчешћих грешака обраде на многим алатним машинама,

- **крутост вретеништа** (склопа главног вратила), одређену еластичним померањима предњег краја вратила, а условљену попустљивошћу самог вратила, али и његових ослонаца, радијална и аксијална крутост склопа главног вратила суштински утиче на тачност обраде, посебно при већим оптерећењима,

- **отпорност на вибрације** склопа главног вратила, која одлучујуће утиче на укупну стабилност носећих система машине и машине у целини; пригушна својства ослонаца и амплитудно - фреквентне карактеристике вретенишног склопа директно утичу на храпавост обрађене површине и на максимално дозвољени режим обраде (код брзоходних вратила машине опасност може представљати појава резонанце),

- **дуговечност** (век трајања) вретенишног склопа, која је у директној вези са веком трајања ослонаца вратила у смислу задржавања задате тачности обртања; овај захтев има посебан значај кад је вратило улежиштено на лежишта са котрљањем,

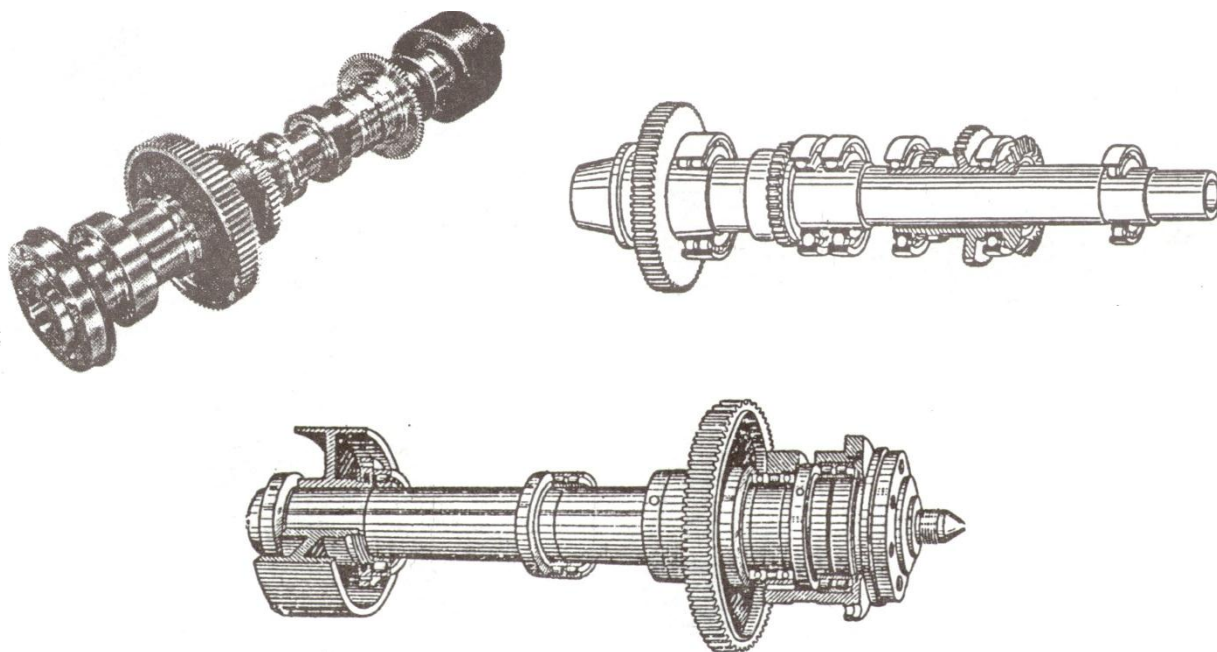
- **ограничено генерисање топлоте**, а стим и минимизирање температурних деформација склопа вратила, које такође у великој мери утичу на тачност предмета који се обрађује; лежајеви главних вратила при већим бројевима обртаја могу бити значајни извори топлоте у непосредној близини зоне обраде,

- **брзо и поуздано причвршћивање алата, прибора или предмета обраде**, обезбеђујући им тачно центрирање и одговарајуће тачно обртање; код савремених алатних машина расте захтев за аутоматизацијом причвршћивања алата, прибора или предмета обраде, па стим у вези се мора прилагођавати и конструкција главних вратила.

Везано за претходно наведене захтеве, вретеништа морају да поседују:

- крутост, довољну да без већих деформација система приме силе резања и обртни погонски момент, односно да настале деформације буду у границама дозвољених грешака;
- стабилност положаја осе при његовом обртном и трансляторном кретању;
- отпорност на хабање рукаваца, насадних и базних површина по којима се остварује веза и центрирање, како самог вратила у кућишту преко лежишта, тако и носача (стезача) алата или предмета.

На слици 1 приказана су нека главна вратила.



Слика 1. Главна вратила са улежиштењем [1]

Димензије главних вратила зависе, како од оптерећења која могу да се јаве у току рада машине, тако и од конструктивних величина везаних за могућност монтаже свих неопходних елемената у склопу вретеништа.

Један од условних критеријума избора параметара вратила, посебно прецизних машина за завршну обраду, представља сопствена фреквенција осциловања која у великој мери утиче на квалитет обрађене површине предмета обраде.

2.2 Вођице за обртна кретања (лежишта)

Лежишта су машински елементи који врше функцију ослонаца осовина и вратила. Њихова основна улога је преношење оптерећења, са покретних на непокретне делове машина (постоља машина) и обезбеђење услова за релативно кретање обртних делова.

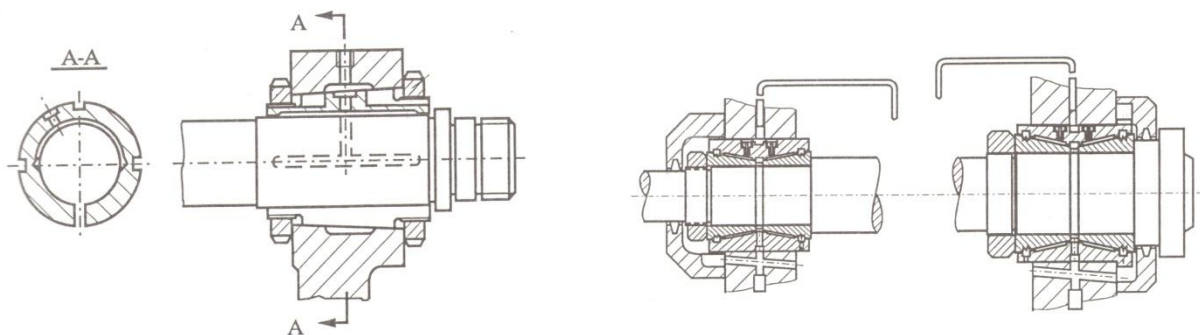
Према функцији, облику и конструкцији постоји велики број различитих елемената који служе за тачно вођење делова алатних машина који имају обртно кретање, тако да се и њихова подела може спровести на више начина. У зависности од правца дејства оптерећења које лежишта треба да приме, могу се срести три групе ових веома важних машинских елемената [1]:

- радијална лежишта код којих је главно оптерећење од радијалних сила
- аксијална лежишта где се јављају искључиво аксијална оптерећења, односно правци спољашњих сила су паралелни са осом обртања вратила и
- радијално - аксијална лежишта код којих постоје и радијална и аксијална оптерећења.

Даља подела лежишта се може извршити према самом дејству ових елемената, односно према врсти контакта између покретних и непокретних елемената машина, тако да постоје:

- клизна лежишта, код којих се између контактних површина јавља треће клизаања, односно код којих се јавља или непосредни контакт између дела који се обрће и непокретног дела машине, или се између њих јавља треће тело у виду мазива (уље, ваздух или неки други медиум) и
- котрљајућа лежишта, где се између елемената који се окреће или осцилује и дела које, условно речено, мирује, налазе котрљајући елементи различитог облика, тако да се код ових врста лежишта ради о трењу котрљања.

На слици 2 приказане су неке од вођица за обртно кретање.



Слика 2. Вођице за обртно кретање [1]

2.3 Вођице за праволинијска кретања

Основни задатак вођица је да обезбеде релативно померање извршних органа машине. Под вођењем се подразумева дефинисање тачне путање кретања покретног дела у односу на непокретне делове машине. Функција вођења се обезбеђује тако што вођица дозвољава само једну слободу кретања вођеном елементу или склопу. Постоје две врсте вођица [1]:

- а) За вођење покретних делова машине и
- б) За померање и фиксирање одређених елемената машине који служе за ослањање или држање предмета обраде или алата

Да би вођице алатних машина могле у потпуности, или бар већим делом, да испуне захтеве који се постављају при конструисању и експлоатацији алатних машина, оне морају да обезбеде одређене услове, од којих су сигурно најважнији:

1. Тачност релативног вођења извршног органа машине. Ова тачност је одређена примарном тачношћу израде, посебно геометријском тачношћу; уравњеношћу ивица по којима се врши вођење, као и њиховом паралелношћу; високим квалитетом обрађене површине и хомогеношћу површина радних ивица вођица; крутошћу вођица и постоља где су вођице смештене; крутошћу и постојаношћу дебљине уљног филма при подмазивању вођица; величином температурних деформација елемената постоља и самих вођица.

2. Трајност вођица везану за тачност, односно дугим веком трајања вођица, који је дефинисан способношћу да вођица одржи првобитну тачност (или да грешка не изађе ван

дозвољених толеранција) током предвиђеног века трајања. Условљена је режимом резања, отпорношћу на хабање клизног пара вођица, величином утицаја хабања на тачност обраде, величином деформације ослоних - носећих елемената услед заосталих напона у постољу и др.

3. Равномерност малих померања и тачног позиционирања склопа који се по вођицама води. Она зависи од режима трења, погонског агрегата и механизма преноса кретања (крутости карактеристичних елемената и кинематског ланца у целини), услова подмазивања вођица и врсте мазива, врсте материјала од којих су израђени елементи клизног пара, конструкције вођица и квалитета њихове израде.

4. Одсуство вибрација у процесу резања одређено је динамичким карактеристикама технолошког система, а с тим и крутошћу и пригушењу у вођицама.

5. Мале силе трења у вођицама, од чега зависи потребна снага и величина погонског мотора и елемената преноса кретања, проводљивост топлоте (одвођење из зоне стварања) и температурне деформације (посебно код вођица за главна кретања), силе на ручици при ручном померању извршног органа. Посебно је важна постојаност сила трења, јер промена интензитета ових сила доводи и до погрешног позиционирања.

6. Погодност за одржавање (ремонтавање), која је условљена могућношћу лаке завршне обраде (“шаберовања”) клизних површина код вођица које су израђене изједна са носећом конструкцијом, као и могућношћу замене елемената вођица код вођица које се монтирају на носећу конструкцију, без њихове накнадне обраде.

Услови рада вођица одређени су у основи следећим факторима:

- Притисак,
- Брзина клизања,
- Подмазивање,
- Температура вођица,
- Контаминација

Облици вођица за праволинијско кретање могу бити различити, као што су:

1. Правоугаони - равне вођице које се одликују једноставношћу израде и лакоом контролом геометријске тачности. Добро задржавају средство за подмазивање, али им је потребна заштита од нечистоћа.

2. Троугласти - клинасте вођице које поседују својство правилног вођења, али угаони положај радних површина отежава њихову израду и контролу

3. Трапезоидни - ластин реп јесу вођице код којих је израда још сложенија од клинастих и не обезбеђују високу тачност спрезања

4. Цилиндрични облик вођица не обезбеђују довољну крутост и овакве вођице се примењују углавном при малим дужинама хода

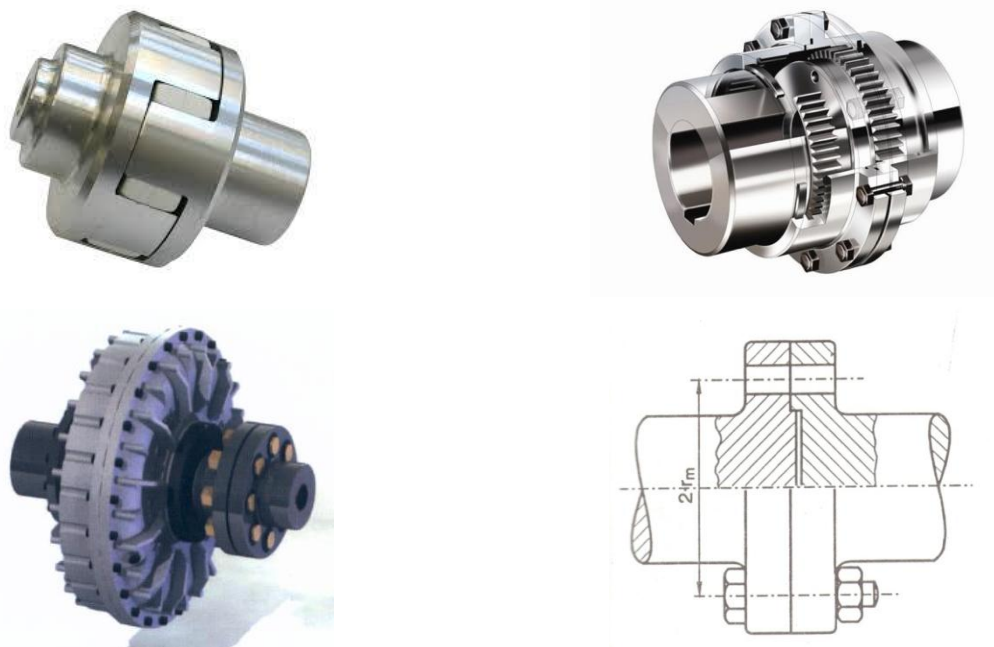
2.4 Спојнице

Спојнице су машински елементи (слика 3) чија је основна функција преношење ротационог кретања и обртног момента са једног вратила на друго.

Спојнице најчешће служе за спајање погонске машине са вратилом радне машине, али се такође могу спајати трансмисиона вратила, и вратила са обртним деловима као што су зупчаници, ланчаници, каишници, итд. Спојнице могу имати и улогу раздвајања.

Спојнице имају и низ других додатних функција као што су [1]:

- преношење обртног момента између вратила са радијалним, аксијалним и угаоним одступањима њихових оса у односу на тачан положај;
- пригушење торзионих осцилација и ударних оптерећења у току рада;
- даљинско или аутоматско управљање преноса обртног момента;
- осигурање система од преоптерећења или пренос обртног момента само у једном смеру.



Слика 3. Спојнице [1]

Постоје две врсте спојница у зависности од врсте везе:

- Сталне - нерастављиве, које остварују сталну везу између елемената који се повезују. Могу бити чврсте, подешљиве и еластичне.
- Растављиве остварују везу која се по потреби може остварити или прекинути.

У зависности од начина преноса обртног момента са једног елемента на други, разликују се:

- Спојнице које преносе снагу обликом
- Спојнице које за пренос снаге користе одговарајућу силу

При избору спојница треба обратити пажњу на следеће захтеве:

- Спојница се треба лако наместити и скинути
- Истурене делове треба или избегавати или заштитити како би се избегле могуће повреде радника
- Тежина спојница треба да је што мања како би се смањило напрезање на савијање вратила
- Момент инерције спојнице треба да је што мањи
- Спојнице требају бити добро уравнотежене, тј. њихова маса треба бити равномерно распоређена дуж осе обртања
- Управљање треба бити што лакше

2.5 Носећи системи машине

Под носећим системом машине подразумева се скуп делова и склопова машине који обезбеђују правилан положај алата и обрађиваног предмета. Носећи систем се може, другим речима, дефинисати и као скуп елемената и склопова машине који сачињавају ланац, у коме се затварају све силе настале у процесу резања. Носећи систем машине треба да поседује следеће [1]:

- 1) Неопходну првобитну тачност и квалитет израде свих функционалних површина основних делова, у циљу обезбеђења потребне геометријске тачности машине
- 2) Стабилност облика и димензија у току века експлоатације у циљу очувања првобитне геометријске тачности
- 3) Потребну крутост базних елемената као и покретних и непокретних склопова машине

- 4) Пригушна својства у циљу елиминисања или смањења вибрација између алата и предмета обраде
- 5) Мале температурне деформације које изазивају релативно померање алата у односу на предмет обраде
- 6) Релативно ниску цену израде

2.6 Системи управљања машином

Системи управљања машином представљају скуп више механичких, електричних и електронских, хидрауличних и пнеуматских склопова.

При пројектовању нових машина велика важност се придаје задатку аутоматизације управљања, посебно у вези са тенденцијом повећања брзине резања уз оштрије режиме, што омогућава мала главна времена израде.

Пред систем управљања постављају се бројни захтеви, као што су [1]:

1. Безбедност управљања – подразумева безбедност и очување здравља радника
2. Лакоћа и удобност манипулисања ручним органима управљања
3. Брзина управљања
4. Тачност система управљања

Систем управљања је састављен из већег броја међусобно независних или зависних подсистема. Сваки од ових подсистема извршава у машини одређену функцију и састоји се из:

а) **Управљачког органа** (елемента) који у одговарајућем тренутку циклуса добија команду од давача. Давач команде може бити рука или нога радника, опслуживоца машине; граничник или брег који се помера заједно са столом, супортом, клизачем и сл.

б) **Елемената и преносника**, помоћу којих се преноси команда, добијена од давача, извршном органу производећи неопходно управљачко кретање. Овај пренос треба да обезбеди сагласност пренешеног померања управљачког органа по величини и правцу, али и по сили, која на тај орган делује. За пренос команде користе се механички елементи и преносници, електричне, електронске, хидрауличне и пнеуматске инсталације.

ц) **Извршног органа** управљачког ланца, који остварује потребно кретање одговарајућег дела машине, у већини случајева има облик механичког елемента. Понекад његову функцију испуњава уље под притиском или компримовани ваздух, непосредно делујући на покретни део машине.

3. ПОСТОЉЕ МАШИНА

Један од важних елемената правилне, дугорочне и свеобухватне експлоатације машина је њихово правилно постављање. Технологија постављања машина обезбеђује практично први предуслов да машина добро функционише и тако се у току експлоатације користе њене максималне перформансе које се углавном односе на режиме рада.

Машине које су правилно постављене раде са задовољавајућом тачношћу и њихова експлоатација је много дужа, него код машина код којих су направљени неки пропусти приликом постављања и монтаже. Недовољна пажња приликом постављања машина може бити један од узрочника лошег квалитета производа. [2]

3.1 Темелји машина

Земља, па и остали материјали на које се обично постављају машине, камена подлога, армирано - бетонске конструкције и др., подлежу се еластичној деформацији и дозвољавају већа или мања померања, која су довољна за појаву и стварање вибрација. Темелји машина могу бити различити, у зависности од облика и димензија машина, које се на те темеље постављају. [2]

Због сопствених оптерећења машине и темелја на подлогу, може доћи до неравномерног слегања. Самим тим је потребно решење којим ће се машина и темелј довести у радни положај. Специфичан притисак који је изазван тежином машине и темелја на подлогу, мора бити мањи од дозвољеног за ту врсту тла.

Пројектовани темелји морају да обезбеде заштиту машине, пре свега од спољашњих померања, која могу да настану услед појаве ударних оптерећења неке друге машине из окружења.

Облик темелја зависи од инерцијалних и побудних сила које се јављају у систему машина - предмет обраде, који су у непосредној вези са технолошким операцијама које се на тим машинама изводе. Темелји могу повећати крутост читавог система и са повећањем масе обезбедити мирнији и квалитетнији рад.

Постоје две врсте темелја.

Прва врста темелја захтева подешавање и проверу површинског притиска на тло, при чему се утицај динамичких оптерећења не узима у обзир. У односу на конструктивне захтеве, услова технологије израде делова на тој машини и укупних технолошких захтева (који произилазе из карактера и особина машине) одређује се дебљина темелјног блока.

Друга врста темелја се пројектују узимањем у обзир динамичких сила које се стварају у систему машина. Пошто се код машина за резање ове силе мењају, није могуће

спровести прецизне динамичке прорачуне, па се зато они замењују статичким прорачунима. Замена се може применити ако:

а) код обртног кретања - сила, чија величина може достићи двадесетоструку вредност тежине обрађиваног предмета, при чему она делује на местима или паралелно са силама које се јављају у процесу резања.

б) код комбинације кретања где се јавља спрег сила, чија величина може достићи петоструку вредност инерцијалних сила, при чему ова сила прати и има правац деловања инерцијалних сила.

3.1.1 Материјал

Материјали који се користи за конструкцију темеља под машинама, у зависности од величине машина, најчешће је необрађен бетон и армирани бетон а веома ретко и зид од цигле. [2]

3.1.2 Постављање машина

Карактер и број потребних података зависи од врсте машина. За велике машине потпуни подаци би требало да садрже:

➤ Познавање подлоге на коју се машина поставља и услова влажности терена заједно са резултатима испитивања физичко - механичких особина подлоге, уважавајући његову класификацију и оцену стања у условима експлоатације објекта,

- У фабричкој хали на довољном растојању од објекта који су осетљиви на вибрације се поставља чекић.

- Подлога на коју се чекић поставља је влажан песак средње крупноће.

- Хоризонтални ниво воде испод постављеног темеља налази се на 0.5m.

- Под утицајем појединачног ударног оптерећења и према прописаним стандардима дозвољена амплитуда вибрација темеља износи 0.8mm.

➤ Дефинисање места постављање машине у објекту или ван њега са подацима о дубини његовог постављања, димензијама и облицима хоризонталних утицаја на темеље суседних конструкција и друге објекте,

➤ Информације о специјалним захтевима имајући у виду присуство дејства других машина и утицај вибрација на простор у оквиру истог или других објеката, водећи рачуна

да се неке од постављених машина инсталирају на одређеном растојању, како би се избегло преношење вибрација на њих.

Важне напомене о специјалним захтевима решавају се још у фази пројектовања машина и могу бити:

- Облици постављања темеља на подлогу морају бити прилагођени систему машине, при чему он мора бити у облику правоугаоника, сем у изузетним случајевима где се прекомерно врши утрошак конструктивних материјала.
- Темељи под машинама морају бити одвојени од суседних темеља или конструкција, а такође и од подлоге хале где се оставља простор предвиђен за дилатацију темеља ширине 2cm.

Темељи на које се постављају машине које имају мали број обртаја морају бити удаљени од суседних темеља за најмање 0.3 - 0.5m. При постављању машина које мирно раде које се одликују добрим уравнотежењем маса које ротирају, и које немају велику снагу, дозвољено је приближавање машине до конструкције фабричке хале, с тим што треба одвојити темељ од конструкције зграде.

Једна од веома важних величина која мора бити присутна при пројектовању темеља машина, јесте њихова тежина. С обзиром на динамичност машина оне се могу класификовати на следећи начин [2]:

1. **У I категорију** где је динамичност машина мала спадају: стругови и аутомати за обраду метала (глодалице, стругови за израду зупчаника, бруснице за зупчанике са правим и завојним зубима, бушилице, револвер стругови, бруснице са масом радних вретена мањом од 20kg), стругови за метал са масом радних вретена мањом од 20kg, стругови за дрво, аутомати за оштрење резног алата, итд.

2. **У II категорију** где је динамичност машина средња спадају: попречни стругови и други стругови масе радних вретена већом од 20kg, бруснице са масом радних вретена већом од 20kg, али мањом од 100kg, машине за провлачење, хоризонталне и вертикалне мешалице масе пуног резервоара до 100kg, итд.

3. **У III категорију** где је динамичност машина већа спадају: мешалице са масом пуног резервоара већом од 100kg, али мањом од 300kg, бруснице са масама обртних делова већом од 100kg, пресе са покретним масама мањим од 200kg, електричне машине са већим масама од 1000kg, итд.

4. У *IV категорију* где је динамичност машина врло велика спадају: дробилице, матрични аутомати и аутоматске пресе са покретним масама већим од 200kg, вентилатори масе вратила већим од 100kg, итд.

3.2 Постоља машина

Постоља машина су израђена од прецизно обрађених заварених делова велике крутости. У постољу је смештен електромотор и преносник за главно кретање.

Постоља и основе могу бити [2]:

- Плоче и основе без вођица
- Једноставна хоризонтална постоља са једним системом вођица
- Једноставна вертикална постоља са једним системом вођица
- Постоља са кружним вођицама
- Сложена постоља са више система вођица
- Портална постоља и др.

Елементи и системи за прихватање и померање резног алата:

- Супорти (уздужни и попречни),
- Клизачи
- Револверске главе

Елементи и склопови за прихватање, праволинијско и обртно кретање предмета обраде:

- Радни столови
- Вретеништа
- Преносници за главна и помоћна и др.

Елементи и склопови за вођење покретних делова:

- Вођице
- Лежишта

3.2.1 Материјал за израду постоља

За израду базних елемената машине (постоља, основе, кућишта) најчешће се користе ливено гвожђе и челик а понекад као додатак и бетон.

3.2.1.1 Ливено гвожђе

Ливено гвожђе има много добрих особина, које се пре свега огледају кроз могућност израде одливака било каквог облика, добру обрадљивост и ниску цену код серијске производње.

Сиво ливено гвожђе представља основни материјал за израду елемената носећег система, мада све већу примену добијају и ливена гвожђа других типова. Одлучујући утицај на избор врсте сивог ливеног гвожђа, код постоља код кога се вођице израђују изједна са њим, имају саме вођице за праволинијско кретање, које морају да поседују одговарајуће особине са становишта тврдоће и отпорности на хабање. Уколико то није случај, на врсту ливеног гвожђа утиче дебљина зидова постоља, односно могућност ливења. Низ недостатака везаних за израду ливених постоља као што су [3]:

а) дуги рокови у производњи машине због неопходности претходне израде модела, основних калупа и језгара, а такође и чување одливака довољно дуго времена до почетка механичке обраде и после скидања површинског слоја, да би нестали унутрашњи напони.

б) могућност прекида у протоку лива, при чему се неке, услед тога настале грешке, могу уочити тек при механичкој обради.

ц) неопходност остављања на површинама, које ће бити обрађиване.

д) код постоља код којих се вођице израђују изједна са њим, посебни захтеви за хемијским и механичким особинама ливеног гвожђа, везани су за карактеристике вођица.

е) услед потребе да постоље „одлежи“ дужи период времена, долази до замрзавања обртних средстава и до повећања незавршене производње.

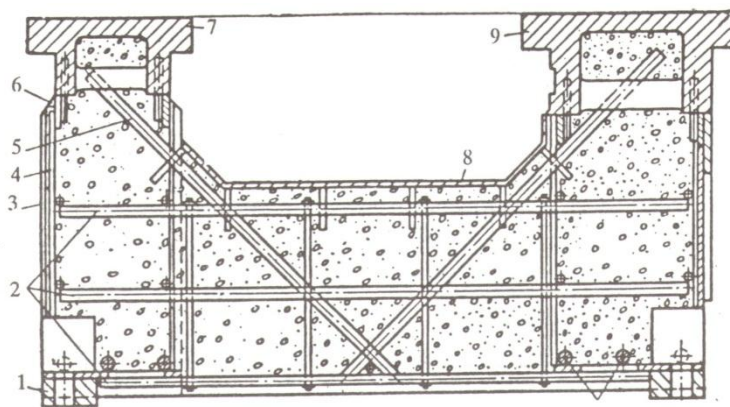
ф) при малим серијама се на цену машине негативно одражавају трошкови израде модела и калупа, док код великих серија овај утицај може бити занемарен.

3.2.1.2 Челик

Челик се користи за израду базних елемената једноставнијег облика. У савременој машиноградњи због низа техничких и економских разлога јављају се замене ливених постоља вареним конструкцијама од ваљаних челичних лимова и то обично од нискоугљеничног, због својих добрих особина заврљивости. При једнакој крутости, маса челичног елемента је приближно једнака 0.5-0.75 масе ливеног, тј. уштеда материјала износи око 25-50%. Стварна уштеда материјала при замени ливених постоља вареним, зависи од конструктивног облика обе варијанте. [3]

3.2.1.3 Бетон

За израду постоља тешких машина понекад се користи и армирани бетон. Само постоље састоји се из три дела: ослони рам са отворима за везивање за фундамент (слика 4 -1), тела од армираног бетона и одговарајуће решеткасте армитуре од челика или бетонског гвожђа (слика 4 - 2,5,10), обложеног споља челичним лимом (слика 4 - 3,4,6,8) и горњег, челичног или ливеног дела постоља, на коме се постављају или израђују изједна вођице (слика 4 - 7,9) и на коме се монтирају остали неопходни склопови и елементи машине. Испитивања крутости оваквог постоља су показала да су његове деформације у критичним пресецима за 30-40% мање, у поређењу са ливеним истих димензија и облика, и истовремено потврдила да је замена металних, постољима од армираног бетона технички сврсисходна и економски оправдана, јер се на тај начин врши уштеда у металу и снижава цена постоља за чак 40-50%.[3]



Слика 4. Попречни пресек постоља од армираног бетона [3]

Понекад се бетон (или само песак) користи за повећање масе постоља у циљу повећања његове стабилности. Поред велике уштеде у материјалу, а тиме и трошковима израде постиже се и лакши транспорт.

Да би се са успехом решило питање предности челика или ливеног гвожђа као материјала за израду постоља пројектоване алатне машине, неопходно је у разматрање узети све техно - економске показатеље и једне и друге варијанте. У принципу, код великосеријске производње веома често предност имају ливена постоља, док је за израду једног или неколико постоља у краћем временском периоду, не ретко препоручљива варијанта вареног постоља од челичних лимова.

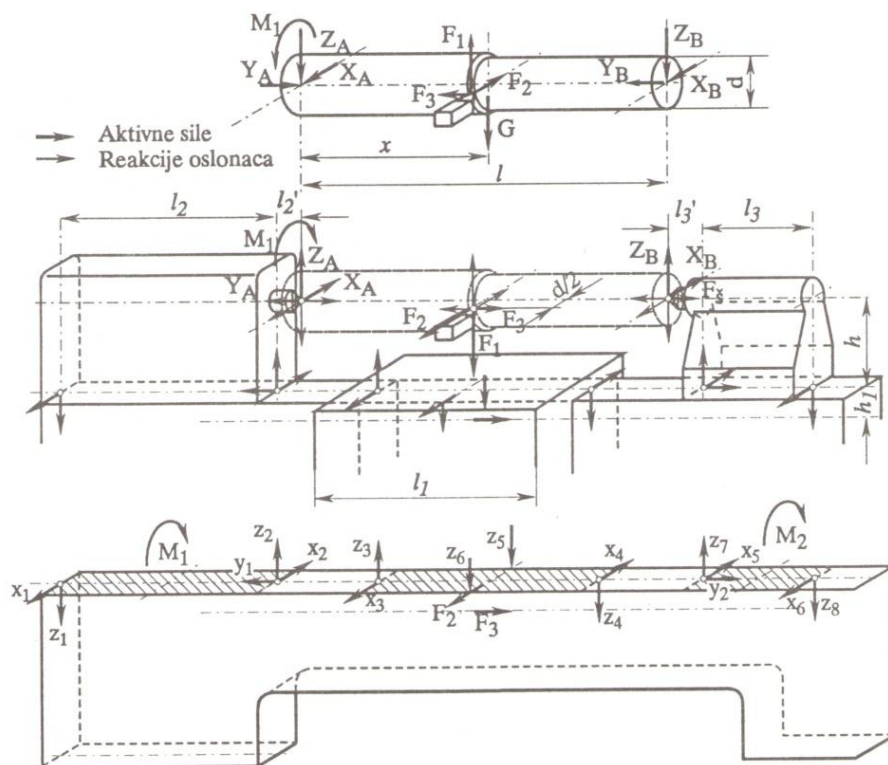
Са становишта пригушења вибрација, добро пројектована и правилно изведена варена постоља не заостају много за ливеним, мада ливено гвожђе, као материјал, због своје структуре и унутрашњег трења, има далеко боље способности пригушења насталих вибрација него челик. Код варених постоља улогу пригушења преузимају варови, јер се у њима јавља структура слична ливу.

Према стању у 1975 години процењено је да је тежински удео појединих врста алатних материјала био: 66% брзорезни челици, 32% тврди метали и 2% алатна керамика и супер тврди материјали. Међутим, удео изражен тежином скинуте струготине при обради је био: око 68% код тврдих метала, 28% код брзорезног челика и 4% осталих алатних материјала.

3.2.2 Оптерећење

Оптерећење самог постоља, услед кога и долази до поменутих напона у попречним пресецима постоља и његове деформације, зависи углавном од система сила који на то постоље делује. То могу бити силе резања, тежине појединих елемената и склопова који су постављени на постоље или се по њему померају, инерцијалне силе и др. Тако се на пример код обраде предмета мањих димензија, тежина предмета може занемарити у односу на отпоре резања који су у том случају много већи.

На слици 5 приказана је анализа сила које делују на основне елементе, а преко њих и на постоље у целини, код универзалног струга са уобичајеним обликом хоризонталног постоља. [1]



Слика 5. Оптерећење постоља [1]

Преко веза којима су одговарајући склопови и елементи монтирани на постоље, све поменуте силе делују и у одговарајућа поља постоља, односно у карактеристичне пресеке постоља и на вођице по којима се супорт, односно носач шиљка воде. При томе се, поред наведених сила појављују још и силе тежина преносника за главно кретање G_v , носача алата G_s и носача шиљка G_k . Такође су и обртни momenti, настали услед ексцентричног деловања сила резања у карактеристичним пресецима замењени одговарајућим спреговима.

Шема оптерећења истог струга, са збирним силама на постољу, приказана је на слици 5, помоћу које се даје и пример прорачуна свих сила које делују на постоље.

Основно оптерећење струга настаје од спољашњих сила и то од компонената отпора резања, силе притезања шиљка и тежина предмета обраде и осталих елемената који се налазе на постољу. Инерцијалних сила у овом случају нема. На основу статичких једначина, лако се долази до сила које делују, са једне стране на леви и десни шиљак, а са друге стране на нож којим се обрада врши. Из услова равнотеже свих сила у координатним правцима x , y и z , као и момента у хоризонталној и вертикалној равни, долази се до израза:

$$\begin{aligned}
\sum X &= 0 \Rightarrow X_A + X_B - F_2 = 0 \\
\sum Y &= 0 \Rightarrow Y_A + F_{\S} - F_3 = 0 \\
\sum Z &= 0 \Rightarrow Z_A + Z_B - F_1 + G = 0 \\
\sum M_V &= 0 \Rightarrow Z_A \cdot l - F_1 \cdot (l - x) + G \cdot \frac{l}{2} = 0 \\
\sum M_H &= 0 \Rightarrow X_A \cdot l - F_2 \cdot (l - x) - F_3 \cdot \frac{d}{2} = 0
\end{aligned}$$

Решавајући ове изразе по непознатим, добијају се вредности сила које делују на крајевима предмета, док су силе на ножу једнаке по интензитету са компонентама отпора резања, али са супротним смером. Тако се добија:

$$\begin{aligned}
Y_A &= F_3 + F_{\S} & Y_B &= F_{\S} \\
X_A &= F_2 \cdot \frac{l-x}{l} + F_3 \cdot \frac{d}{2 \cdot l} & X_B &= F_2 \cdot \frac{x}{l} - F_3 \cdot \frac{d}{2 \cdot l} \\
Z_A &= F_1 \cdot \frac{l-x}{l} - \frac{G}{2} & Z_B &= F_1 \cdot \frac{x}{l} - \frac{G}{2}
\end{aligned}$$

Све силе и моменти делују на сва три поља постоља.

I поље:

$$\begin{aligned}
X_1 &= X_A \cdot \frac{l'_2}{l_2} & X_2 &= X_A \cdot \frac{l_2 + l'_2}{l_2} \\
Z_1 &= Z_A \cdot \frac{l'_2}{l_2} & Z_2 &= Z_A \cdot \frac{l_2 + l'_2}{l_2} \\
Y_1 &= Y_A & M_1 &= F_1 \cdot \frac{d}{2} + X_A \cdot h
\end{aligned}$$

II поље:

$$\begin{aligned}
X_3 &= F_3 \cdot \frac{b-d}{2 \cdot l_1} & X_4 &= F_3 \cdot \frac{b-d}{2 \cdot l_1} \\
Z_3 &= F_3 \cdot \frac{h+h_1}{l_1} & Z_4 &= F_3 \cdot \frac{h+h_1}{l_1}
\end{aligned}$$

$$Z_5 = F_1 \cdot \frac{b-d}{2 \cdot b} - F_2 \cdot \frac{h}{b}$$

$$Z_6 = F_1 \cdot \frac{b+d}{2 \cdot b} + F_2 \cdot \frac{h}{b}$$

III поље:

$$X_5 = X_B \cdot \frac{l_3 + l'_3}{l_3}$$

$$X_6 = X_B \cdot \frac{l'_3}{l_3}$$

$$Z_7 = Z_B \cdot \frac{l_3 + l'_3}{l_3} + F_{\S} \cdot \frac{h}{l_3}$$

$$Z_8 = Z_B \cdot \frac{l'_3}{l_3} + F_{\S} \cdot \frac{h}{l_3}$$

$$Y_2 = F_{\S}$$

$$M_2 = X_B \cdot h$$

3.2.3 Вертикална и хоризонтална постоља

У зависности од типа машине и њене концепције, постоља могу бити хоризонтална, вертикална, потрална и специјална. Ова подела је првенствено условљена односом димензија у хоризонталној и вертикалној равни, али и оптерећењима која на њих делују.

3.2.3.1 Вертикална постоља

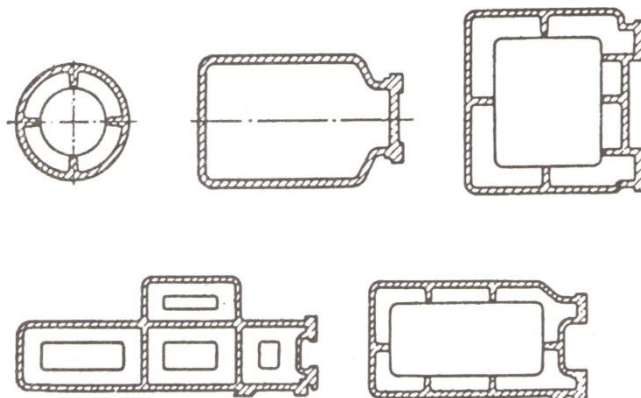
Према деловању оптерећења, вертикална постоља се могу поделити на [1]:

- постоља оптерећена у равни симетрије (разне врсте стоних и стубних и других бушилица) и
- постоља оптерећена просторним силама (вертикалне и универзалне глодалице, комбиноване бушилице и др).

Облик попречног пресека ових постоља, одређен је првенствено захтеваном крутошћу, али као и код хоризонталних постоља, у неким случајевима концепција и намена машине могу бити приоритетни као што су смештај одређених склопова и агрегата у сам стуб постоља и сл.

У случајевима када је потребно да се одговарајући део машине може окретати око осе стуба, примењују се постоља са цилиндричним попречним пресеком. Основна примена постоља оваквог облика је код разних типова радијалних бушилица, али се срећу и код стоних и порталних бушилица.

На слици 6 су приказани неки од основних облика.



Слика 6. Попречни пресеци вертикалних постоља

Да би се повећала крутост на савијање у вертикалној равни, јер су ова постоља углавном тако оптерећена, унутар цилиндричне затворене контуре постављају се аксијална ребра по целој висини стуба. У случајевима већих оптерећења ова постоља се раде и као двозида.

У циљу повећања крутости контура варених вертикалних постоља, унутар којих је смештен противтерет, она се могу израђивати са двоструким зидовима, међусобно спојених вертикалним преградама. Крутост контуре попречног пресека оваквих постоља знатно је већа, него крутост постоља исте тежине са једноструким дебелим зидовима.

Особеност вертикалних постоља је да се исто постоље односно постоље за исту намену, може компоновати на разне начине у зависности од саме концепције машине тј. начина остваривања потребних основних и допунских кретања.

Као вертикална постоља се могу сматрати и разне врсте стубова, посебно код радијалних бушилица, где се носећи систем састоји из три основна дела: основе, стуба и конзоле.

3.2.3.2 Хоризонтална постоља

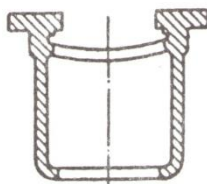
Хоризонтална постоља се углавном примењују код разних врста стругова, дугоходних рендисаљки и других машина чија је дужина доста већа од осталих двеју димензија.

Она су обично оптерећена просторним силама и то, како концентрисаним (локално оптерећење) што је случај код стругова, тако и континуалним, што се обично јавља код дугоходних рендисаљки при обради предмета великих димензија и тежина.

Услед ових оптерећења јављају се углавном напрезања на савијање и торзију, а са тим и одговарајуће деформације постоља.

Облик попречног пресека одређен је како захтеваном крутошћу, тако и концепцијом машине: положај вођица, начин одстрањивања струготине и средства за хлађење и подмазивање (СХП), смештај резервоара за СХП, а често и неких других склопова машине као што су погонски мотор, део преносника за главно кретање, електро командна инсталација и сл. [1]

Облик који је приказан на слици 7 примењује се у случајевима када је неопходно да се из зоне резања одводи велика количина струготине и СХП. Најмања крутост је код овог облика.



Слика 7. Уобичајени попречни пресек хоризонталног постоља

Примењују се углавном код универзалних и револвер стругова са максималним пречницима обраде испод 400mm. Ослањање ових постоља се обично изводи помоћу четири стопе на крајевима зидова.

Постоје још и:

- Постоља са дуплим зидовима
- Постоља са отвором за одвођење струготине и СХП на задњем зиду
- Постоља са нагнутим зидом

Ширина пресека постоља одређена је обично димезијама предмета обраде, затевима за крутошћу, као и условима правилног вођења супорта и столова, док дебљина зидова утиче, како на крутост, тако и на тежину постоља. Далеко већи утицај на крутост имају димензије попречног пресека, које на тежину релативно мало утичу.

3.2.4 Крутост постоља машине

Основни задатак који се поставља пред постољем машине је потребна крутост. Због тога постоји тенденција да се повезују основни елементи постоља, стварајући на тај начин затворену структуру.

Са становишта крутости попречног пресека постоља, утицај дијагоналних веза је аналоган утицају попречних прегради. Унакрсне уздужне преграде практично не повећавају крутост контуре постоља. Попречна ребра уз зидове постоља се могу сматрати као преграде са отвором у њима, при чему ови отвори, уколико им површина не прелази 30 до 40% целе површине преграде, незнатно смањују утицај преграда на крутост. Са смањењем висине попречних ребара (повећање димензија отвора у прегради), крутост контуре се нагло смањује.

Међутим, и при релативно малим висинама ребара, у границама од 5 до 10% од стране попречног пресека постоља, она повећавају крутост контуре постоља, у односу на постоље без ребара, за око 30-40%.

И код постоља израђених заваривањем челичних лимова, убацивање довољног броја попречних преграда је ефикасније него израда постоља са двоструким зидовима. Повећање крутости зидова у равнима мањих оптерећења (а са тим и крутости зидова) може се извести са релативно ниским попречним и уздужним ребрима, или дијагоналним. Крутост неког елемента - греде зависи од карактеристика материјала.

Испитивања изведена на моделима постоља различитих облика, показала су, на пример, да распоред ребара који повезују зидове постоља (преграде) практично не утиче на вертикалну крутост. Да би се она повећала, потребно је да се израде ребра приљубљена уз зидове, у виду хоризонталних или дијагоналних решетки. Распоред и облик ребара имају већи утицај на хоризонталну крутост постоља. Најефикаснија су дијагонална преградна ребра, а у неким случајевима и унакрсна веза између уздужних зидова постоља. Повољан утицај на хоризонталну крутост имају и ребра у облику дијагоналних решетки, посебно у комбинацији са преградама. Дијагонална ребра у многоме повећавају и торзиону крутост постоља. [1]

3.2.5 Основне поставке при конструисању постоља

На постоље алатне машине у раду делују силе резања, силе тежина непокретних и по постољу покретних елемената, тежина предмета обраде итд., а код неких машина и силе инерције.

Све ове силе изазивају у материјалу постоља одговарајућа напрезања и деформације, чије се карактеристике могу, са мањом или већом прецизношћу установити анализом система сила дејствујући на машину у процесу резања.

У појединим случајевима, посебно при пројектовању тешких машина, неопходно је спровести и анализу оптерећења у периоду прелазног режима кретања (убрзање и кочење-успорење), када инерцијалне силе и силе трења играју посебно велику улогу.

Тачно рачунско одређивање деформација постоља пројектоване машине, са сложенијим обликом, је практично немогуће, тако да се потребна крутост постиже искуствено дефинисаним димензијама, а затим практичним испитивањима израђеног постоља.

Код серијске, а посебно великосеријске производње, ова испитивања се врше на прототиповима изведених машина, док се у појединачној и малосеријској производњи користе моделска испитивања. При конструисању постоља треба предвидети и елементе за причвршћење постоља за темељ, односно под радионице.

Код постоља атаних машина свих врста, а посебно стругова, веома се много примењују попречне преграде, постављене нормално или под неким углом у односу на зидове које спајају. Дијагоналне преграде имају предност над паралелним, што су показала и бројна испитивања ливених постоља, тако да се такве конструкције широко примењују у савременим машинама средњих и великих димензија. Паралелне преграде налазе примену код тешких машина различитих типова. Постоља тешких машина се често израђују из више делова. При пројектовању таквих постоља, посебну пажњу треба посветити начину везивања делова, да се не би умањила потребна крутост целог постоља.

Основни материјал за израду варених постоља су челични лимови различитих дебљина. Крутост варених постоља се угланом постиже преградним зидовима, дијагоналним и другим укрућењима. Укрућења у виду ребара приљубљених уз зид, која су код ливених постоља уобичајена, овде се скоро не примењују, јер би приваривање сваког ребра уз зид захтевао велико време, а уколико се њихово заваривање по целој контури не изведе квалитетно, могло би доћи до великих заосталих напона у метаријалу и велике деформације целе конструкције. [3]

3.2.6 Конструктивни облик постоља

Конструктивни облик постоља пре свега зависи од [1]:

- 1) броја и распореда вођица за кретање и премештање склопова и делова машине, које треба поставити на постоље
- 2) тежине, димензија и ходова различитих склопова и делова машине који се постављају на њему или се по њему крећу
- 3) потребе да се у унутрашњости постоља поставе различити склопови или механизми, потребни за рад машине

4) потребе да се у зидовима постоља израде отвори за монтажу и демонтажу, за контролу рада и регулацију машине, за подмазивање механизма машине и др., као и различитих препуста и носача за различите врсте прибора.

При раду високопродуктивних машина се веома често ствара велика количина струготине, понекад и више десетина, па чак и стотина килограма на час. Захтев за брзим уклањањем ове струготине, који је посебно важан при пројектовању савремених машина са великим брзинама резања, у многоме утиче на облик постоља: у њему требају бити урађени како отвори и пролази за слободан пад струготине, тако и разни нагиби, нагнуту према задњем зиду постоља итд.

При конструкцији постоља треба предвидети и елементе за причвршћење постоља за темељ, односно под радионице. Ово је од посебне важности код високих и мање стабилних постоља.

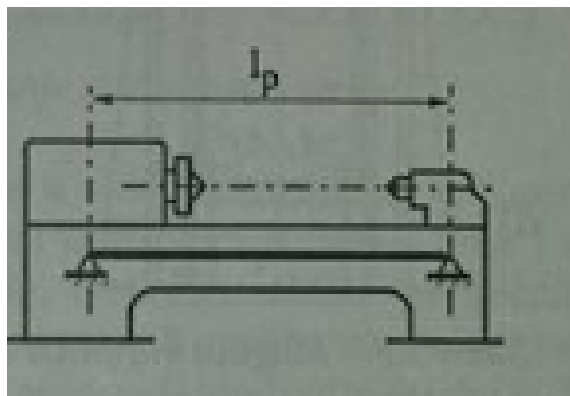
Код тешких машина, код којих габарити предмета обраде, или сама концепција машине, захтевају постоља већих ширина, раде се масивна постоља са већим бројем вертикалних крућења из више делова.

3.3 Прорачун постоља

Постоља су обично веће сложености, како по облику тако и по променљивости њиховог пресека, у попречном и уздужном правцу. Прорачун самог постоља је веома битан за његову конструкцију. [1]

За пробни прорачун пројектованог постоља алатне машине, треба пре свега поставити прорачунску шему, упрошћени облик постоља, и назначити величине и правце свих сила које на ту машину делују. Ту се пре свега мисли на компоненте отпора резања, тежине склопова и делова који се налазе на постољу као и предмета обраде, силе настале при стезању предмета, инерцијалне силе ако постоје (код машина са главним праволинијским кретањем), силе које на постоље делују од стране темеља машине. Постоља са приближно праволинијском осом прорачунавају као права греда променљивог попречног пресека, а постоља са криволинијском осом као криви носач.

Код једноставнијих постоља, као што је то случај универзалног струга, цело постоље се може апроксимирати гредом ослоњеној на два ослонца, док се за сложеније облике постоље дели на основне делове, па се сваки од тих делова замењује одговарајућим упрошћеним профилем: гредом са или без препуста или конзолом. На слици 8 је као илустрација приказана једна од прорачунских шема.



Слика 8. Прорачунска шема постоља

Код напрезања на савијање крутост се обично дефинише величином која представља однос дејствујуће силе F и угиба f који је она произвела, односно:

$$S = \frac{F}{f}, N/mm$$

Као што је раније поменуто, крутост неког елемента - греде, зависи од карактеристика материјала од кога је греда израђена, такође зависи и од облика попречног пресека греде дефинисаног моментом инерције J попречног пресека као и савојним моментом M . Због тога се показатељ крутости при савијању понекад користи и величина:

$$S = J \cdot E = M \cdot \rho$$

Крутост при увијању се дефинише односом:

$$S_t = \frac{M_t}{\theta_1}$$

Где је M_t - торзиони момент;

θ_1 - угао увијања елемента по јединици дужине

При томе се обе наведене крутости, и на савијање и на увијање, изражавају у истим јединицама.

Попречни пресеци постоља су у већини случајева у облику отворених контура, са променљивом дебелином зидова дуж контуре, тако да је немогућ тачан прорачун угла увијања постоља и напрезања услед торзионог момента.

За ову врсту прорачуна примењују се приближни методи: замењује се стварни попречни пресек једноставнијим и по целој дужини једнаким, или се прибегава моделирању.

Код постоља са затвореним шупљим попречним пресеком, при нормалним односима између димензија пресека и дебљина његових зидова, може се користити израз који важи за танкозидни затворени профил произвољног облика:

$$\int \tau \cdot d_s = 2 \cdot G \cdot A \cdot \theta_1$$

Где је: τ - тангенцијални напон ;

d_s - елемент контуре профила;

G - модул клизања;

A - површина, ограничена средњом линијом контуре пресека;

θ_1 - специфични угао увијања.

Може се сматрати да је тангенцијални напон τ равномерно распоређен по дебљини δ зида и радити са вектором $\tau \cdot \delta = const$, нормално постављен на средњу контуру зида попречног пресека, за танкозидни затворени профил. При томе је:

$$\tau \cdot \delta = const = \frac{M_t}{2 \cdot A} ; \quad \tau = \frac{M_t}{2 \cdot A \cdot \delta}$$

M_t - активни момент увијања

Заменом израза за τ у већ наведеном интегралу, добија се:

$$\int \frac{M_t \cdot d_s}{2 \cdot A \cdot \delta} = 2 \cdot G \cdot A \cdot \theta_1 ; \quad \theta_1 = \frac{M_t}{4 \cdot G \cdot A^2} \cdot \int \frac{d_s}{\delta}$$

Интеграл који се појављује у горњој формули замењује се сумом приближних елементарних односа $\frac{s_j}{\delta_j}$ који су распоређени по целој контури.

Угао увијања постоља попречног пресека дужине l , може се изразити као:

$$\theta \approx \frac{M_t \cdot l}{4 \cdot G \cdot A^2} \cdot \sum \frac{s_j}{\delta_j}$$

За пресек у облику правоугаоника, са спољним дужинама страна a и b константном дебљином зида δ биће:

$$A = (a - b) \cdot (b - \delta); \quad \sum \frac{s_j}{\delta_j} = \frac{2 \cdot (a + b - 2 \cdot \delta)}{\delta}$$

Па се може рећи да израз за угао увијања прелази у:

$$\theta \approx \frac{M_t \cdot (a + b - 2 \cdot \delta) \cdot l}{2 \cdot G \cdot (a - b)^2 \cdot (b - \delta)^2 \cdot \delta}$$

Тангенцијални напон у том случају ће бити:

$$\tau = \frac{M_t}{2 \cdot A \cdot \delta} = \frac{M_t}{2 \cdot (a - b) \cdot (b - \delta) \cdot \delta}$$

У случају ако се профил састоји само од веома уских правоугаоника, укупна угловна отпорност увијања постаје равна суми парцијалних угловних отпорности правоугаоника који образују профил. За уски правоугаоник се дужом страном s_j и краћом δ_j , референтни угао увијања ће бити:

$$\theta_1 = \frac{3 \cdot M_t}{s_j \cdot \delta_j^3 \cdot G}$$

а укупни угао увијања отвореног профила, састављеном од више уских правоугаоника, може се изразити у облику:

$$\theta = \frac{3 \cdot M_t}{G \cdot \sum s_j \cdot \delta_j^3}$$

Највећи тангенцијални напон може се одредити из формуле:

$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot M_t}{s_j \cdot \delta_j^3}$$

Највећи тангенцијални напон се при томе јавља на средини дуге стране правоугаоника са највећом краћом страном, тј. при $\delta = \delta_{max}$. [1]

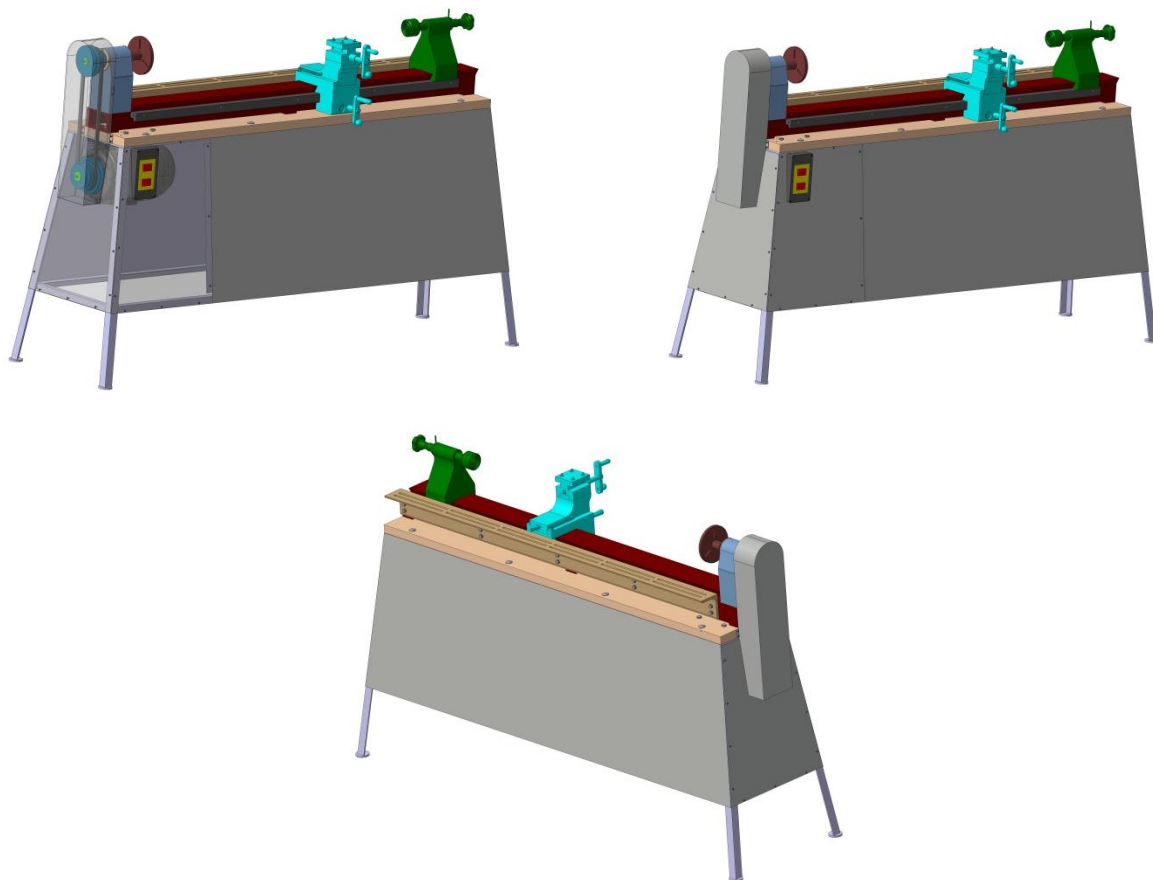
4. КОНСТРУКЦИЈА ПОСТОЉА И ПОГОНСКЕ

ГРУПЕ СТРУГА ЗА ДРВО

За конструисање 3D модела коришћен је CAD софтвер *Catia V5R20*. Коришћени софтвер, као и многи други CAD софтвери данашњице, претставља моћно оруђе за израду 3D модела који у многоне убрзавају и олакшавају рад инжењера чиме се долази до што бољих решења при конструисању и изради реалних конструкција.

На већ израђеним 3D моделима се врло лако могу извршити и одређене преправке уз стални приказ извршених промена и уз уочавање предности, или мана, учињених преправки, тако да је у сваком тренутку могуће усавршавање имплементираног решења до најбоље могућег.

На слици 9 је приказан комплетан 3D модел струга за дрво

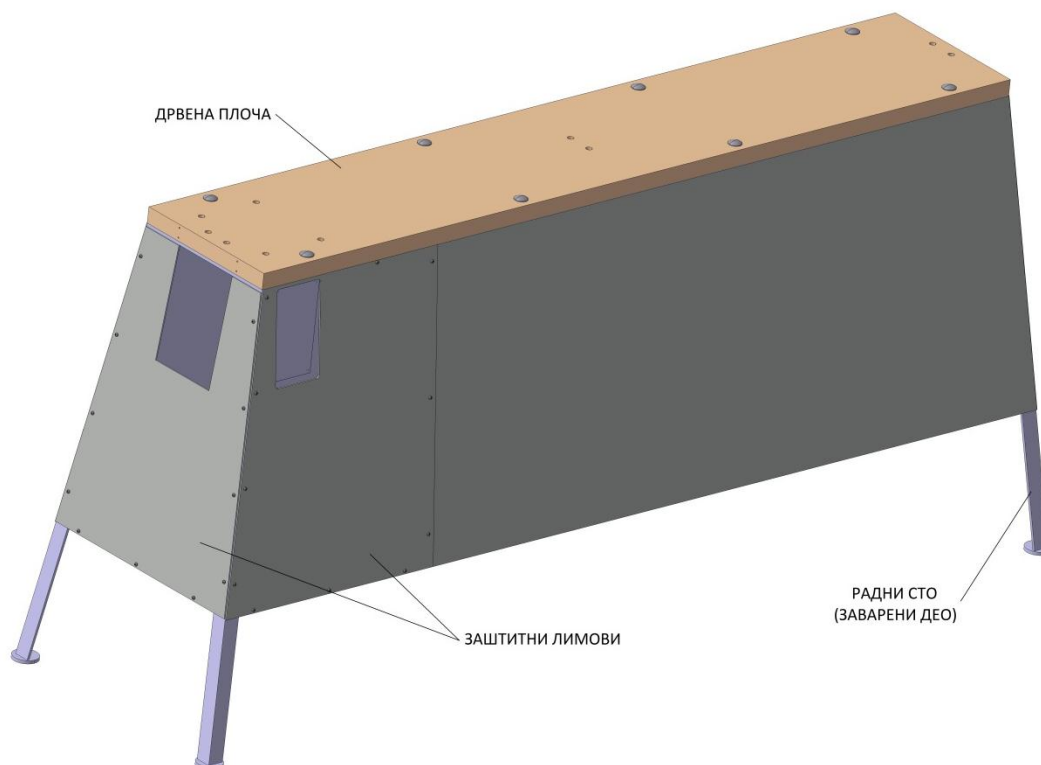


Слика 9. 3D модел струга за дрво

4.1 Постоље струга

Постоље струга, као што је приказано на слици 10, се састоји из:

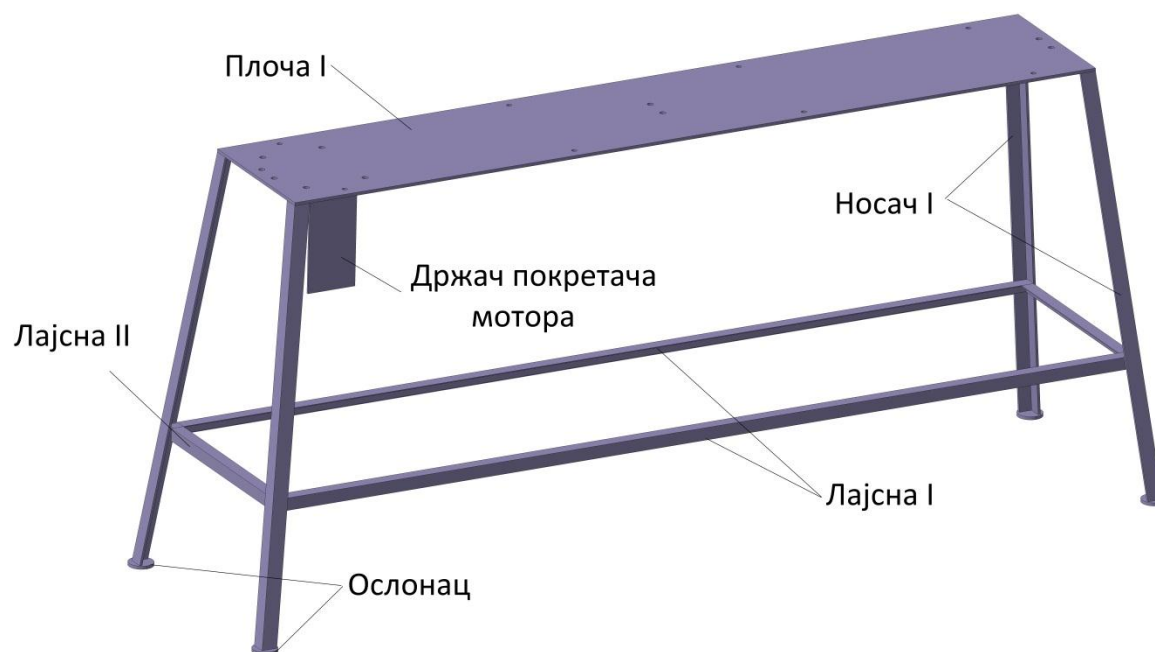
- Завареног дела,
- Дрвене плоче и
- Заштитних лимова



Заварени део се састоји се из:

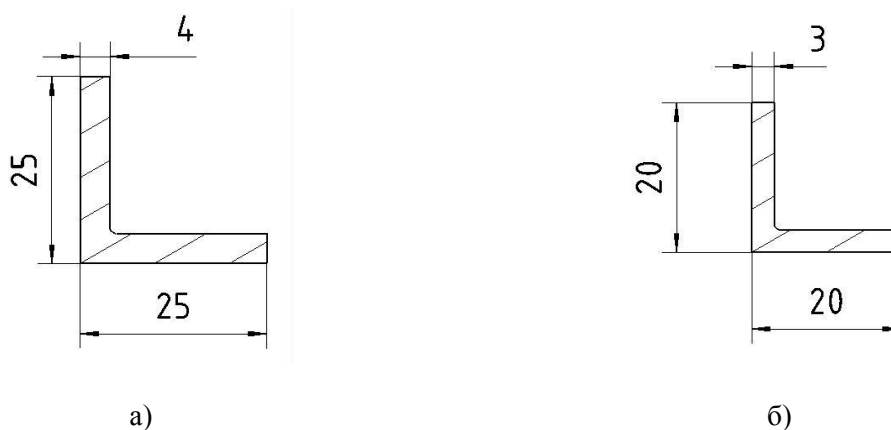
Бр.	Назив дела	Материјал	Димензије
1.	Плоча I	S235JRG2	≠5x255x1365
2.	Држач покретача мотора	S235JRG2	≠3x80x145
3.	Носач I	Чел. уг. профил	L 25x25x4L=685
4.	Лајсна I	Чел. уг. профил	L 20x20x3L=1465
5.	Лајсна II	Чел. уг. профил	L 20x20x3L=355
6.	Ослонац	S235JRG2	Ø40x8

На слици 11 је приказан заварени део.



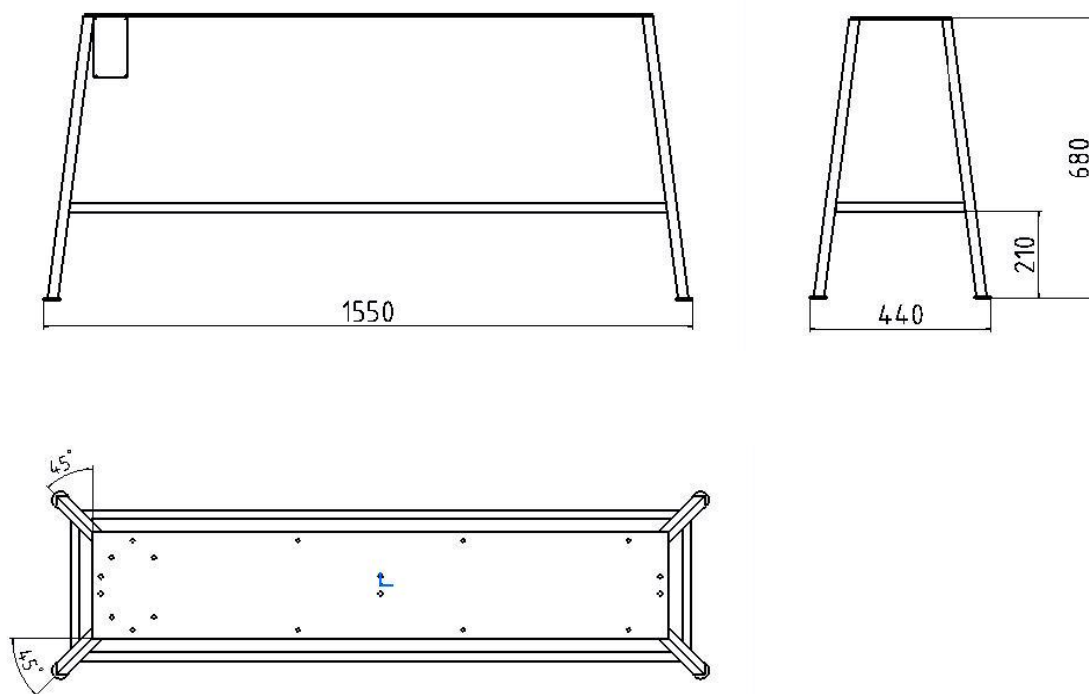
Слика 11. Заварени део

За главне носаче (носач I) коришћени су стандардни L профили димензија 25x25x4 дужине 685mm (слика 12), док су за лајсне, које служе као ојачања у подножију, коришћени L профили димензија 20x20x3 (слика 12), и то лајсна I дужине $L=1465\text{mm}$ и лајсна II дужине $L=355\text{mm}$. Са доње стране носача заварени су ослонци, а са горње стране плоча I. На плочи се налазе отвори за везу дрвене плоче, вођице и погонске групе.



Слика 12. Попречни пресеци носача I (а) и лајсне I и лајсне II (б)

Габаритне димензије завареног дела дате су на слици 13.



Слика 13. Димензије радног стола

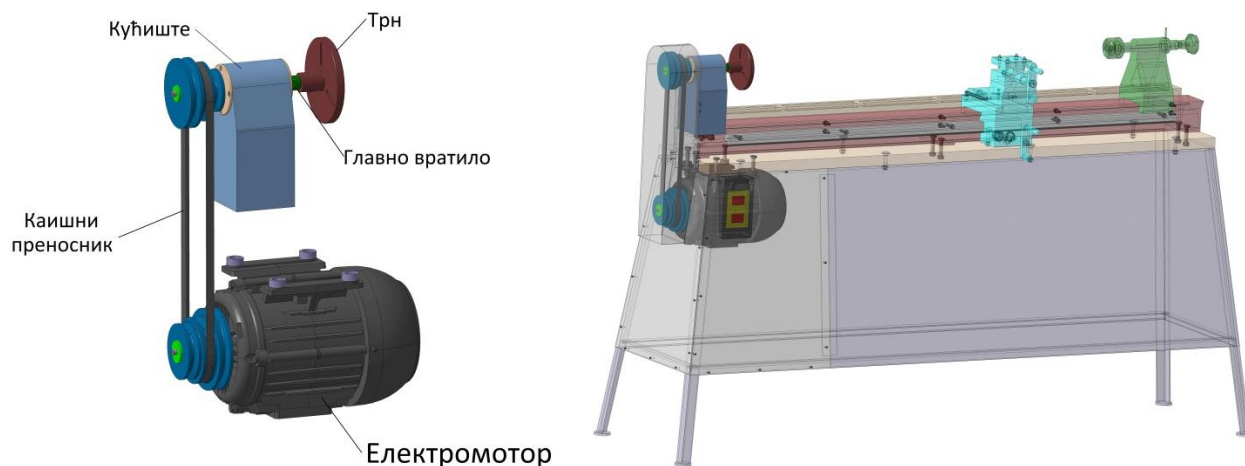
На плочу I завртњевима се везује дрвена плоча димензија 25x255x1365.

Заштитни лимови служе да затворе унутрашњи део радног стола и заштите погонску групу од струготине. Лимови су дебљине 2mm и везују се за радни сто заваривањем или завртњевима.

4.2 Погонска група

Погонску групу, слика 14, чине:

- Електромотор
- Каишни преносник
- Кућиште
- Главно вратило са вођицама за обртно кретање
- Трн



Слика 14. Погонска група

За погон струга користи се електромоторознаке “sever” ZK 90-S-4 са следећим перформансама, табела 1:

Табела 1 – Перформансе електромотора

Ознака	P_n kW	n_N min^{-1}	η %	$\cos\phi$	I_N A	M_N Nm	I_T/I_N	M_1/M_2	M_b/M_N	KR	J Kgm ²	Маса kg
ZK 90 S-4	1,1	1410	74,0	0.78	2,8	7,50	4,1	2,3	2,3	16	0,0023	13,2

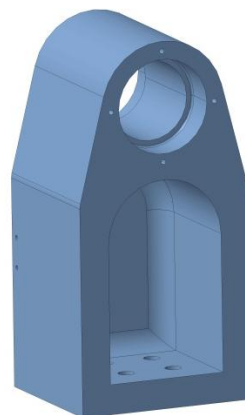
Каишни преносник се састоји од каиша ознаке JUS G. E2. 053 L=900. Он има улогу да пренесе обртно кретање и обртни момент са електромотора на главно вратило. На електро мотору се налази погонски каишник, а на главном вратилу гоњени. Због облика каишника могуће је остварити три различите брзине главног вратила. Спој вратила и кашника остварен је помоћу клина димензија 10x10x45.

На слици 15 приказан је каиш са погонским и гоњеним каишником. Каишници се израђују од материјала SiAl.



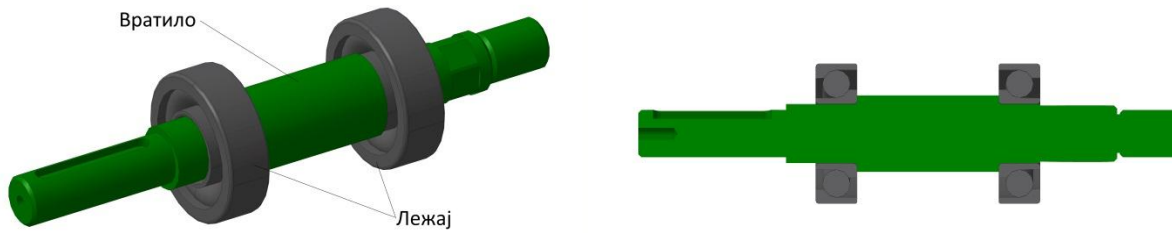
Слика 15. Каиш са каишницима

Кућиште је израђено од материјал SL-26. Оно има улогу да носи гоњено вратило. На њему се налазе улежиштења на предњем и задњем делу. На слици 16 приказан је модел кућишта.



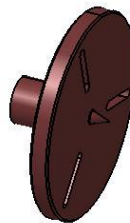
Слика 16. Модел кућишта

Главно вратило (слика 17) има улогу да прими обртно кретање са каишника и омогући обртање трна. Израђено је од $\check{C}$ 4732 (42CrMo4). На вратилу се налазе два лежаја ознаке SKF 7204B. На вратилу се налази жљеб за клин. На задњем делу вратила налази се и отвор са урезаним навојом за причвршћивање каишника. Са предње стране нарезан је навој M16 за постављање трна.



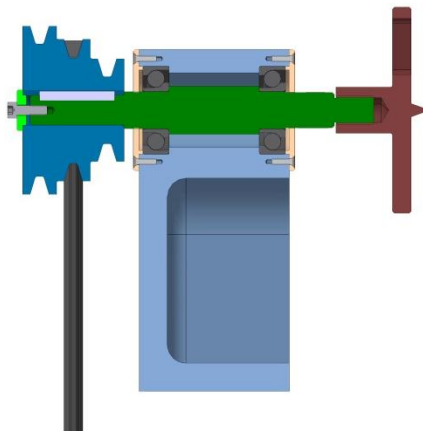
Слика 17. Главно вратило

Трн (слика 18) служи за ослањање предмета обраде.



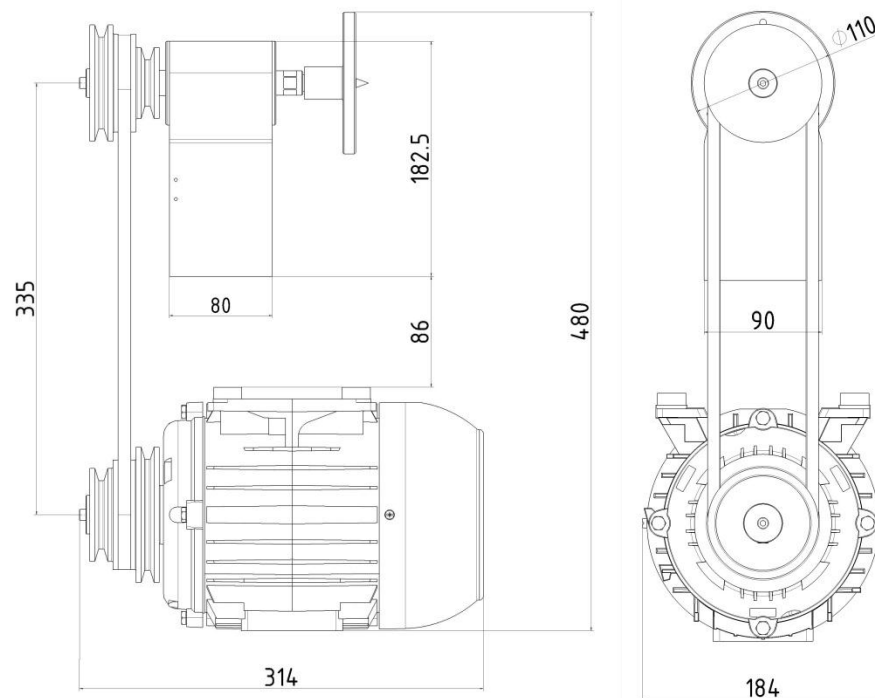
Слика 18. Трн

Комплетан склоп се може видети на слици 19.



Слика 19. Склоп погонске групе

Габаритне мере погонског склопа дате су на слици 20.



Слика 20. Габаритне мере погонске групе

5. Закључак

Главно вратило или радно вретено машине како се другачије назива, представља излазно вратило за главно кретање машина са главним обртним на које се, директно или посредством посебног прибора причвршћује резни алат или предмет обраде. Према условима рада, главна вратила се могу сврстати у две велике групе: вратила која раде у условима сложених оптерећења услед момената савијања и увијања и вратила првенствено оптерећена моментом увијања, што условљава мали утицај оптерећења на топографију обрађене површине.

Елементи који служе за тачно вођење делова алатних машина који имају обртно кретање су вођице, које могу бити: вођице за обртна кретања (лежишта) и вођице за праволинијска кретања.

Под носећим системом машине подразумева се скуп делова и склопова машине који обезбеђују правилан положај алата и обрађиваног предмета. Носећи систем се може, другим речима, дефинисати и као скуп елемената и склопова машине који сачињавају ланац, у коме се затварају све силе настале у процесу резања.

Системи управљања машином представљају скуп више механичких, електричних и електронских, хидрауличних и пнеуматских склопова. Систем управљања је састављен из већег броја међусобно независних или зависних подсистема. Сваки од ових подсистема извршава у машини одређену функцију и састоји се из: извршног органа, управљачког органа, елемената и преносника.

Један од важних елемената правилне, дугорочне и свеобухватне експлоатације машина је њихово правилно постављање. Пројектовани темељи морају да обезбеде заштиту машине, пре свега од спољашњих померања, која могу да настану услед појаве ударних оптерећења неке друге машине из окружења.

Материјали који се користи за конструкцију темеља под машинама најчешће је необрађен бетон и армирани бетон а веома ретко и зид од цигле.

Постоља машина су израђена од прецизно обрађених заварених делова велике крутости. У постољу је смештен електромотор и преносник за главно кретање.

Постоља и основе могу бити: плоче и основе без вођица, једноставна хоризонтална постоља са једним системом вођица, једноставна вертикална постоља са једним системом вођица, постоља са кружним вођицама, сложена постоља са више система вођица, портална постоља и др.

За израду базних елемената машине (постоља, основе, кућишта) најчешће се користе ливено гвожђе и челик а понекад као додатак и бетон.

Оптерећење самог постоља зависи углавном од система сила који на то постоље делује (силе резања, тежине појединих елемената и склопова који су постављени на постоље или се по њему померају, инерцијалне силе и др)

У зависности од типа машине и њене концепције, постоља могу бити хоризонтална, вертикална, потрална и специјална.

Постоји тенденција да се повезују основни елементи постоља, стварајући на тај начин затворену структуру, омогућавајући неопходну крутост постоља машине.

Прорачун самог постоља је веома битан за његову конструкцију.

На основу прорачуна се закључује да је највећи тангенцијални напон се при томе јавља на средини дуже стране правоугаоника са највећом краћом страном, тј. при $\delta = \delta_{max}$.

Постоље моделираног струга се састоји из: завареног дела, дрвене плоче и заштитних лимова.

Погонску групу моделираног струга чине: електромотор, каишни преносник, кућиште, главно вратило са вођицама за обртно кретање и трн.

На већ израђеним 3D моделима се врло лако могу извршити и одређене преправке уз стални приказ извршених промена.

6. Литература

- [1] Захар С., „Машине алатке 2“, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1997*
- [2] Ђорђевић Љ.: „Технологија постављања машина“, *Машински факултет, Краљево, 2006*
- [3] В.Р.Милачић: „Машине алатке 2“, *Машински факултет, Београд, 1990*
- [4] Недић Б., Лазић М.: „Производне технологије – Обрада метала резањем“, *Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2007*
- [5] https://www.google.rs/search?q=couplings&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAcQ_AUoAWoVChMIj_Sdn6yQyAIVA1ksCh3Fqwzs&biw=1360&bih=631 10.09.2015.
- [6] http://www.celici.rs/Specifikacije%20materijala/1.0000/1.0038_S235JRG2.pdf 23.10.2015
- [7] <http://www.steelservicecenter.co.rs/celici.php> 23.10.2015